

Slutrapport for ELFORSK projekt 341-032

## Udvikling og demonstration af Danmarks første lav-energi klasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug



**Carl Stephansen**  
**Henrik N. Knudsen**  
**Thomas Busk Rohde**  
**Alan Nielsen**

Nærværende dokument udgør slutrapportering for ELFORSK projekt nr. 341-032 med titlen "Udvikling og demonstration af Danmarks første lavenergiklasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug".

Projektet tager udgangspunkt i en kontorbygning etableret hos energiselskabet EnergiMidt og er udarbejdet i perioden fra 1. januar 2009 til 31. december 2011. Herved dækkes forløbet fra byggeriets opstart, henover ibrugtagningen medio 2011 og frem til der er forløbet 1,5 års drift.

Undersøgelsen er muliggjort gennem tilskud fra ELFORSK-programmet under Dansk Energi, der har bevilget et tilskud på kr. 1,6 Million under ELFORSK 2009 puljen.

Rapporten er inddelt i følgende afsnit:

**1. Introduktion.** Her beskrives baggrund og formål for projektet.

**2. Beskrivelse af bygningen,** hvori der gives en nærmere beskrivelse af den konkrete bygning og dens indretning. Desuden præsenteres de tanker, der ligger bag beslutningen om at opføre denne som et lavenergiklasse 1 byggeri.

**3. Indpasning af energieffektive løsninger,** der indeholder en uddybende beskrivelse af bygningens tekniske anlæg, herunder hvorledes disse er søgt energioptimeret. Desuden beskrives de opnåede resultater med henblik på realisering af lavenergiklasse 1 målene.

**4. Undersøgelse af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed.** I dette afsnit redegøres for metode og resultater af en spørgeskemaundersøgelse gennemført blandt bygningsbrugerne før og efter indflytning i den nye kontorbygning. Denne undersøgelse udgør et betydeligt element i projektet.

**5. Sammenfatning.** Her resumeres projektets resultater i en konklusion, og der gives anbefalinger med henblik på fremtidig implementering i lavenergi kontorbyggerier.

Projektet er gennemført med deltagelse af følgende partnere:

**EnergiMidt,** der udover at være ejer af den bygning, der er genstand for undersøgelsen, også har fungeret som projektansvarlig overfor ELFORSK.

**Statens Byggeforskningsinstitut – Aalborg Universitet,** der har været hovedansvarlig for spørgeskemaundersøgelsen og været medforfatter på

denne rapport, samt sikret input af relevant og opdateret viden omkring byggetekniske forhold.

**Insight Building Automation**, der som leverandør af bygningens CTS-anlæg har haft indgående kendskab til bygningens tekniske systemer, herunder de styrings- og reguleringsparametre, der blandt andet er søgt driftoptimeret gennem projektet.

**En<sup>2</sup>tech**, der er et privat ingeniørfirma med fokus på energi- og miljørelaterede forhold. En<sup>2</sup>tech har varetaget opgaver i relation til rapportering samt deltaget i udarbejdelsen af spørgeskemaundersøgelsen.

Fra ovennævnte virksomheder har følgende medvirket ved gennemførelsen af projektet:

Thomas Busk Rohde, Energirådgiver, EnergiMidt

Martin R. Skov, Energirådgiver, EnergiMidt

Christian Odderskov, Studerende på Aarhus Maskinmesterskole, tilknyttet EnergiMidt i forbindelse med bachelor-projekt

Alan Nielsen, Insight Building Automation

Brian Steen, Insight Building Automation

Henrik N. Knudsen, Seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut – Aalborg Universitet

Kjeld Johnsen, Seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut – Aalborg Universitet

Jens Christoffersen, Seniorforsker, Statens Byggeforskningsinstitut – Aalborg Universitet

Carl Stephansen, Ingeniør, En<sup>2</sup>tech

# Indholdsfortegnelse

<b>1.0</b>	<b>INTRODUKTION</b>	<b>5</b>
<b>2.0</b>	<b>BESKRIVELSE AF BYGNINGEN</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Arkitektur og indretning</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Bygningsdele</b>	<b>15</b>
2.2.1	Loft og tag	15
2.2.2	Ydervægge	15
2.2.3	Vinduer, døre og ovenlys	15
2.2.4	Terrændæk	15
2.2.5	Kælder	15
<b>3.0</b>	<b>INDPASNING AF ENERGIEFFEKTIVE LØSNINGER</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Tekniske anlæg</b>	<b>16</b>
3.1.1	Zoneinddeling og driftsformer	18
3.1.2	Varmeproduktion	18
3.1.3	Varmefordelende anlæg	19
3.1.4	Ventilation	20
3.1.4	Solcelleanlæg	23
3.1.5	Køleanlæg	25
3.1.6	Belysning	25
<b>3.2</b>	<b>Driftserfaringer</b>	<b>27</b>
3.2.1	Indkøring af anlæggene	28
3.2.2	Driftspersonalets erfaringer og anbefalinger	30
<b>3.3</b>	<b>Energiforbrug – beregnet og faktisk</b>	<b>31</b>
<b>3.4</b>	<b>Tiltag for opnåelse af yderligere besparelser</b>	<b>33</b>
3.4.1	Elektrisk lys	34
3.4.2	Ventilation	34
3.4.3	Varmeanlæg	34
<b>4.0</b>	<b>UNDERSØGELSE AF BRUGERNES FORVENTNINGER, OPLEVELSER OG TILFREDSHED</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Spørgeskemaundersøgelsens metode</b>	<b>36</b>
4.1.1	Baggrundsoplysninger	36
4.1.2	Spørgsmålene	38
<b>4.2</b>	<b>Resultater og konklusioner</b>	<b>39</b>
<b>4.3</b>	<b>Anbefalinger</b>	<b>47</b>
<b>5.0</b>	<b>SAMMENFATNING</b>	<b>50</b>



## 1.0 Introduktion

Som det vil fremgå af beskrivelsen i afsnit 2.0, besluttede EnergiMidt's bestyrelse i 2008 at der som følge af pladmangel skulle etableres en ny administrationsbygning i tilknytning til EnergiMidt's eksisterende hovedsæde på Tietgensvej i Silkeborg, samt at denne bygning skulle etableres som et lavenergiklasse 1 byggeri.

På tidspunktet for beslutningen var der – i henhold til projektpartnerens kendskab – ikke hidtil etableret kontorbyggeri i Danmark i henhold til lavenergiklasse 1 standarden.

For at have mulighed for at indhente og videreformidle viden og erfaringer til gavn for kommende byggerier af denne art, blev det derfor besluttet at ansøge om projektmidler ved ELFORSK-programmet under Dansk Energi til medfinansiering af en undersøgelse, der har til formål at:

1. Udvikle og demonstrere energieffektive løsninger, der muliggør opnåelse af klassificeringen "Lavenergiklasse 1" af et større kontorbyggeri.
2. Gennemføre relevante målinger til detaljeret registrering og præsentation af bygningens forbrug fordelt på energiarter.
3. Afdække bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed i relation til at have arbejdsplads i en bygning, der er etableret som Lavenergiklasse 1 byggeri.
4. Indsamle praktiske erfaringer med de tekniske installationer blandt det tekniske personale.

Ad. 1.

For at kunne opnå klassificering som "Lavenergiklasse 1", var det nødvendigt med ekstensiv anvendelse af energieffektive løsninger, dels i form af nyudviklede komponenter og metoder, og dels gennem optimal kombination og samspil mellem bygningens tekniske systemer.

Følgelig blev der blandt andet gennemført aktiviteter med henblik på at optimere bygningens centrale styringssystem, således energiforbruget minimeres gennem intelligent styring af bygningens energiforbrugende systemer.

Ad. 2.

Med henblik på at kunne kortlægge energiforbrug, blev der i bygningen installeret et antal målere udover de, der er påkrævet i afregningsøjemed, således at der kan opnås en højere detaljeringsgrad end sædvanligt.

De konstaterede forbrug og energimæssige egenskaber blev efterfølgende anvendt som input til en BE06 beregning, hvorved det blev muligt at sammenligne de faktiske forhold i et lavenergiklasse 1 byggeri med de forudsætninger, der anvendes i BE06. Desuden blev gennemført en analyse til vurdering af den realiserede elbesparelse som følge af de foranstaltninger, der er gennemført i anlægs- og driftsfasen.

Ad. 3. Til belysning af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed blev gennemført en web-baseret spørgeskemaundersøgelse der bestod af to dele, en før hhv. en efter indflytningen i den ny lavenergiklasse 1 kontorbygning.

Ad. 4. For at kunne opnå Lavenergi 1 klassificeringen var det nødvendigt at implementere en række tekniske systemer, der ikke tidligere har været i anvendelse. Dette gav anledning til en række udfordringer og problemstillinger for det tekniske personale.

I rapporten anvendes betegnelsen "Lavenergiklasse 1", som relaterer sig til det Bygningsreglement – BR08 -, der var gældende på tidspunktet for bygningens projektering.

Der er efterfølgende introduceret et opdateret Bygningsreglement – BR10 -, i hvilket betegnelsen "Lavenergiklasse 1" ikke længere indgår. Den betegnelse i BR10, der er sammenlignelig med "Lavenergiklasse 1", benævnes "Lavenergiklasse 2015".

## 2.0 Beskrivelse af bygningen

EnergiMidt er elforsyningselskab for ca. 162.000 netkunder i Midt- og Vestjylland. Selskabet fremstår i dag som et velkonsolideret selskab, der er et resultat af en række sammenlægninger og fusioner blandt områdets større såvel som mindre elforsyningselskaber.

Som hovedparten af landets øvrige energiselskaber er EnergiMidt engageret i en række aktiviteter udover den traditionelle elforsyningsvirksomhed, eksempelvis etableres fibernet til levering af internet, TV og telefoni, ligesom selskabet med opkøbet af EnergiGruppen Jylland' aktiviteter vedrørende vand- og varmforsyning i Herning Kommune har taget første skridt i retning mod at etablere en position som multiforsyningselskab.

Som en konsekvens dels af fusioner og sammenlægninger og dels af det øgede aktivitetsniveau, var der i årene op til byggeriets start en kraftig tilgang af medarbejdere. I 2008 var der således ca. 550 ansatte fordelt på selskabets 5 geografiske lokaliteter.

Den største stigning i medarbejderantallet skete i hovedafdelingen i Silkeborg, hvor der var tilknyttet ca. 280 medarbejder i et byggeri, der oprindeligt var etableret med 110 arbejdspladser for øje.

For at tilpasse antallet af arbejdspladser til medarbejderantallet, blev løbende etableret et antal pavilloner til midlertidig tilvejebringelse af de nødvendige kontorfaciliteter.

Etableringen af arbejdspladser ved hjælp af pavilloner var dog alene taget i anvendelse som midlertidig foranstaltning, idet det dels var forbundet med relativt store omkostninger at leje og opvarme hhv. nedkøle de pågældende pavilloner, og dels viste der sig en negativ tendens i medarbejdertilfredsheden blandt de ansatte, som havde deres daglige virke der.

Med henblik på at tilvejebringe en permanent løsning med hensyn til kontorfaciliteter, besluttede EnergiMidt' bestyrelse derfor at etablere en ny administrationsbygning med plads til ca. 200 arbejdspladser. Samtidig med etableringen af denne, ville de eksisterende bygninger blive renoveret, således der efterfølgende skulle være i alt ca. 300 fuldt tidssvarende arbejdspladser til rådighed.

Da EnergiMidt i sin kommunikation til sine kunder og det omgivende samfund dengang som nu har et ønske om at signalere at man er et moderne og ambitiøst energiselskab, der engagerer sig i udviklingen af fremtidens energisystemer, energibesparende foranstaltninger og vedvarende energikilder, besluttede bestyrelsen tillige at der for den nye administrationsbyg-

nings vedkommende skulle være tale om et lavenergiklasse 1 byggeri etableret uden tilslutning til områdets fjernvarmesystem.

Som følge af disse beslutninger, fremkom nogle interessante udfordringer og muligheder:

- For et lavenergiklasse 1 byggeri skal det årlige energibehov til opvarmning i henhold til en Be06 beregning kunne dokumenteres til under 50 kWh/m<sup>2</sup>, hvilket er væsentligt under standardkravet i BR08, som er 95 kWh/m<sup>2</sup>.
- I det område, administrationsbygningen skulle etableres, er der normalt krav om tilslutning til fjernvarmenettet. Da der er tale om et lavenergiklasse 1 byggeri, kunne der imidlertid opnås dispensation for denne tilslutningspligt.
- Da byggeriet ikke tilsluttes fjernvarmenettet, skulle varmebehovet tilvejebringes på anden vis. Der blev her taget følgende muligheder under overvejelse:
  - Genvinding af bortkølet varme fra serverrum.
  - Genvinding af varme fra ventilationsluft.
  - Jordvarmeanlæg.
  - Solvarmeanlæg til varmtvandsproduktion.
- Som supplement til implementering af elbesparende foranstaltninger, blev det besluttet, at der tillige skulle etableres solcelleanlæg på facader og tag. Dette tiltag skulle desuden medvirke til dels at øge komforten i bygningen, da solcellerne på facaden samtidig fungerer som solafskærmning og dels at medvirke til opfyldelsen af lavenergiklasse 1 kravene.

I rapportens afsnit 3 vil de tekniske systemer, der er taget i anvendelse, blive behandlet nærmere.

## **2.1 Arkitektur og indretning**

I arkitektens koncept for byggeriet er den ønskede arkitektur beskrevet således:

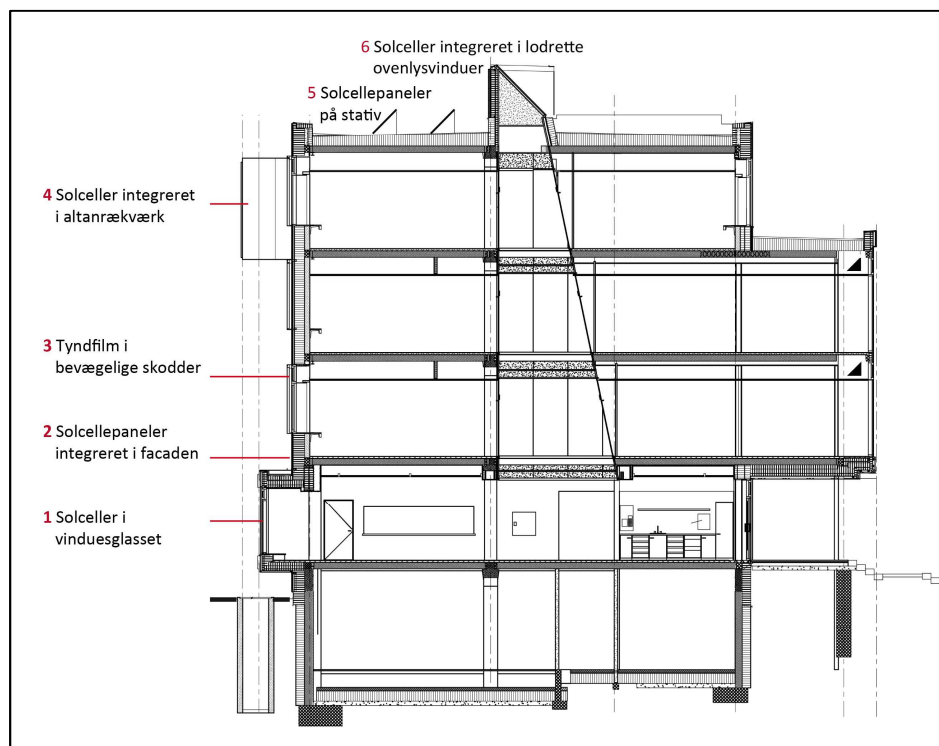
*Det er intentionen at skabe et spændende nybyggeri der fremtræder væsentligt anderledes og fornyende i forhold til den eksisterende bygningsmasse. Med facader som en kontrast og i en spænding der via sit farve og materialevalg er med til at afspejle den tid vi lever i og være med til at accentuere bygningsanlægget som en helhed, samt signalere EnergiMidt som en innovativ virksomhed.*

*Facaden er tænkt som en stor energiskabende facade med solfilm på de bevægelige vindueselementer og monokrystallinske solceller på faste elementer.*

*I kantine og ved møderummene installeres der sort monokrystallinske solceller i glasset.*

I bygningens center er et såkaldt panoptisk rum, der udover at kaste dagslys ind i rummene via ovenlys også fungerer som skorsten for den naturlige ventilation (uddybet i afsnit 3.1.4.2).

I nedenstående snittegning og fotos er vist den principielle opbygning og indretning med det panoptiske rum i centrum. På snittegningen er desuden vist placeringen af solceller på bygningen.



**Figur 2.1** Snittegning med panoptisk rum i centeret af bygningen. ©Årstiderne Arkitekter.



**Figur 2.2** Gangbro i det panoptiske rum, der forbinder nord- og sydvendt del.



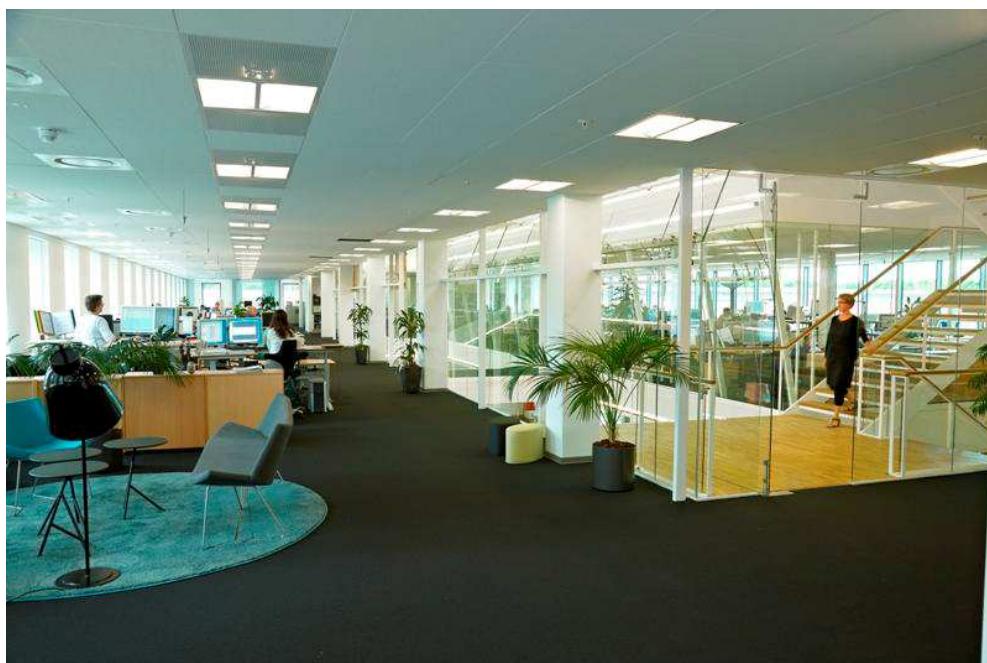


*Figur 2.3 Panoptisk rum set fra kantinen i stueetagen.*

Bygningens 3 kontoretager er alle indrettet som åbne storrumskontor uden skillevægge. På hver etage er desuden toiletter og møderum. Stueetagen rummer kantine, køkken og et enkelt større møderum.



*Figur 2.4 Indretning af nordvendt kontorlokale på 2. sal.*



*Figur 2.5 Indretning af sydvendt kontorlokale på 1. sal.*

Efterfølgende er indsat fotos, der viser, hvorledes den færdige bygning fremstår. Til sammenligning er desuden vist nogle af de visualiseringer, byggeriets arkitekt, Årstiderne Arkitekter, havde udarbejdet. Der ses, at den færdige bygning er meget tæt på at være identisk med arkitektens illustrationer.





Figur 2.6 Visualisering: Facader mod øst og syd udstyret med bevægelige solskodder med tyndfilms solceller samt semi-transparente krystallinske solceller i facade, på altanbrystning og i vinduespartier ved kantine. Desuden installeres et anlæg med traditionelle krystallinske solceller på taget. ©Årstiderne Arkitekter





Figur 2.7 Foto af den færdig bygnings øst- og syd-facade.



Figur 2.8 Foto af bygningens vest- og syd-facade.

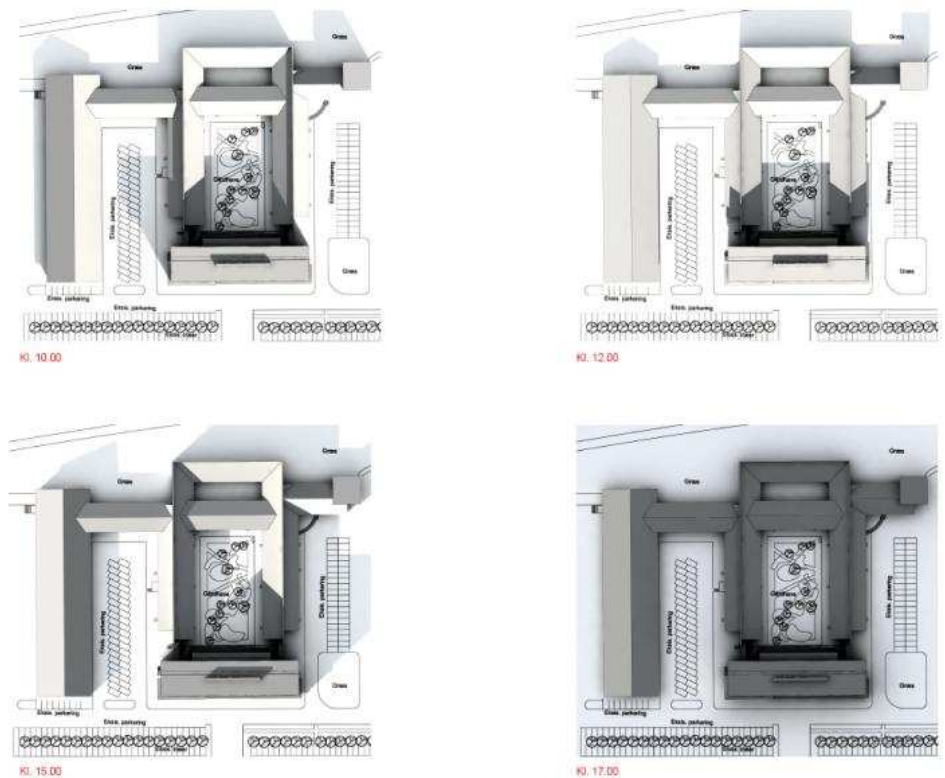
Som det ses af foto og visualisering, er der tale om et byggeri i 4 etager. Der er desuden kælder under byggeriet, og det samlede BBR-indberettede areal udgør 5.214 m<sup>2</sup> hvilket inkluderer kælder.

I forbindelse med projektering af byggeriet blev det beregnet, at meromkostningen ved etablering af et lavenergiklasse 1 byggeri i forhold til at opfylde mindstekravet i BR08, var ca. kr. 11 millioner. Dette forhold var kendt af bestyrelsen da denne traf beslutning om at etablere bygningen efter den skærpede energiramme.

Den faktiske meromkostning er efter byggeriets færdiggørelse af byggeleder Finn Møller anslået til at have udgjort ca. kr. 14 millioner, hvilket altså er ca. kr. 3 millioner mere end det oprindelige estimat.

Årsagen til denne merpris kan tilskrives nogle ændringer, der blev introduceret under byggefasen, som gjorde at konceptet for varmeproduktion måtte revurderes. Dette medførte, at der skulle laves ændringer i en del af de installationer, der allerede var etablerede. Dette forhold er beskrevet nærmere i afsnit 3.1.2.

21. oktober



**Figur 2.9 Visualisering:** I forbindelse med projekteringen af bygningen blev der udarbejdet skyggediagrammer for 4 forskellige tidspunkter af året. Hver af disse simulerer bygningens skyggevirkning på 4 forskellige klokkeslæt. Billedet viser skyggediagrammer for den 21. oktober hhv. kl. 10:00, 12:00, 15:00 og 17:00. ©Årstiderne Arkitekter.

## **2.2 Bygningsdele**

Efterfølgende gives en beskrivelse af bygningens hovedelementer baseret på energimærkningen udarbejdet af energikonsulent Svend Jørgen Skotte.

### **2.2.1 Loft og tag**

Tag er fladt med tagpap. 25 mm mineraluld (hårde batts), 350-450 mm hård kileformet polystyren og 220 mm huldæk. U-værdien for taget er opgivet til 0,08 W/Km<sup>2</sup>

### **2.2.2 Ydervægge**

Ydervægge består af en tung ydervægsopbygning (betonelement bagvæg) med emalit-glas og en tung ydervægsopbygning med skærmtegl. Samlet isolering for ydervæg med glas er 390 mm mineraluld og for ydervæg med skærmtegl er den 350 mm. U-værdierne er opgivet til 0,11 W/Km<sup>2</sup> for ydervæg med glas og 0,16 W/Km<sup>2</sup> for ydervæg med skærmtegl.

Ved skrålys på taget er der anvendt en let ydervæg med 300 mm isolering (U-værdi = 0,16W/Km<sup>2</sup>).

### **2.2.3 Vinduer, døre og ovenlys**

Vinduerne i bygningen er primært to-delt vinduer hvor den øverste del bruges til naturlig ventilation og den nederste enten er fast eller oplukkelig. Vinduerne er 3-lags energiruder med varm kant. U-værdien af ruden er 0,6 W/m<sup>2</sup>K. G-værdien er oplyst til at være 0,41. Vinduerne i stue-niveau er hærdet glas (3-lags).

Vinduerne mod syd i kantinen er faste vinduer med transparente solceller og en øverst oplukkelig del til naturlig ventilation. Samlet set giver alle vinduerne inkl. højisoleret ramme af fabr. Schüco en gennemsnitlig u-værdi på 1,05 W/m<sup>2</sup>K. Linjetabet for vinduerne er opgivet til at være 0,03 W/mK.

Ovenlys er med oplukkelig felt og fast karm. Vinduerne er med en ramme og monteret med 3 lags energirude. U-værdien for ovenlysvinduerne er opgivet til 1,56 W/m<sup>2</sup>K. Linjetabet er opgivet til 0,1 W/mK.

### **2.2.4 Terrændæk**

Terrændækket er 120 mm armeret beton, radon sikring og 350 mm isolering med underliggende kapillarbrydende lag. U-værdi er opgivet til 0,1 W/m<sup>2</sup>K.

### **2.2.5 Kælder**

Kælderydervægge mod jord er med 240 mm betonelement og 300 mm drænplade. U-værdi = 0,12 W/m<sup>2</sup>K for den del af væggen, som ikke er over 2 meter nede i jorden og 0,10 W/m<sup>2</sup>K for den del, der er over 2 meter nede i jorden. Kælderydervægge mod det fri er med 240 mm betonelement og 390 mm mineraluld. U-værdi 0,11 W/m<sup>2</sup>K.

### **3.0 Indpasning af energieffektive løsninger**

I det følgende beskrives de tekniske anlæg, der er etableret, beæggrunde for at anvende de løsninger, der er valgt, samt de resultater, der er opnået med henblik på at realisere et energiforbrug svarende til Lavenergiklasse 1 kriterierne.

#### **3.1 Tekniske anlæg**

Projekteringen af bygningens tekniske anlæg er sket med det fokus, at energirammen på 50 kWh/m<sup>2</sup>, der er kravet til lavenergiklasse 1 byggeri, skal overholdes og at der skal etableres et så optimalt indeklima som muligt under disse betingelser.

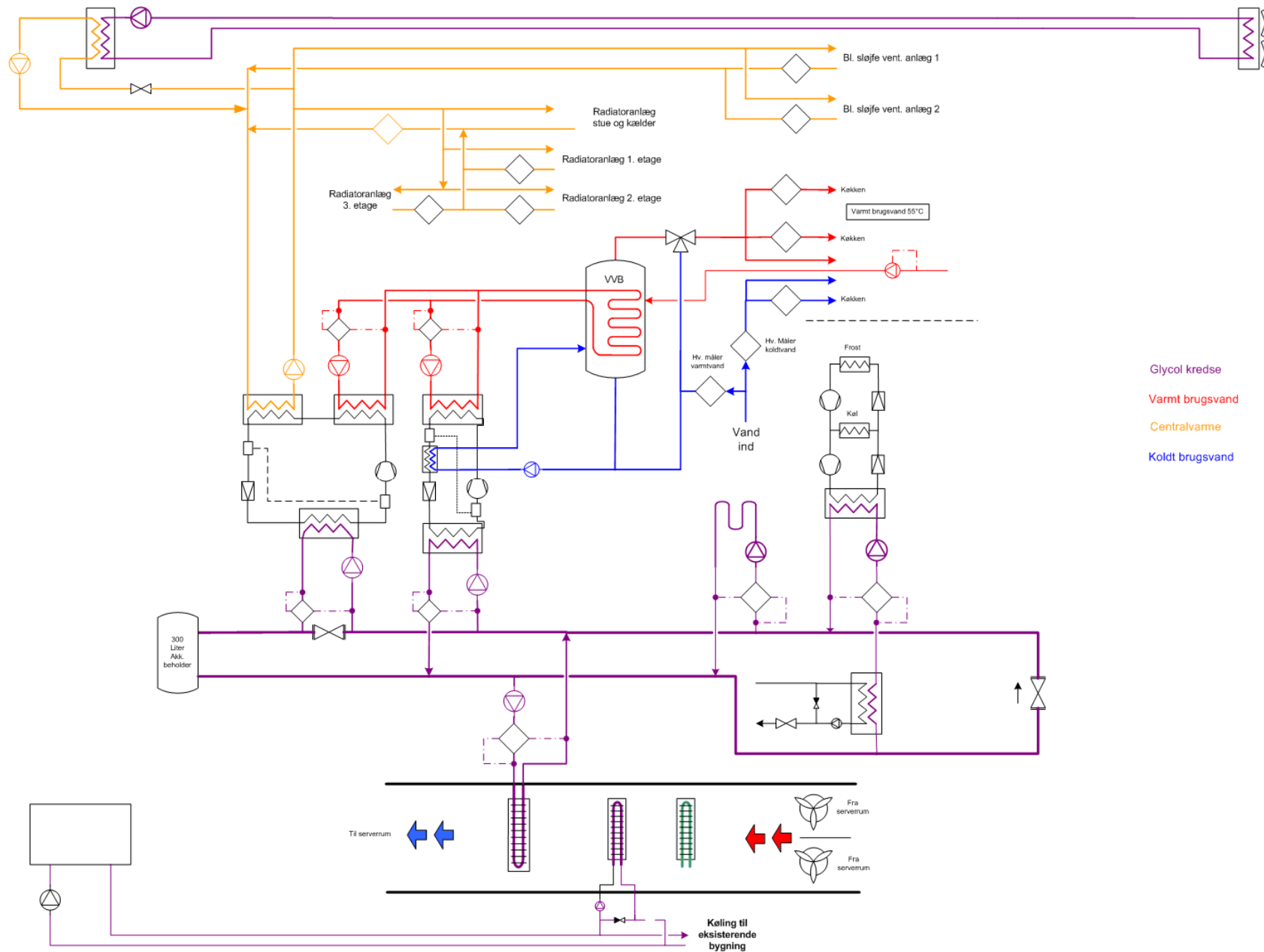
Muligheden for at opretholde et behageligt indeklima med et minimum af energiforbrug er blandt andet søgt indfriet gennem brug af passive tiltag som f.eks. udvendig solafskærmning i form af skodder med solceller indarbejdet i facadeløsningen mod syd, vest og øst samt ved optimal isolering af facaden.

Desuden er etableret et CTS-anlæg der muliggør styring af alle væsentlige energifunktioner, herunder optimering af samspillet mellem naturlig - og mekanisk ventilation og mellem lokale køle- og varmebehov i bygningen.

CTS-anlægget har derudover indbygget funktioner til automatisk styring af lys og til registrering af energiforbrug fordelt på arter og lokaliteter.

Som målsætning for det termiske og atmosfæriske indeklimaet er ambitionsniveauet, at disse skal svare til kategori B (middel forventet niveau) i henhold til DS/CEN 1752 (Ventilation i bygninger-Projekteringskriterier for indeklimaet).

I Figur 3.1 på næste side er indsat diagram, der viser koblingen mellem en del af de tekniske anlæg.



### 3.1.1 Zoneinddeling og driftsformer

Lokalerne i bygningen er inddelt i en række zone, der typisk indeholder 4 – 8 arbejdspladser eller et mødelokale. Hver zone er udstyret med en temperaturføler, CO<sub>2</sub>-føler til registrering af luftkvalitet, en PIR-føler (bevægelsesindikator) og en Luxføler (måling af lysniveau).

I forbindelse med styringen af bygningens klimaparametre vil en zone under normale omstændigheder indtage én af følgende tre driftsformer:

**Unoccupied:** Natdrift. Denne driftstilstand indtræder, når tiden på døgnet ligger indenfor et indkodet nat-tidsprogram i CTS-anlæggets, typisk fra kl. 18.00 til 6.00.

**Stand-by:** Denne driftsform indtræffer, når tidspunktet på døgnet ligger indenfor en indtastet dagdriftsperiode, typisk fra kl. 6.00 til 18.00. I denne tilstand er zonen klar til at regulere; men så længe der ikke registreres personer i zonen fra PIR-føleren, er så mange funktioner som muligt på stand-by med henblik på at spare energi.

**Occupied:** Dagdrift. Når tiden ligger inden for den indtastede dagdriftsperiode, typisk fra kl. 6.00 til 18.00, og der samtidig registreres persontilstedeværelse via zonen PIR-føler, overgår zone fra Stand-by til Occupied. Dette er den normale driftssituation, når der arbejdes i kontorbygningen.

Hvis der i en periode ikke registreres persontilstedeværelse i en zone via dennes PIR-føler, ændres driftstilstanden til "Stand-by", hvilket blandt andet betyder, at lyset i zonen slukkes.

Bygningen er udstyret med en række sikkerhedssystemer, blandt andet brandalarmering (ABA), og ifald der genereres en alarm fra et af disse sikkerhedssystemer, overstyrer det fremkomne alarmsignal alle øvrige indstillinger og tvangsstyrer relevante tekniske systemer til en forudbestemt tilstand.

### 3.1.2 Varmeproduktion

Den primære varmekilde er varmepumper, der genvinder varme fra serverrum. Der er installeret 2 varmepumper på hhv. 120 kW og 20 kW. Førstnævnte anvendes til opvarmning af bygningen mens den mindre varmepumpe tilvejebringer varme til brugsvands via en 1.500 l varmtvandsbeholder.

Som nævnt tidligere var det oprindeligt planlagt at bygningen ikke skulle tilsluttes fjernvarmenettet. Varmeforsyningen skulle derfor tilvejebringes på anden vis, således at brugerne ikke ville opleve nogen komfortreduktion.

De løsninger, der i projekteringsfasen blev udviklet, indeholdt følgende elementer:

1. Udnyttelse af den varme, der bortkøles fra køleanlæg og fra serverrum.
2. Etablering af et jordvarmebaseret varmepumpeanlæg.

Umiddelbart inden byggeriet blev igangsat, blev det besluttet at basere hele opvarmningen på bortkølet varme, og altså ikke etablere jordvarmeanlægget.

Begrundelsen for dette var, at EnergiMidt på dette tidspunkt fandt det nødvendigt at udbygge serverkapaciteten<sup>1</sup> ganske betragteligt, idet driften af en serverpark, der tidligere blev varetaget af en ekstern partner, fremover skulle ske i eget regi som følge af ændrede samarbejdskonstellationer i branchen.

Som følge af denne beslutning blev jordvarmeanlægget taget ud af byggeprojektet, mens kølekapaciteten af serverrummene blev udvidet. Da der imidlertid efterfølgende skete en betragtelig konsolidering af el- og energiselskabernes bredbåndsaktiviteter, havde situationen ændret sig markant, inden bygningen blev idriftsat.

På dette tidspunkt havde 14 energiselskaber, heriblandt EnergiMidt, nemlig etableret det fælles selskab Waoo!, der blandt andet har til opgave på vegne af de 14 selskaber at udvikle og markedsføre internetbaserede produkter og tjenester, samt at administrere kundemassen.

I regi af Waoo! er etableret en række centrale driftscentre, der også varetager serverdriften. Dette har betydet, at den hjemtagning af servere, der var begrundelsen for at udelade etableringen af jordvarmeanlægget, alligevel ikke fandt sted.

Da der som følge af disse ændringer ikke længere ville være muligt at inddække hele varmebehovet, blev varmesystemet etableret på en sådan måde, at det er muligt at supplere bortkølet varme fra den nu reducerede serverkapacitet med fjernvarme.

### **3.1.3 Varmefordelende anlæg**

Den primære opvarmning af bygningen sker gennem radiatorer. I toiletter og omklædningsrum er dog etableret gulvvarmeanlæg.

Da de valgte varmeproducerende løsninger indebærer, at fremløbstemperaturen til de varmeafgivende kilder i bygningen er lavere end i traditionelle varmeanlæg, er arealet af radiatorernes varmeflader øget.

---

<sup>1</sup> Disse servere betjener EnergiMidt's fibernet, gennem hvilket der leveres internet, TV og telefoni til de tilkoblede kunder i forsyningsområdet. Der er altså ikke tale om serverkapacitet for bygningens medarbejdere.

Styringen af varmeanlæggene sker via CTS-anlægget, hvor hver etage i bygningen er opdelt i et antal zone, der typisk dækker 4 til 8 arbejdspladser.

For hver af disse zoner er indstillet et set-punkt for temperaturen, der derefter reguleres ud fra temperaturfølere nedhængt fra loftet, der ligeledes er opsat på zone-niveau.

Efter en del overvejelser blev det besluttet, at set-punkterne for temperaturen ikke skal kunne ændres direkte af brugerne. Dette skyldes, at den praktiske værdi af dette blev vurderede at være begrænset, da der ikke er nogen fysisk opdeling mellem zonerne.

### **3.1.4 Ventilation**

For at sikre og kontrollere den ønske luftudskiftningen i bygningen, er dels etableret et mekanisk ventilationsanlæg og dels er det muligt at udnytte naturlig ventilation.

#### **3.1.4.1 Mekanisk ventilation**

Den mekaniske ventilation af storrumskontorer og møderum sker ved hjælp af et centralt anlæg med roterende varmeveksler placeret i bygningens kælder. Fra kælderen er ført 2 sæt hovedkanaler op gennem bygningens etager, et sæt for syd- hhv. nordsiden af bygningen.

På etagerne er ventilationen efterfølgende afgrænset i henhold til den zoneinddeling, der er lavet. Hver zone er udstyret med reguleringsspjæld, der tilpasser åbningsgraden i henhold til det aktuelle behov i den konkrete zone. Reguleringsspjældene i en given zone er lukkede, hvis der ikke er ventilationsbehov i denne.

Hastigheden på ventilationsanlæggets motorer reguleres via frekvensomformere. Reguleringen kan ske enten ud fra den samlede åbningsgrad af zonespjældene eller ud fra et setpunkt for differenstryk i ventilationsanlæggets hovedkanaler.

Det sikres derved, at ventilationsmotorernes hastighed – og dermed elforbruget - aldrig er højere en nødvendigt med henblik på at tilvejebringe den luftmængde, der er påkrævet for at opretholde det ønskede luftskifte.

Udover det centrale anlæg til varetagelse af komfort-ventilation, er der installeret et ventilationsanlæg med krydsvarmeveksler for køkkenet samt et ventilationsanlæg for serverum. Sidstnævnte er koblet sammen med den varmepumpe, der genvinder varme fra serverum til efterfølgende opvarmning af bygningen.

Desuden er der 5 mindre ventilationsanlæg, der betjener specifikke områder, så som toiletter og arealer med printere og servere. Disse anlæg er placeret på bygningens tag.



### 3.1.4.2 Naturlig ventilation

Med henblik på at spare energi ventileres og køles bygningen ved hjælp af naturlig ventilation, når dette er muligt.

Den naturlige ventilation tilvejebringes på følgende måde:

- Den øverste del af vinduerne i facaden er placeret over loftsniveau. Denne del er oplukkelig via et indbygget motorstyret spjæld, der åbnes når betingelserne for naturlig ventilation er opfyldt.
- Udeluft trænger ind gennem disse spjæld og fordeler sig henover det nedhængte loft.
- På udvalgte steder i loftet er indsat perforerede plader, hvorigennem den kølige luft trænger ned og opblandes med rumluften.
- For at sikre det nødvendige drivtryk, er der centralt i bygningen et panoptisk rum, der fungerer som skorsten. Når spjældene i facaden åbnes, åbnes også spjæld mellem kontorlokalet og det panoptiske rum, ligesom ovenlysvinduer i toppe af det panoptiske rum åbnes.



**Figur 3.2 Spjæld i det panoptiske rum.**

- Åbningsgraden af spjæld og ovenlys i det panoptiske rum er styret af åbningsgraden af spjældene i facaden.
- Hvis der er behov for yderligere drivtryk, er det muligt at opstarte 2 udsugningsventilatorer.

Den naturlige ventilation frigives til drift, når følgende betingelser er opfyldt:

- Udetemperaturen er højere end et indstilleligt setpunkt - aktuelt 12°C - og lavere end rumtemperaturen.
- Den aktuelle vindretning og vindhastighed gør, at der ikke er risiko for, at luftstrømmen reverserer.
- Det er tørvejr, da der i tilfælde af regn er risiko for vandindtrængning på lofter.

Disse vejrtilstande monitoreres løbende ved hjælp af en vejrstation opsat på taget af bygningen.

Udover vejrmæssige betingelser, er der desuden for hver etage muligt at indstille en tidsperiode, hvor den naturlige ventilation ikke må frigives. Denne funktion anvendes blandt andet til at sikre, at støj fra kantinen i forbindelse med frokosten, er mindst muligt generende for resten af bygningen.

Kantinen er placeret i bunden af det panoptiske rum, og hvis spjældende mellem det panoptiske rum og kontorlokalerne er åbne, har det vist sig at give anledning til støj specielt på 1. sal. Dette er grunden til, at denne betingelse efterfølgende blev implementeret i styringen af den naturlige ventilation.

Udover at ventilere bygningen når denne er i drift, anvendes den naturlige ventilation også til at nedkøle bygningen i nattetimerne. Den køling af bygningskomponenterne, der herved sker, gør at bygningen i dagtimerne er i stand til at akkumulere en del varme, og rumtemperaturen derved kan holdes på et for brugerne komfortabelt niveau.

### **3.1.4.3 Styring**

Styringen af ventilationen og optimering af samspillet mellem naturlig- og mekanisk ventilation sker ved hjælp af bygningens CTS-anlæg.

Ventilationen kan reguleres individuelt i de enkelte zoner. Hvorvidt der er ventilationsbehov i en given zone bestemmes dels ud fra krav til luftkvalitet i henhold til CO<sub>2</sub>-måling og dels ud fra behov for nedkøling.

Når der et sted i bygningen er indikeret ventilationsbehov ud fra én af disse årsager, bestemmer CTS-anlægget ud fra en række parametre, hvorvidt det er den mekaniske eller den naturlige ventilation, der skal i spil.

Hvis den naturlige ventilation er frigivet til drift i henhold til de betingelser, der er nævnt i foregående afsnit, vil denne have prioritet over den mekaniske, da der derved spares elektrisk energi.

Anvendelsen af den naturlige ventilation indebærer desuden, at støjniiveauet i bygningen reduceres, da drift af den mekaniske ventilation giver anledning til en svag baggrundstøj i de zoner, der ventileres.

Hvis den naturlige ventilation ikke er frigivet til drift, vil det i stedet være den mekaniske ventilation, der aktiveres.

Som tidligere nævnt ventileres toiletter og områder med printere altid med separate, mekaniske ventilationsanlæg. Derudover har bygningen nogle lokaler, typisk små møderum, der er centralt beliggende og altså ikke støder op mod en facade.

For disse rum er der ikke etableret separate mekaniske ventilationsanlæg som tilfældet er for toiletter og printerarealer, og da de grundet deres placering ikke kan betjenes af naturlig ventilation, bliver de ved behov ventileret ved hjælp af den centrale mekaniske ventilation.

I disse tilfælde sikre motorstyrede spjæld at der ikke ventileres mekanisk i de zoner, hvor den naturlige ventilation er aktiveret, og da energiforbruget til den mekaniske ventilation er behovsstyret, er dette dermed forbundet med et så lavt energiforbrug som muligt.

### 3.1.4 Solcelleanlæg

EnergiMidt er blandt de danske energiselskaber, der gennem længst tid har søgt at fremme anvendelsen af solcelleanlæg i Danmark, og selskabet har således i en årrække haft personale ansat, der udelukkende er dedikeret udvikling, salg og etablering af disse elproducerende anlæg.

Med udgangspunkt heri og i det faktum, at solceller har en betydelig positiv indflydelse i forhold til opfyldelsen af energiramens krav, blev det besluttet at bygningen skulle udstyres med solcellemoduler, der, udover at være elproducerende, også ville udgøre en markant del af bygningens arkitektur og desuden medvirke til opnåelse af det ønskede indeklima.

På denne baggrund er etableret følgende solcelleanlæg:

- Et traditionelt solcelleanlæg monteret på bygningens tag.
- På facader orienteret mod syd, øst og vest er integreret solceller. Disse fremstår i en sort nuance og udgør et væsentligt element i bygningens arkitektoniske udtryk.
- I kantineområdets termoruder og i glasværn på altan er integreret krystallinske solceller.
- Endelig er bygningen udstyret med solskodder, der har integrerede solceller. Solskodderne kan skydes for vinduer orienteret mod syd, øst og vest.

I efterfølgende tabel er præsenteret en oversigt over solcelleanlæggene .

Solcelleanlæg på EnergiMidts administrationsbygning [kWp]				
Placering	Orientering			Sum
	Øst	Syd	Vest	
Kantinen	1,12	6,46		7,58
Værn på altan		1,33	0,57	1,90
Solskodder	1,46	9,27	1,46	12,20
Facader	1,97	13,92	1,96	17,85
Tag 30°		12,58		12,58
Tag 90°		7,24		7,24
Sum	4,56	50,80	4,00	59,35

På næste side er indsat foto af de forskellige solcelletyper, der er anvendt.



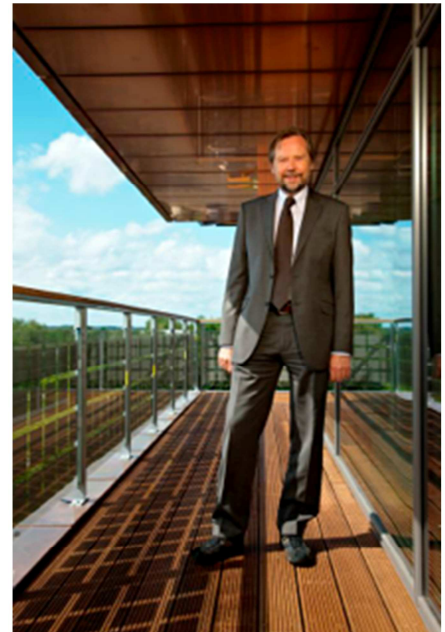
*Figur 3.3 Solceller integreret i termoruder – sydvendt.*



*Figur 3.4 Solskoder monteret med tyndfilmsolceller.*



*Figur 3.6 Solceller integreret i termoruder mod øst.*



*Figur 3.7 Solceller i altanværn.*



*Figur 3.5 Krystallinske solceller integreret i facaden.*

### **3.1.5 Køleanlæg**

Der er som nævnt ikke etableret komfort-køling i bygningen; men det har dog alligevel været nødvendigt at etablere et større køleanlæg til bortkøling af varme fra serverrum i de situationer, hvor der ikke er varmebehov i bygningen.

Til dette formål er etableret et CO<sub>2</sub>-baseret hybridkøleanlæg med en samlet kølekapacitet på 100 kW. Udviklingen af dette anlæg er sket som en del af et F&U projekt under ledelse af Teknologisk Institut og med deltagelse af nogle af landets førende eksperter på området, repræsenteret ved Birton A/S, Flexcoil A/S, DTU og Alfa Laval.

Forenklet beskrevet er princippet i dette køleanlæg, at varme fra serverrum udnyttes som middel til at drive CO<sub>2</sub> rundt i en kølekreds, hvorved anvendelsen af energi til drift af kompressor kan undgås i en stor del af året.

Det blev i forbindelse med F&U-projektet estimeret, at det ville være muligt at opnå en elbesparelse på 65 % i forhold til et traditionelt, mekanisk køleanlæg.

Udover dette køleanlæg er desuden etableret et 130 kW nødkøleanlæg, der kan bortkøle varme fra serverrum ifald øvrige kølemuligheder ikke er til stede på grund af nedbrud eller vedligeholdelse.

### **3.1.6 Belysning**

Belysning sikres dels gennem lysindfald fra vinduer og dels ved elektrisk lys.

#### **3.1.6.1 Vinduer**

På bygningens facader mod øst, syd og vest er monteret traditionelle vinduer; mens der mod nord er tale om en samlet glasfacade, der måler 26,7 m x 2,63 m.

Når der alene er valgt at installere et større glasareal mod nord, skyldes det, at der med denne orientering ikke er risiko for utilsigtet opvarmning fra solindfald, der efterfølgende vil generere et stort ventilationsbehov.

Analog hermed sikres der ved at minimere glasarealerne mod øst, syd og vest dels lavere varmetab i opvarmningssæsonen og dels minimeres ventilationsbehovet i sommerhalvåret. Vinduerne her har for størstedelens vedkommende en lysning på 1,15 m x 1,71 m. Mod øst og vest er på hver etage desuden et dobbeltfag, der måler 2,35 m x 1,71 m

I kontorzonerne udgør vinduesarealerne følgende andel af de synlige vægarealer: ca. 36 % mod øst og vest, ca. 31 % mod syd og ca. 94 % mod nord.

For at forhindre blænding og refleksion fra solindfald, er der på kontoretagerne installeret bevægelige solskodder ved øst-, syd- og vestvendte vinduer. I stueetagen er der ikke solskodder, i stedet anvendt vinduer med integrerede solceller. Som det ses af efterfølgende foto giver de integrerede solceller anledning til et spændende skyggespil i kantine.





**Figur 3.6 Skyggespil fra solceller i kantineområdet.**

Solskoderne på kontoretagerne styres automatisk ud fra løbende registrering af solindstrålingen. Til dette formål er installeret i alt 4 solindstrålingsmålere, således der sker separat registrering mod hver af de retninger, bygningens facader er orienteret imod.

Solskoddene består af semi-transparente tyndfilmsolceller, således der udover at ske dæmpning af solindstrålingen også produceres elektricitet. Efterfølgende er indsat et foto af en af solskoderne, hvor denne er ved at køre for vinduet. Fotoet giver et indtryk af, at den grad af udsyn, der er, når solskoderne er kørt for vinduerne.



**Figur 3.7 Illustration af udsyn gennem solskodder.**

For at forhindre hyppige bevægelse af skodderne på dage med hurtigt drivende skyer, er der indlagt dødtider på såvel frem- som tilbagekørsel af skoddet. Længden af disse dødtider (også benævnt hysteres) indstilles centralt i CTS-anlægget.

Det er planlagt, at den enkelte bruger skal have mulighed for at overstyre det solskod, der er placeret ud for vedkommendes vindue, og således selv bestemme, om skoddet skal være kørt for eller fra.

Ved tidspunktet for udarbejdelsen af nærværende rapport, var denne funktionalitet dog endnu ikke implementeret.

### **3.1.6.2 Elektrisk lys**

Den elektriske belysning sker for størstedelens vedkommende fra loftsarmaturer.

Den elektriske belysning styret via PIR- og Luxfølere tilsluttet CTS anlægget. Lyses tænder zonevis, når den pågældende zones er i driftstilstanden "Occupied" samtidig med, at luxføleren registrere, at lysniveauet er under et indstillet setpunkt.

Lyskildernes styrke er modulerende, således de armaturer i en zone, der er placeret tæt ved vinduer f.eks. kan afgive mindre lys, end de, der sidder ind mod bygningens center.

Den elektriske belysning i en zone slukkes, når der enten ikke har været registreret bevægelse i 15 minutter of zonen dermed går i "Stand-by", eller når Luxføleren registrere, at lysniveauet overstiger det indstillede setpunkt.

En typisk zone har 9 lysarmaturer og omfatter 4 arbejdspladser. Hvert armatur har 2 stk. 24 W lysrør med HF-kolbling som lyskilde, hvilket altså betyder, at elforbruget til belysning i en zone maksimalt modsvarer 432 W.

Det er ikke muligt for brugerne manuelt at overstyrer den driftstilstand, CTS anlægget har valgt for en given zone. Brugere kan dermed hverken tænde eller slukke belysningen.

Udover loftsbelysningen er der i sjældne tilfælde monteret en arbejdslampe direkte ved en arbejdsplads. Disse arbejdslamper tændes/slukkes manuelt af brugeren.

I projekteringsfasen var det planlagt, at der skulle gøres mere udstrakt brug af arbejdslamper, men det viste sig at loftsbelysningen – som oprindeligt var tænkt alene som grundbelysning – uproblematisk også kunne tilvejebringe arbejdsbelysning. Som det senere vil fremgå, vil den oprindelige tanke med anvendelse af arbejdslamper muligvis kunne medvirke til reduktion af elforbruget.

## **3.2 Driftserfaringer**

I dette afsnit beskrives de erfaringer, driftspersonalet og medarbejdere har gjort med de tekniske anlæg. Afsnittet vedrører først og fremmest tekniske

aspekter; mens forhold vedrørende brugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed behandles separat i afsnit 4.

### **3.2.1 Indkøring af anlæggene**

Bygningen blev taget i brug i juni måned 2010, og det var på forhånd forventet, at der ville være en indkøringsperiode for de tekniske systemer på minimum et år.

At der var tale om en udfordrende opgave, stod hurtigt klart, idet en række forhold straks påkaldte sig opmærksomhed. Disse er beskrevet efterfølgende.

#### **3.2.1.1 Nedstyrtende glasspjæld**

På grund af en konstruktionsfejl i hængslingen af de oplukkelige glasspjæld (som vist i Fig. 3.5) i det panoptiske rum skete der nedstyrtning af 5 af disse. Da dette i værste fald ville kunne forårsage dødsfald, blev området under det panoptiske rum straks afspærret, og konstruktionen ændret.

Efter et halvt år skete imidlertid endnu et nedfald af et af disse glasspjæld, denne gang forårsaget af et brud i den kæde, der kører spjældet op og i. Dette betød, at alle spjældene blev kørt til åben position og sikret med plast-strips, da denne stilling er den, der er mindst belastende, og fremtidige uheld indtil en permanent løsning er fundet, dermed kan undgås.

Desværre har ovenstående betydet, at det ikke er muligt at opnå fuld synergi mellem mekanisk og naturlig ventilation, da de åbentstående spjæld gør, at det ikke er muligt at styre luftstrømmene som ønsket.

Der forventes implementeret en sikker og permanent løsning på dette problem i første halvår af 2012, hvorefter det igen er muligt at regulere ventilationen efter hensigten. I forbindelse med udvælgelse og kvalitetssikring af løsningen er eksternt ekspertise inddraget.

#### **3.2.1.2 Styling af solskodder**

De bevægelige solskodder styres af indstrålingsmålere orienteret mod respektive retninger. For at undgå hyppige bevægelser af skodderne, var der fra starten indlagt en forsinkelse, således skodderne først kører for vinduerne, når solindstrålingen har været over et indstilleligt setpunkt i 15 minutter.

På samme vis skulle skodderne først køre fra vinduerne, når solindstrålingen havde været under setpunktet i 15 minutter.

Det viste sig imidlertid nødvendigt at ændre på disse indstillinger, da brugerne ofte oplevede generende solindfald, specielt på dage med hurtigt drivende skyer. Ligeledes forekom det, at solskodderne var i modfase med solindstrålingen; og dermed var kørt fra, når solen skinnede og for, når der var skyet.



Dette problem blev løst ved at ændre forsinkelsen til 3 minutter inden skodderne kører for vinduerne hhv. 5 minutter inden de kører fra. De viste sig specielt nyttigt at sætte forsinkelsen på kørslen for vinduerne lavt, da selv en kort periode med solindfald er stærkt generende.

### **3.2.1.3 Kuldenedfald og trækgener**

De største udfordringer i relation til sikring af et behageligt indeklima, har relateret sig til ventilationen, idet en del bruger har oplevet kuldenedfald og trækgener.

#### Naturlig ventilation

I de perioder, hvor den naturlige ventilation har været i drift, er årsagen til problemet indkredset til, at den friske luft, der kommer ind gennem spjældende over det nedhængte loft, "falder ned" gennem de perforerede plader, der er tættest ved facaden, og altså ikke i så stor udstrækning som ønsket fordeler sig hen over loftet, inden den trænger ned i lokalet.

For at eliminere dette problem er der planlagt forsøg med indlægning af et filtermateriale over de perforerede loftsplader tættest ved vinduerne, således differenstrykket over disse stiger og en mindre mængde luft derfor trænger igennem.

Det har desværre ikke været muligt at igangsætte dette forsøg indenfor tidsrammen for nærværende ELFORSK-projekt, da den naturlige ventilation har været ude af drift på grund af de tidligere beskrevne forhold omkring de nedstyrtende glasspjæld.

#### Mekanisk ventilation

I de perioder, hvor den mekaniske ventilation har været i drift, er der flere steder i bygningen klaget over trækgener. For at eliminere dette, har det været nødvendigt at hæve indblæsningstemperaturen fra ventilationsanlægget til 20 °C, hvilket dog har reduceret køle-kapaciteten betragteligt.

I henhold til leverandørens oplysninger, skulle der med det anvendte indblæsningsarmatur kunne indblæse med en undertemperatur på 12 °C uden at dette skulle give anledning til trækgener, så EnergiMidt er aktuelt i dialog med leverandøren med henblik på at indkredse og eliminere de forhold, der forårsager træk.

Et andet forhold, der kan have medvirket til trækgenerne og som givetvis har vanskeliggjort en præcis styring af den mekaniske ventilation, er det forhold, at der i zonespjældende er indsat en fysisk begrænsning, der gør at disse ikke lukkede fuldstændig i, selv om der var givet lukkesignal fra CTS-anlægget.

Det er besluttet, at denne begrænsning skal fjernes, således det bliver muligt at have fuld kontrol over zonespjældendes åbningsgrad via CTS-anlægget.

#### Andre gener i relation til mekanisk ventilation

Udover problemer med kuldenedfald og trækgener, var der i de første måneder af driftsperioden også brugere, der var meget generet af støj fra den mekaniske ventilation og af trykken i ørene.

Disse gener blev afhjulpet ved dels at påføre yderligere isolering på en del af ventilationskanalerne og dels gennem en mere præcis indregulering af ventilationens reguleringspjæld.

#### Kuldenedfald ved nordvendt glasfacade

En del af brugerne placeret ved den nordvendte glasfacade har oplevet kuldenedfald fra vinduespartiet på de tidspunkter i vinterhalvåret, hvor CTS-anlægget lukker ned for radiatorvarmen.

Dette sker typisk op ad dagen, hvor det varmebidrag, der kommer fra personilstedeværelse og elektrisk lys, får rumtemperaturen til at stige til et niveau, hvor der ikke er behov for varmetilførsel fra radiatorerne.

Aktuelt er der ikke udviklet nogen løsning på denne problemstilling.

### **3.2.2 Driftspersonalets erfaringer og anbefalinger**

På tidspunktet for denne rapport's udarbejdelse, havde bygningen været i drift ca. halvandet år. Da der dermed er tale om en forholdsvis lang periode, blev det fundet meget relevant at indhente og videreformidle de oplevelser og erfaringer, driftspersonalet har haft fra opstarts- og den efterfølgende driftsfase.

De efterfølgende udtalelser er givet af maskinmester Thomas Busk Rohde, der er energirådgiver hos EnergiMidt, og som har været ansvarlig for implementering af bygningens tekniske systemer:

- Vær forberedt på, at idriftsættelsen af en bygning med så mange og forskelligartede tekniske systemer som tilfældet er her, tage væsentlig længere tid end en traditionel bygning.

Det er vigtigt, at der er en forståelse for dette, både blandt medarbejderne og blandt ledelsen.

- Da der er tale om et udviklingsprojekt, der både beskæftiger sig med hel ny teknologi og med nye kombinationer af eksisterende, skal man være forberedt på, at der er tale om en tids- og ressourcemæssig stor opgave, hvor mange systemer og løsninger ikke kan indkøbes som hyldevarer; men skal udvikles ad hoc i projektet.
- Det er vigtigt at overveje, i hvor høj grad man selv ønsker at medvirke i udvikling og implementering af nye energimæssige løsninger.

EnergiMidt er en virksomhed, hvis kernekompetencer relaterer sig til teknik og energirådgivning. Der er derfor ansat personale med specifik viden på de områder, der skal bringes i spil for at få en bygning med så komplekse og sammensatte tekniske systemer som denne, til at fungere.

Havde EnergiMidt i stedet haft et andet forretningsgrundlag – f.eks. boligudlejning, liberalt erhverv, handel & service etc. – vil det være meget svært at se, hvordan man internt skulle løfte de opgaver, der har manifesteret sig, og i så fald ville man formentlig være bedre stillet ved at energimæssige løsninger indgår som en del af byggeprojektet.

### **3.3 Energiforbrug – beregnet og faktisk**

I dette afsnit præsenteres resultatet af de beregninger og målinger, der er udført vedrørende bygningens energiforbrug, ligesom det er vurderet, hvilken årlig energibesparelse, der er opnået gennem de gjorte tiltag.

For at undersøge, om det oprindeligt beregnede reducerede energiforbrug er opnået i praksis, er 2 forskellige indgangsvinkler taget i anvendelse, dels er udarbejdet et energimærke for bygningen og dels er indsamlet nogle konkrete målinger for et faktisk driftår.

#### **3.3.1 Lavenergiklasse 1**

På tidspunktet for byggeriets projektering, var standardkravet i bygningsdirektivet (BR08), at det årlige behov for tilført energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning beregnet i henhold til BE06 maksimalt måtte udgøre  $95 + 2.200/\text{areal kWh/m}^2/\text{år}$ .

Da bygningens samlede, opvarmede areal udgør  $5.199 \text{ m}^2$  betyder det, at det beregnede nøgletal for energitilførsel bliver  $95 + 2.200/5.199 = 95,4 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ .

Det tilsvarende krav til et lavenergiklasse 1 byggeri var på daværende tidspunkt, at behovet for tilført energi skulle halveres, hvilket altså giver et nøgletal på  $47,7 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$ .

I absolutte tal vil dette teoretisk set betyde, at der ved en reduktion af energiforbruget fra BR08 til Lavenergiklasse 1 standard opnås en årlig energibesparelse på ca. 248 MWh.

#### **3.3.2 Beregning i forbindelse med byggetilladelsen**

I forbindelse med den BE06 beregning, der blev udarbejdet på tidspunktet for byggetilladelsen, blev det årlige energiforbrug til bygningsdriften beregnet til  $43,4 \text{ kWh/m}^2$ , hvilket altså er lavere end kravet på  $47,4 \text{ kWh/m}^2$ .

Sammenlignes værdien på  $43,4 \text{ kWh/m}^2$  med mindstekravet til standardbyggeri på  $95 \text{ kWh/m}^2$ , ses det, at energiforbruget nu kun udgør 45,7 % og der dermed er en besparelse på 54,3 %.

Indregnes denne forbedring i ovenstående beregning over den opnåelige årlige energibesparelser i absolutte værdier, vil denne blive på ca. 270 MWh/år.

### 3.3.3 Energimærkning

Under byggefasen blev udarbejdet en energimærkning af energikonsulent Svend Jørgen Skotte fra firmaet Alectia A/S. Energimærkningen basere sig på et samlet opvarmet areal for bygningen på 5.199 m<sup>2</sup>.

Baseret på sine iagttagelser og målinger på bygningens komponenter, når Svend Jørgen Skotte frem til følgende konklusion:

På grundlag af besigtigelsen vurderer energikonsulenten, at konstruktioner og installationer, som har betydning for bygningens energieffektivitet, afviger fra byggetilladelsen.

Det vurderes, at bygningens energiforbrug opfylder Bygningsreglementets krav til lavenergiklasse 1, som det er forudsat i byggetilladelsen. Men det beregnede energiforbrug er 27,1 kWh/m<sup>2</sup> pr. år, hvilket er bedre end de 43,4 kWh/m<sup>2</sup> pr. år, som er angivet i byggetilladelsen.

Det ses altså, at kravet til lavenergiklasse 1 byggeri er opfyldt, og at det i forbindelse med energimærkningen beregnede energiforbrug er væsentlig lavere end det, der blev udregnet i den oprindelige BE06 beregning.

Det beregnede energiforbrug på 27,1 kWh/m<sup>2</sup> pr. år udgør 28,5 % af mindstekravet til standardbyggeri, og besparelsen bliver dermed så høj som 71,5 %.

En medvirkende årsag til at det beregnede forbrug er så lavt som tilfældet er, kan tilskrives det forhold, at der er etableret solcelleanlæg på bygningen. Virkningen af solcelleanlægget på energimærkningen er således en reduktion svarende til 2,5 gange den teoretiske elproduktion.

Det kan i øvrigt bemærkes, at det forhold, at det i energimærkningen beregnede energibehov er lavere end det, der blev beregnet i forbindelse med byggetilladelsen, giver anledning til en afvigelse i energimærkningen. I dette tilfælde er dette dog ikke et negativt tegn; men blot et udtryk for de retningslinjer, der er opstillet til energimærkningen.

### 3.3.4 Målinger af faktisk forbrug

I bygningen er opsat en række elmålere, der gør det muligt at registrere forbrug opdelt på forskellige forbrugsarter. Disse målere er tilkøbet CTS-anlægget, således der ideelt set kan ske en løbende registrering og præsentation af forbruget.

Med henblik på at sammenligne de tidligere beregnede specifikke forbrug med de faktisk realiserede, er der i efterfølgende tabel indsat nøgletal for forbrugskategorierne varme, ventilation, lys og kraft/edb.

Indsamling af disse forbrugsdata er beskrevet udførligt i rapporten "Validering og analyse af forbruget i EnergiMidt A/S kontorbygning" der er udført som et bachelorprojekt ved Aarhus Maskinmesterskole og indsat som bilag 2.

Beregnete nøgletal for 2011		
Årsforbrug 2011		
Kategori	kWh	kWh/m <sup>2</sup> /år
Ventilation	32.222	6,20
Belysning	72.975	14,03
Varmepumper	50.509	9,70
Fjernvarmeforbrug	105.565	20,30

Baseret på disse værdier kan det beregnes, hvorvidt det har været muligt i praksis at overholde kravet til Lavenergiklasse 1 byggeri.

I forbindelse med beregningen, skal forbrug til ventilation og belysning multipliceres med faktor 2,5; mens produktionen fra solceller kan fratregkes, ligeledes multipliceret med faktor 2,5.

Energiramme 2011 i enheden kWh/m<sup>2</sup>/år:

$$(2,5 \times (6,20 + 14,03)) + 9,70 + 20,30 + 17,08 - (2,5 \times 4,94) = 82,2$$

Det kan dermed konstateres, at det for det pågældende år ikke har været muligt at indfri kravet til Lavenergiklasse 1, idet forbruget på 82,2 kWh/m<sup>2</sup>/år ligger væsentlig over den tidligere beregnede grænse på 47,9 kWh/m<sup>2</sup>/år.

En af årsagerne til at det faktiske forbruget er højere end de beregnede, kan formentlig tilskrives det forhold, at bygningen har været under indkøring i den periode, der er på tale.

Virkningen af dette er afspejlet i figur 3.8, der viser det månedlige elforbrug på udvalgte tekniske anlæg i 2011.

Derudover vurderes det muligt at gennemføre yderligere optimeringer med henblik på at opnå energibesparelser, således at det realiserede forbrug kan nærme sig Lavenergiklasse 1 kravet. Disse tiltag er beskrevet i det efterfølgende afsnit.

I forhold til de præsenterede værdier i tabellen kan det i øvrigt bemærkes, at det i praksis ikke har været muligt at opdele forbrug til EDB og kraft, på trods af, der er etableret separat kabling og måling til hver af disse kategorier. Dette skyldes, at brugerne anvender kraft- og EDB strømudtag i flæng.

### **3.4 Tiltag for opnåelse af yderligere besparelser**

I forbindelse med projektet er der gjort overvejelser over, hvilke tiltag der fremadrettet kan søges implementeret med henblik på at reducere energiforbruget i bygningen.

Indsatsen for at iværksætte tiltag, der kan sikre yderligere energibesparelser, vil fortsætte løbende efter afslutningen af ELFORSK-projektet.

### 3.4.1 Elektrisk lys

For så vidt angår det elektriske lys, vil styringen blive søgt optimeret, da det som nævnt har vist sig, at der ikke i alle tilfælde sker den modulerende lysafgivelse, der oprindeligt var tiltænkt; men alene en on/off regulering, hvor lyset enten er tændt på fuld styrke eller slukket.

Som det desuden fremgår af afsnit 4.3.1.9, er den elektriske belysning endvidere tændt hovedparten af tiden, også på tidspunkter af året, hvor der normalt er tilstrækkelig med dagslys.

Der er således tale om en væsentlig besparelsesmulighed, som burde kunne realiseres, eventuelt ved at gøre mere udstrakt brug af arbejdslamper som supplement til den automatisk styrede loftsbelysning.

### 3.4.2 Ventilation

For ventilationens vedkommende vil optimeringstiltagene være rettet mod to områder:

- Maksimering af anvendelsen af den naturlige ventilation. Her vil det blive undersøgt, om der gennem ændringer i frigivelsesparametrene for denne kan spares elforbrug til mekanisk ventilation uden at dette influerer på brugerens oplevelse af indeklimaet.
- Ændret styringsstrategi for den mekaniske ventilation. Aktuelt er den mekaniske ventilation – såvel via CTS-anlægget som en fysiske begrænsning indsat i spjæld – indstillet således, at der tilvejebringes en minimumsåbning af spjældene på ca. 20 % af maksimal åbning.

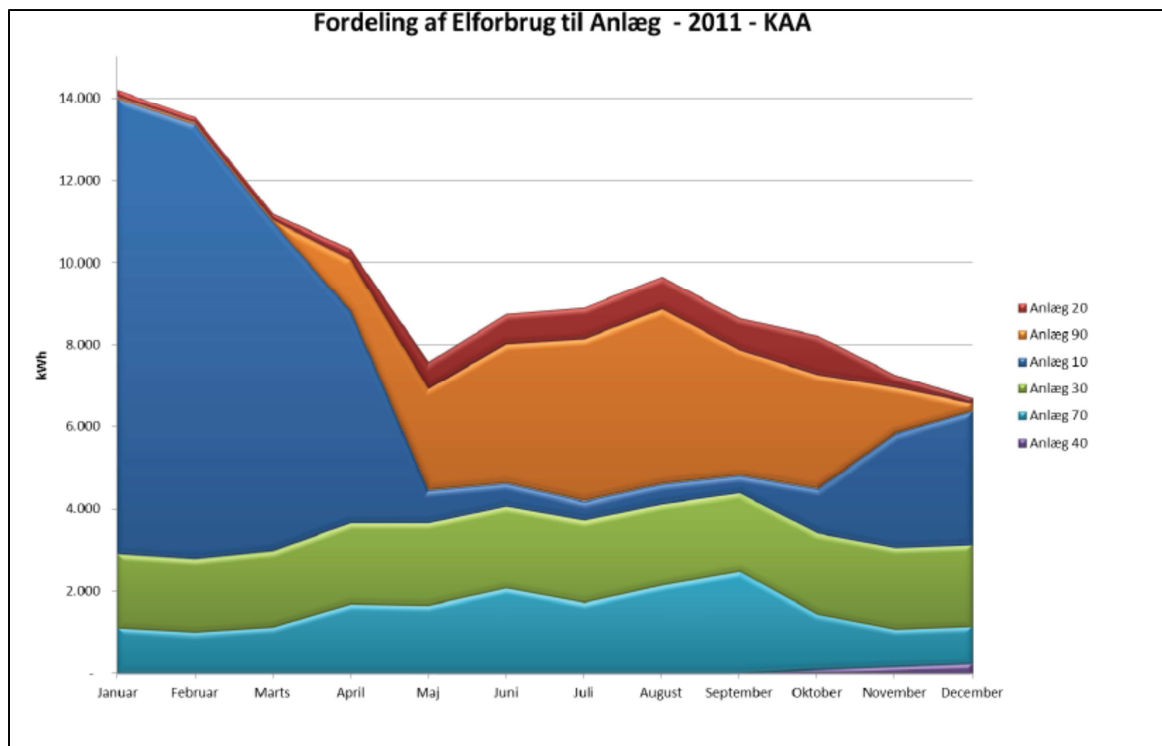
Det er som tidligere nævnt planlagt, at den fysiske begrænsning indsat i spjældene skal fjernes, således der bliver fuld kontrol over åbningsgraden via CTS-anlægget.

Derefter vil der blive udført forsøg til belysning af, hvor meget minimumsåbningen på spjældene – og dermed elforbruget til den mekaniske ventilation - kan reduceres, uden at dette har negativ betydning for brugernes komfort.

### 3.4.3 Varmeanlæg

Effekten af at bygningen har været under indkøring, ses tydeligt på elforbrug til den varmepumpe, der tilvejebringer radiatorvarme via genvinding fra bortkølet varme fra serverrum.

Elforbruget til dette anlæg ses som den mørkeblå kurve i figur 3.8, hvor forskellen mellem vintermånederne januar - februar og november - december tydeligt fremgår. Differencen er her så stor, at den ikke alene kan tilskrives forskel i udetemperatur.



**Fig. 3.8: Månedlig fordeling af elforbrug på hovedanlæg**

Imellem de 2 perioder er da også gjort en indsats med henblik på at reducere forbruget. Denne indsats har især været fokuseret mod regulering af radiatoranlæggets fremløbstemperatur, hvor styringsstrategien er blevet ændret, således fremløbstemperaturen ikke længere indstilles efter det rum, der via rumtermostaten fordre mest varme; men derimod efter gennemsnittet af de 5 rum, der fordre mindst varme.

Denne strategi er valg, da det viste sig, at især møderum med store vinduesarealer i perioder uden persontilstedeværelse – og dermed tilførsel af personvarme – foranledigede at det beregnede setpunkt for fremløbstemperaturen blev uforholdsmæssigt højt og dermed resulterede i øget elforbrug til varmepumpen.

For at kompensere for de gener, den lavere fremløbstemperatur vil kunne forårsage i de rum, der tidligere foranledigede et højt setpunkt, påtænkes det at øge radiatornes varmeffekte i disse lokaler.

## **4.0 Undersøgelse af brugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed**

I projektet har der været stor fokus på at belyse forventninger og opfyldelse af forventninger samt oplevelser og den grad af tilfredshed, der har været blandt medarbejderne i forbindelse med at de er flyttet til en lavenergi-klasse 1 kontorbygning.

Der er udarbejdet en separat rapport, der detaljeret beskriver den web-baserede spørgeskemaundersøgelse, herunder metode, de stillede spørgsmål og svar. Rapporten er indsat som bilag 1 i nærværende hovedrapport.

### **4.1 Spørgeskemaundersøgelsens metode**

Til belysning af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed er gennemført en web-baseret spørgeskemaundersøgelse der bestod af to dele, en før hhv. en efter indflytningen i den ny lavenergi-klasse 1 bygning.

Til undersøgelserne er anvendt det internetbaserede system SurveyXact. SurveyXact er udviklet og supporteret af SurveyXact, som er en enhed i konsulentvirksomheden Rambøll Management Consulting, der har mere end 20 års erfaring med gennemførelse af spørgeskemaundersøgelser for virksomheder og offentlige organisationer.

I den første undersøgelse, der blev gennemført i juni 2010, blev fokuseret på de fysiske arbejdsforhold på de tidligere arbejdspladser i Silkeborg hhv. Brædstrup, samt på forventningerne til at skulle flytte arbejdsplads til den nye administrationsbygning.

I den anden undersøgelse der blev gennemført i september og oktober 2011, altså ca. 15 måneder efter den nye bygning var taget i brug, blev spurgt ind til de samme forhold vedrørende det fysiske arbejdsmiljø, samt til, i hvor stor udstrækning, man følte at ens forventninger til bygningen var indfriet.

Gennem denne undersøgelsesmetode blev det muligt at anvende de tidligere arbejdsforhold som reference, og derigennem drage sammenligninger mellem den tidligere og nuværende situation.

I undersøgelsen var der ligeledes en række åbne spørgsmål, hvor medarbejderne i fritext kunne angive uddybende kommentarer og holdninger.

#### **4.1.1 Baggrundsoplysninger**

Spørgeskemaundersøgelsen er som nævnt gennemført i 2 etaper, nemlig før hhv. efter indflytningen i den nye bygning.



De personer, der blev bedt om at deltage i undersøgelsen, var ansat i afdelinger, der var udset til fremadrettet at skulle flytte arbejdsplads til den kommende administrationsbygning.

Der var tale om følgende:

- 30 personer fra afdelingen VE & Rådgivning, der havde kontor i Brædstrup i tæt/lav murstensbyggeri opført i 1970'erne. Bygningen havde elvarme og mekanisk ventilationssystem. Indretningsmæssigt var der tale om såvel enkeltmandskontorer som rum med op til 11 arbejdspladser. En del af kontorerne havde vinduer mod nord, hvilket begrænsede dagslysindfaldet.

Bygningens indeklimate var ofte vanskelig at kontrollere, specielt var det problematisk at rummene blev meget varme i sommerperioden.

- 33 personer fra afdelingen Projektering sad i midlertidige pavilloner opsat i tilknytning til kontoret i Silkeborg. Blandt disse var indflytningen i den nye bygning imødeset med særlig forventning, da pavillonernes midlertidige karakter og indeklimate mæssige udfordringer ikke var befordrende for medarbejdertilfredsheden.
- De sidste 22 personer var ansat i afdelingerne Økonomi, Netdrift og Logistik, som var placeret i de oprindelige fløje af administrationsbygningen i Silkeborg, der – som bygningen i Brædstrup – også var etableret i 1970'erne som tæt/lavt byggeri i røde mursten.

Af de i alt 85 personer, der modtog invitation til at deltage i spørgeskemaundersøgelsen, indkom svar fra 77 modsvarende 90,6 %, hvilket er vurderet som en meget høj svarprocent for en undersøgelse af denne karakter.

Aldersmæssigt varierede respondenterne mellem 26 og 65 år med et gennemsnit på 45 år. Der var en overvægt af mandlige respondenter, idet 58,4 % her var mænd.

Ved spørgeskemaundersøgelse 2 fik 72 medarbejdere ud af de 77, der gennemførte bevarelsen ved spørgeskemaundersøgelse 1, igen mulighed for at udfylde et webbaseret spørgeskema, der nu var opdateret, således at det afspejlede det forhold, at der nu var sket indflytning i det nye byggeri.

De resterende 5 - i forhold til 77 - var ikke længere ansat hos EnergiMidt eller havde skiftet afdeling, således at de alligevel ikke havde fået arbejdsplads i den nye administrationsbygning.

I 2. spørgerunde indkom svar fra 65 personer, hvilket modsvarer en svarprocent på 90,3 %, der igen må vurderes som høj. Respondenternes alder

varierede denne gang fra 27 til 66 år, med et gennemsnit på 46 år og 59,1% var mænd (39).

Tablet der viser respondenternes fordeling på afdelinger.

Afdeling	Før flytning	Efter flytning
Økonomi	22,1% (17)	20,0% (13)
Netdrift	3,9% (3)	3,1% (2)
Projektering	39,0% (30)	38,5% (25)
VE & Rådgivning	35,1% (27)	38,5% (25)
Logistik	0,0% (0)	0,0% (0)
<b>I alt</b>	<b>77</b>	<b>65</b>

Ved besvarelsen af spørgeskemaet før flytningen havde medarbejderne i gennemsnit arbejdet 3 år i deres aktuelle kontor (fra 0,5 til 10 år) og ved besvarelsen efter flytningen i gennemsnit 14 måneder i deres nye kontor (fra 12 til 16 måneder).

Før flytningen opholdt medarbejderne sig gennemsnitlig 27,3 timer pr. uge i kontoret (fra 3 til 40 timer) og efter flytningen i gennemsnit 30,9 timer i deres nye kontor (fra 5 til 50 timer).

#### 4.1.2 Spørgsmålene

I den tabellen er vist de hovedafsnit, som spørgeskemaundersøgelsen var inddelt i, i de 2 spørgerunder. Alle de stillede spørgsmål fremgår af bilag 1.

Hovedafsnittene i spørgeskemaerne	
1. spørgerunde (før indflytning)	2. spørgerunde (efter indflytning)
Introduktion til spørgeskemaet	Introduktion til spørgeskemaet
Generelt om kontoret, du arbejder i	Generelt om kontoret, du arbejder i
Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i	Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i
Direkte sollys i kontoret, du arbejder i	Direkte sollys i kontoret, du arbejder i
Dagslys i kontoret og dagslyset ved din(e) arbejdsplads(er)	Dagslys i kontoret og dagslyset ved din(e) arbejdsplads(er)
Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er)	Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er)
Forventninger til den nye kontorbygning	Den nye kontorbygning
Personlige oplysninger	Personlige oplysninger
	Andet (mulighed for at fremføre personlige indtryk, positivt eller negativt)

Medarbejderne modtog en e-mail hvori der blev givet en kort introduktion med en præsentation af formålet med undersøgelsen, samt den kontekst, den indgår i. Det blev desuden angivet, at det forventeligt ville tage maksimalt ca. 15 minutter at besvare spørgeskemaet.

Det var angivet, at der var mulighed for at vinde 3 x 3 flasker rødvin (1. spørgerunde) hhv. at alle, der besvarede spørgsmålene, ville modtage en flaske rødvin som tak for ulejligheden (2. spørgerunde).

I introduktionen blev forklaret, hvorledes begreberne "kontor" og "arbejdsplads" skulle forstås i spørgsmålene. Ved "kontor" mentes i denne sammenhæng lokalet generelt, mens "arbejdsplads" specifikt refererede til den enkelte medarbejders fysiske placeringssted under udførelsen af sin jobfunktion.

For 2. spørgerunde's vedkommende blev der henvist til, at der var tale om en opfølgning af den tidligere undersøgelse. Her var der ligeledes mulighed for, at den enkelte respondent kunne angive bemærkninger omkring sin mening om bygningen såvel som den proces og den informationsaktivitet, der var gennemført i forbindelse med flytningen.

## **4.2 Resultater og konklusioner**

I det følgende præsenteres hovedresultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen. En uddybende beskrivelse og præsentation af de indkomne svar kan ses i bilag 1.

Generelt er der opnået en pæn høj svarprocent sammenlignet med tilsvarende spørgeskemaundersøgelser. Det vurderes at det hovedsageligt skyldes engagement fra både virksomhed og medarbejderes side, men muligheden for at erhverve sig en vingave kan også have haft betydning.

Det specielle ved denne spørgeskemaundersøgelse i forhold til de fleste andre undersøgelser i kontormiljøer er at denne er todelt, med en undersøgelse før og efter en flytning til en ny kontorbygning.

Medarbejderne er flyttet fra flere mindre til færre større kontormiljøer. Blandt de medarbejdere der deler kontor med andre, var der før flytningen i gennemsnit 11 medarbejdere i kontoret (varierende fra 2 til 20) og efter flytningen i gennemsnit 35 i deres nye kontor (varierende fra 3 til 80).

For så vidt angår den nye bygning, skal besvarelsen af spørgsmålet om, hvor mange man sidder sammen med, dog tages med et vist forbehold, da der her er mulighed for personlig fortolkning. Det skyldes, at der ikke er skillevægge, så alle sidder i samme åbne rum, hvor der dog er indsat siddegrupper og lave reoler med henblik på at markere overgange mellem forskellige sektioner.

## 4.2 Forventninger og opfyldelse af forventninger

Inden flytningen var der store forventninger blandt medarbejderne til den nye kontorbygning. Hele 93% af medarbejderne gav udtryk for at de glædede sig til at flytte til det nye hus.

Der var generelt forventninger til bedre fysiske omgivelser.

- 73% forventede at temperaturforholdene blev bedre
- 53% forventede at trækforholdene blev bedre
- 70% forventede at luftkvaliteten blev bedre
- 50% forventede at forhold vedrørende støv og snavs blev bedre
- 60% forventede at belysningsforholdene blev bedre
- 68% forventede at dagslysforholdene blev bedre
- 84% forventede en bedre udsigt
- 40% forventede mindre lyd og støj udefra
- 57% forventede bedre forhold med hensyn til solafskærmning.

Der var ikke forventninger om bedre forhold med hensyn til lyd og støj fra kolleger og lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc., samt muligheden for at lufte ud.

Efter flytning til den nye kontorbygning blev medarbejderne spurgt i hvilken grad de samme forhold var blevet bedre eller dårligere. For alle parametre var der både medarbejdere der fandt at forholdene var blevet bedre og dårligere.

Forholdet mellem hvor mange der fandt at forholdene var blevet bedre og dårligere (% bedre/% dårligere) kan bruges som et mål for, om det generelt er blevet bedre.

For følgende forhold var der en klar overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet bedre efter flytningen:

- Udsigten (71%/11%)
- Dagslyset (62%/10%)
- Belysningen (den elektriske) (53%/8%)
- Lyd og støj udefra (43%/8%).

For følgende forhold var der en mindre overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet bedre efter flytningen:

- Luftkvalitet (53%/23%)
- Temperatur (45%/28%)
- Træk (34%/18%)
- Støv og snavs (35%/5%).

For Solafskærmningen var der kun en lille overvægt der fandt det var blevet bedre (43%/32%).

For følgende forhold var der en klar overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet dårligere efter flytningen:

- Muligheden for at lufte ud (8%/72%)
- Lyd og støj fra kolleger (13%/62%)
- Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. (17%/41%).

Medarbejdernes overordnede forventninger må siges at være opfyldt langt hen ad vejen. På det brede spørgsmål "Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger?" svarede 89% ja (36% Ja, i høj grad og 53% Ja, i mindre grad).

På det andet brede spørgsmål "Alt i alt, hvor tilfreds er du med de fysiske rammer i dit nye kontor?" svarede 79% at de var tilfredse (23% Meget tilfredse og 56% Tilfredse).

I forbindelse med de to spørgsmål var der mulighed for at komme med uddybende kommentarer. Der var positive kommentarer om bygning og lokaler, lysforhold og udsyn/udsigt.

Men flere gav udtryk for at der stadig er plads til forbedringer, ikke mindst når det gælder støj fra medarbejdere og installationer. Der blev givet forslag til forbedringer ved at medarbejdere udviser mere hensyn og benytter stillerum og mødelokaler.

Én foreslår at bryde rummet af fx lidt højere reoler, så eventuelle støjgener fra kolleger der sidder langt væk mindskes. Der ønskes også forbedringer mht. solafskærmning så man selv kan styre den og så den ikke bevæger sig så tit og tilsyneladende ulogisk.

Ventilation nævnes også og i den forbindelse dårlig luft/lugt, for høje og lave temperaturer og træk. Nogle få udtrykker også ønske om bedre lysstyring.

#### **4.2.2 Tekniske installationer i den nye kontorbygning**

En betydelig del af medarbejderne har personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i sommerperioden (65%) og vinterperioden (38%).

For sommerperioden bliver der nævnt problemer med ventilationsanlæg, vinduer der åbner og lukker og solafskærmning. Det resulterer i oplevelser af dårlig luftkvalitet/lugt, for høje temperaturer, træk og støj fra tekniske installationer.

For vinterperioden bliver der nævnt problemer med ventilationsanlæg og solafskærmning. Det resulterer i oplevelser af dårlig luftkvalitet/lugt, for høje og lave temperaturer, træk og støj fra tekniske installationer.

### 4.2.3 Indeklima

Der blev spurgt ind til, hvad medarbejderne mente om indeklimaet i forhold til de syv parametre:

- Temperatur
- Træk
- Luftkvalitet
- Støv og snavs
- Lys
- Lyd og støj fra kolleger
- Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc..

Der blev benyttet en 5 punktskala gående fra Meget Utilfreds (1) til Meget Tilfreds (5) for de syv parametre.

Før flytningen varierer gennemsnitsværdien på 5-punktskalaen for de syv parametre fra 3,2 (Lyd og støj fra kolleger) til 3,7 (Lyset). Der udtrykkes således relativt mindst tilfredshed med Lyd og støj fra kolleger og mest tilfredshed med Lyset. Gennemsnittet af de syv parametre er 3,4.

Efter flytningen varierer gennemsnitsværdien på 5-punktskalaen for de syv parametre lidt mere, nemlig fra 2,9 (Lyd og støj fra kolleger) til 3,9 (Støv og snavs). Der udtrykkes således relativt mindst tilfredshed med Lyd og støj fra kolleger og mest tilfredshed med Støv og snavs. Gennemsnittet af de syv parametre er 3,3.

Hvis gennemsnittet af de syv parametre tages som et udtryk for "det samlede" indeklima kan der ikke ses nogen forskel mellem før og efter flytningen, men der er både forhold, der er blevet bedre og dårligere.

Ud fra hvor mange procent af medarbejderne, der er tilfredse og utilfredse med hver af de syv parametre kan de rangordnes med den bedste parameter først. Resultatet af denne rangordning er vist i efterfølgende tabel, hvori også punktets opnåede karakter på 5-punktskalaen er vis.

I tabellen er det via farveskraveringen i "Efter flytning" kolonnen markeret, hvorvidt et punkt har scoret højere (grøn) hhv. lavere (rød) efter flytningen i forhold til før flytningen.

Vurdering af indeklimaparametre			
Før flytning		Efter flytning	
Parameter	Karakter	Parameter	Karakter
Lyset	3,66	Støv og snav	3,85
Træk	3,42	Lyset	3,68
Temperaturen	3,35	Træk	3,39
Støv og snavs	3,36	Luftkvaliteten	3,29
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	3,34	Temperaturen	3,09
Luftkvaliteten	3,30	Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	3,02
Lyd og støj fra kolleger	3,19	Lyd og støj fra kolleger	2,89

Det ses, at der er sket en klar forbedring med hensyn til parameteren Støv og snavs, mens forholdene Træk, Luftkvalitet og Lyset er uforandret. Tilfredsheden med lyd og støj fra kolleger og lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. og temperaturen er faldet.

Undersøgelsen bekræfter således, hvad der er vist i andre og større undersøgelser, nemlig at det er forbundet med udfordringer at tilvejebringe gode indeklimaforhold i åbne kontormiljøer.

Foruden de direkte gener, tyder svarene omkring kontrol, se nedenfor, også på, at utilfredsheden hænger sammen med, at den enkelte har ringere mulighed for at tilpasse indeklimaet til sine egne behov, når vedkommende sidder i storrumskontor.

#### 4.2.4 Kontrol

Før flytningen oplevede mellem 31% og 40% af medarbejderne at de "slet ikke" havde kontrol over temperaturen, ventilation og udluftning, solafskærmning og belysning (i loftet). Dette tal er steget til mellem 85% og 91% efter flytningen.

Medarbejderne oplever altså at have betydelig mindre kontrol efter flytningen. På spørgsmålet om, hvorvidt de gerne ville have mere kontrol svarede mellem 78% (ventilation og udluftning) og 56% (belysning) bekræftende.

Dette er i overensstemmelse med at lyset er den af de undersøgte indeklimaparametre, der er mest tilfredshed med. At mellem 17% og 39% "slet ikke" ønsker mere kontrol må være et udtryk for tilfredshed med forholdene som de er blandt disse medarbejdere.

Større undersøgelser har dokumenteret en positiv effekt af, at medarbejdere oplever kontrol af indeklimaparametre. Hvis muligheden for reel og oplevet kontrol derfor bliver øget til et niveau, som det var hensigten fra starten af byggeprojektet, vurderes det at ville have en positiv effekt på det oplevede indeklima.

#### **4.2.5 Vinduer og udsigt**

En af vinduets vigtigste funktioner er, at skabe udsyn til omgivelserne i det fri. Vinduesstørrelsen i den nye kontorbygning vurderes som "tilpas" af hele 95% af medarbejderne, mod 87% i de tidligere bygninger.

Medarbejderne er betydeligt mere tilfredse i den nye kontorbygning med udsigten (81% mod 41%), mere tilfredse med størrelsen af vinduerne (86% mod 74%) og mere utilfredse med muligheden for udluftning (43% mod 17%).

Der er samme tilfredshed (83%) med placeringen af arbejdsplads før og efter flytningen.

Den større tilfredshed med udsigten i den nye bygning må tilskrives, at der i højere grad er udsigt til naturlandskab, gårdmiljø, himmel, træer og beplantning og mindre udsigt til høje og lave bygninger, trafik. Der er mere udsigt til industri; men det modsvares tilsyneladende af de andre forhold.

#### **4.2.6 Direkte sollys**

Omkring halvdelen af alle medarbejderne oplevede tidspunkter på dagen, hvor der kom direkte sollys ind ved deres arbejdsplads både før og efter flytningen. I den nye kontorbygning har langt de fleste af disse (79 %) vinduer mod syd.

Af de, som har direkte sollys, er der 16% som det ikke generer, mens 28% ofte eller altid er generet efter flytningen mod 8% før flytningen. Resten generes kun af og til.

Når der er direkte sollys på medarbejdernes arbejdsplads er:

- Lidt færre generet af varme fra solen efter flytningen
- Lidt flere generet af direkte sollys ved arbejdspladsen efter flytningen

Reflekser i edb-skærm fra direkte sollys giver større gener efter flytning.

#### **4.2.7 Solafskærmning**

I den nye kontorbygning er der indført automatisk solafskærmning i modsætning til før flytningen og det ved medarbejderne. I direkte sollys oplever de, at den automatiske solafskærmning reguleres ofte (48%) eller altid (29%), mens det sker sjældnere, når der ikke er direkte sollys.



Af kommentarerne fremgår det ligeledes, at flere oplever gener ved solafskærmningen. 94% af medarbejderne angiver at de ikke har mulighed for manuelt at ændre på den automatiske solafskærmning.

Det har oprindeligt været planlagt, at hver enkelt medarbejder via en webportal skal kunne regulere solafskærmning ud for sit vindue; men implementeringen af dette system har trukket ud og er ved tidspunktet for denne rapport tilblivelse først ved at blive testet hos udvalgte brugere.

Før flytningen havde de fleste medarbejdere i direkte sollys mulighed for at benytte gardiner. De blev brugt flittigt (ofte eller altid) af 59% i direkte sollys. Denne mulighed var ikke til stede efter flytningen, da solafskærmningen her er forudsat at skulle ske ved hjælp af de udvendige solskodder.

Det forhold, at der ikke længere er gardiner og at solskodderne endnu ikke kan styres manuelt, har betydet at flere er utilfredse (57%) med sine muligheder for at kunne afskærme for solen efter flytningen i forhold til før flytningen (3%).

Blandt de utilfredse angives følgende årsager til utilfredsheden

- Den automatiske styring er generende
- Ikke muligt at betjene
- Solafskærmningen støjer

#### **4.2.8 Dagslys**

Der er stor tilfredshed (87%) med både dagslyset i kontoret generelt og ved arbejdspladserne i den nye kontorbygning. I de gamle kontorbygninger var tilfredsheden lavere med både dagslyset i kontoret generelt (69%) og ved arbejdspladserne (73%).

Medarbejderne vurderede at dagslysniveauet ved deres arbejdspladser i højere grad er "tilpas" i den nye kontorbygning end i de gamle bygninger.

- 95% (mod 77%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om foråret/efteråret,
- 89% (mod 75%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om sommer, og
- 86% (mod 58%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om vinteren.

Medarbejderne oplevede kun i begrænset omfang generende reflekser i deres edb-skærme på grund af lyset fra vinduet. Før flytningen angav hele 100% at lyset *aldrig* eller *af og til* gav reflekser mod 92% efter flytningen.

Der var ligeledes kun i begrænset omfang oplevelser af blænding på grund af lyset fra vinduet. Før flytningen angav hele 99% at lyset *aldrig* eller *af og til* gav anledning til blænding mod 95% efter flytningen.

#### 4.2.9 Elektrisk belysning

En effektiv reduktion af elforbruget til belysningen inkluderer, at lyset slukkes, når der ikke er behov for det.

Medarbejdende blev bedt om at angive, hvor ofte de arbejder ved dagslys alene, dvs. uden at tænde den kunstige belysning. Generelt er belysningen tændt uanset tid på året, lidt mindre i den nye kontorbygning. Her angav 85% at de aldrig arbejder med dagslys alene om vinteren, om forår/efterår arbejder 73% aldrig med dagslys alene, mens 62% aldrig arbejder med dagslys alene om sommeren.

I undersøgelsen blev medarbejderne bedt om at angive, hvor ofte lofts-belysningen er tændt i arbejdstiden på de forskellige årstider. Loftsbelysningen er ikke tændt helt så meget i den nye kontorbygning som i de gamle bygninger og der er en tydelig forskel i vurderingen af anvendelsen af lofts-belysningen på de forskellige årstider. I den nye bygning er loftsbelysningen tændt *altid* eller *ofte* i 94% af tiden om vinteren, i 92% af tiden forår/efterår og i 77% af tiden om sommeren.

Medarbejderne angiver at 24% har en eller flere arbejdslamper, mens 76% ikke har en arbejdslampe. Blandt de få medarbejdere, der har en eller flere arbejdslamper, er 63% tilfredse og kun 6% utilfredse i den nye kontorbygning.

Medarbejderne blev bedt om at angive, hvor ofte de tænder én eller flere arbejdslamper på de forskellige årstider. Arbejdslamperne er ikke tændt helt så meget i den nye kontorbygning som i de gamle bygninger og der er en tydelig forskel i hvor ofte de er tændt på de forskellige årstider.

Arbejdslamperne er tændt mindre end loftsbelysningen. I den nye bygning er arbejdslamperne tændt *altid* eller *ofte* i 44% af tiden om vinteren, i 31% af tiden forår/efterår og i 24% af tiden om sommeren.

Generelt var der tilfredshed med den elektriske belysning i kontorerne, lidt større tilfredshed i den nye kontorbygning, hvor 83 % angiver, at de er *tilfredse* eller *meget tilfredse* med belysningen generelt i kontoret og 77% angiver, at de er *tilfredse* eller *meget tilfredse* med loftsbelysningen ved deres arbejdsplads.

Den forholdsvis store tilfredshed med belysningen i kontoret bør ses i sammenhæng med, hvordan medarbejderne vurderer belysningsniveauet fra den elektriske belysning alene. Hele 91% finder belysningsniveauet *tilpas* i kontoret som helhed (både før og efter flytning) og 73% og 85% finder at arbejdsbelysningen er *tilpas* før og efter flytningen, mens 15 %, finder niveauet *for lavt* som arbejdsbelysning i den nye bygning.

Hertil kommer at hele 97% angiver at den elektriske belysning aldrig giver generende reflekser i edb-skærmene eller er anledning til blænding i den nye kontorbygning. Det er lidt bedre end før flytningen.

I den nye kontorbygning er lyset styret automatisk i modsætning til de gamle kontorbygninger, hvor der ikke var automatisk styring af lyset. 72% af medarbejderne angiver at være tilfredse eller meget tilfredse med at lyset reguleres automatisk. Kun 6% (4 personer) angiver at være utilfredse. 3 personer angiver at lyset slukker i utide og 2 personer at der er for lidt lys.

### **4.3      *Anbefalinger***

På baggrund af spørgeskemaundersøgelsen og de erfaringer som er opsamlet af de teknisk ansvarlige i forhold til medarbejderreaktioner og byggetekniske forhold er det forsøgt, at uddrage nogle mere generelle anbefalinger omkring hvad der bør fokuseres på for at opnå en høj grad af brugertilfredshed i kontorbygninger med lavt energiforbrug.

Det er muligt at etablere kontorbyggeri med et lavt energiforbrug, som langt hen ad vejen lever op til bygningsbrugernes forventninger. Der er dog plads til forbedringer på en række områder og for at opnå en højere grad af brugertilfredshed, anbefales det at fokusere på følgende:

- Tekniske installationer bør virke fra dag ét for at opfylde medarbejdernes forventninger.
- For at mindske støjgener er medarbejdere nødt til at udvise hensyn og bl.a. benytte stillerum og mødelokaler når de skal benytte telefoner eller har samtaler. Anvendelsen af højere reoler på strategiske steder vil kunne mindske støjgener fra kolleger man alligevel ikke arbejder tæt sammen med.
- For at afhjælpe det tab af personlig kontrol der følger af at arbejde i et storrumskontor, bør der i et vist omfang være muligheder for at medarbejderne personligt kan styre parametre som solindfald, elektrisk belysning og temperatur.
- Solindfaldet bør kunne styres af den enkelte medarbejder ved en form for solafskærmning. Hvis den styres automatisk bør den ikke bevæger sig for tit og tilsyneladende ulogisk og det bør ikke være forbundet med støjgener når den bevæger sig.
- Vær bevidst om, at introduktion af ny teknologi skaber en høj grad af forventning blandt medarbejderne.
- Vær opmærksom på, at indkøring af ny teknologi typisk er langstrakt og udfordrende. Det er vigtigt, at medarbejderne fra starten gøres opmærksom på dette forhold, og selv om de er blevet det – som i dette tilfælde – giver det alligevel anledning til forundring og en vis grad af utilfredshed.

- Vær forberedt på uforudsete hændelser. I dette tilfælde gav nedfald af vinduer fra det panoptiske rum anledning til utryghed, og har bevirket, at reguleringen af den naturlige ventilation er sat ud af drift indtil en endelig løsning på problemet er fundet.
- Sørg for at der allokeres den nødvendige tid til de interne medarbejdere, som måtte have til opgave at implementere den nye teknologi. Efterhånden som dagligdagen tager over, presser andre opgaver sig på, hvilket kan medføre at de øvrige medarbejdere får en opfattelse af, at der ikke tages seriøst hånd om de u hensigtsmæssigheder, de oplever.
- Sørg for en god afleveringsforretning, hvor så meget som muligt er på plads fra starten. En stor del af den utilfredshed, der er indrapporteret i spørgeskemaundersøgelsen, kunne således have været undgået, hvis systemet til individuel styring af solafskærmningen havde fungeret fra dag 1 – eller i det mindste hurtigt efter indflytningen. At denne løsning efter 1,5 år stadig ikke er udrullet er ikke hensigtsmæssigt.
- I forlængelse af de 2 ovenstående punkter: Overvej nøje, om en given opgave skal løses internt eller eksternt. I tilfældet med styringen af solafskærmningen blev det således besluttet, at den hertil hørende webportal skulle udvikles og implementeres internt, hvilket retrospektivt nok må betegnes som mindre hensigtsmæssigt, da de implicerede afdelinger har været under et hårdt ressourcepres grundet andre omstændigheder.
- Det er vigtigt at have en bevidst strategi for, hvilke klimaparametre, der skal kunne ændres af brugerne og hvilke, der styres centralt. Hvis det i implementeringsfasen besluttes at ændre i strategien, skal dette tydeligt kommunikeret ud til medarbejderne.
- I de tilfælde, hvor medarbejderne ikke tidligere har siddet i storrumskontorer, er det meget betydningsfuldt at der fra ledelsens side fokuseres på de udfordringer, dette giver. Hos EnergiMidt har man således brugt tid på at drøfte fælles spilleregler for, hvorledes man optræder overfor hinanden i et sådan miljø, eksempelvis:
  - Sæt telefoner på lydløs.

- Brug stillerum til uformelle møder frem for at stå ved din arbejdsplads – og derved forstyrre de omkringsiddende kolleger.
- Tænk over, hvad du "forstyrre" dine kolleger med.
- Sidder du det rigtige sted i forhold til den opgave, du arbejder med? Ville det evt. være mere hensigtsmæssigt at sidde i et stillerum eller tage en hjemmearbejdsdag (for de medarbejdere, der har mulighed for dette)
- Man skal have forståelse for og forsøge at indrette sig efter det faktum, at mennesker er forskellige: På trods af det arbejde, der er gjort i relation til introduktion af storrumskontorer, angiver 62 % at forhold vedr. forstyrrelser fra kolleger er blevet noget eller meget dårligere efter flytningen.
- Vær opmærksom på, at små ændringer – som i nogle tilfælde kan være næsten omkostningsfrie – til tider kan gøre en stor forskel. I spørgeskemaundersøgelsen ses en del klager over støj fra kantinen i frokostpausen – der grundet de mange medarbejdere strækker sig over 1,5 time. Som følge heraf blev styring af ventilationsruderne i det panoptiske rum ændret, således de nu kan styres separat for hver etage og det dermed er muligt at tvangslukke ruderne i den nederste etage i hovedparten af tiden i frokostpausen.

## 5.0 Sammenfatning

<i>Baggrund</i>	<p>Nærværende dokument udgør slutrapportering for ELFORSK projekt nr. 341-032 med titlen "Udvikling og demonstration af Danmarks første lavenergiklasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug".</p> <p>Projektet tager udgangspunkt i en kontorbygning etableret hos energiselskabet EnergiMidt og er udarbejdet i perioden fra 1. januar 2009 til 31. december 2011. Herved dækkes forløbet fra byggeriet blev opstartet, henover ibrugtagningen medio 2011 og til frem til der er forløbet 1,5 års drift.</p>
<i>ELFORSK tilskud</i>	<p>Undersøgelsen er muliggjort gennem tilskud fra ELFORSK-programmet under Dansk Energi, der har bevilget et tilskud på kr. 1,6 Million under ELFORSK 2009 puljen.</p>
<i>Deltagere</i>	<p>Projektet er udført med EnergiMidt som projektansvarlig virksomhed og med deltagelse af følgende partnere: Statens Byggeforskningsinstitut – Aalborg Universitet, Insight Building Automation og En<sup>2</sup>tech.</p>
<i>Hovedområder</i>	<p>Projektets fokus har været rettet mod 2 hovedområder, nemlig:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Udvikling og demonstration af energieffektive løsninger og</li><li>2. Afdækning af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed i forhold til at arbejde i en bygning, der er etableret som lavenergiklasse 1 byggeri.</li></ol>
<i>Energieffektive løsninger</i>	<p>For at støtte op om EnergiMidt's engagement i udviklingen af fremtidens energisystemer, energibesparende foranstaltninger og vedvarende energikilder, besluttede selskabets bestyrelse at bygningen skulle etableres som lavenergiklasse 1 byggeri uden fjernvarmetilslutning.</p> <p>Det var derfor nødvendigt med ekstensiv anvendelse af energieffektive løsninger. Blandt de løsninger, der blev drøftet i projekteringsfasen, blev følgende implementeret i det endelige byggeri:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• I design af bygning og valg af materialer, er sikret minimalt varmetab i vinterperioder og mindst mulig opvarmning i sommerhalvåret.</li><li>• Til ventilation af bygningen er etableret såvel et mekanisk som et naturligt system. Den naturlige ventilation har prioritet over den mekaniske, hvorved der spares elektrisk energi.</li><li>• I bygningens kerne er et panoptisk rum, der dels virker som ovenlys og dels anvendes som skorsten for den naturlige ventilation.</li></ul>

- Hovedparten af energibehovet til opvarmning af rum og brugsvand tilvejebringes ved udnyttelse af bortkølet varme fra serverum i varmepumpe.
- Bortkøling af varme fra serverum i perioder, hvor der ikke er varmebehov i bygningen, sker ved hjælp af et frikøleanlæg, der anvender CO<sub>2</sub> som drivmiddel.
- Bygningen er forsynet med solceller, der blandt andet anvendes som solafskærmning via bevægelige solskodder. Herved produceres elektricitet, generende solindstråling undgået og indstråling af varme minimeres.
- Belysning tænder og slukker automatisk via zoneopdelte signaler fra PIR- og Luxfølere.
- Bygningens SRO-anlæg er via midler frembragt gennem nærværende ELFORSK-projekt udviklet og optimeret, således der sikres optimal kombination og samspil mellem de tekniske systemer.

#### *Økonomi*

Meromkostningerne ved at etablere bygningen som lavenergi-klasse 1 byggeri frem for blot at opfylde de gældende standardkrav, blev i projekteringsfasen estimeret til 7 millioner – i alt 80 millioner frem for 73 millioner – hvilket blev godkendt af EnergiMidt's bestyrelse.

De faktisk realiserede omkostninger for etablering af bygningen, blev efterfølgende kalkuleret til kr. 9 - 10 millioner, hvoraf de 2 - 3 millioner er vurderet at have tilknytning til opgradering til lavenergi-klasse 1 kravene. Grundet konteringsmetoden er det ikke muligt at opgøre beløbet præcist.

#### *Udfordringer*

Der var en del udfordringer forbundet med såvel byggefasen som den efterfølgende drift.

I projekteringsfasen var det eksempelvis planlagt, at en del af varmebehovet skulle tilvejebringes via et jordvarmeanlæg. Et stykke inde i byggefasen blev det imidlertid besluttet, at jordvarmeanlægget alligevel ikke skulle etableres, og de tekniske systemer blev derfor ombygget med henblik på at kunne udnytte spildvarme for et – forventeligt – større serverrum.

Da udbygningen af serverkapacitet grundet eksterne forhold imidlertid ikke blev som forventet, og det dermed ikke var muligt herfra at få tilstrækkelig varmekapacitet, blev det besluttet, at bygningen alligevel skulle tilsluttes fjernvarmenettet.

De forskellige ombygninger, disse ændringer i de tekniske systemer foranledigede, er vurderet at have haft en omkostning på ca. kr. 3 millioner, hvilket er den væsentligste årsag til afvigelsen mellem de budgetterede omkostninger og de faktisk realiserede.

Da bygningen blev taget i drift i juni 2010, blev en række uhen-

sigtsmæssigheder konstateret.

Mest alvorligt var, at nogle glasspjæld i det panoptiske rum grundet en konstruktionsfejl styrtede ned i kantineområdet. Da dette i værste fald kunne resultere i alvorlig personskade, blev rummet under det panoptiske rum afspærret, indtil en løsning var fundet og implementeret.

Udover de nedstyrtende glasspjæld, der må betegnes som en ekstraordinær hændelse, blev følgende forhold, der relaterer sig til komfortniveauet for brugerne, konstateret:

Styringen af de bevægelige solskodder måtte omprogrammeres, da brugerne ofte oplevede generende solindfald, specielt på dage med hurtigt drivende skyer. Ligeledes forekom det, at solskodderne var i modfase med solindstrålingen; og dermed var kørt fra, når solen skinnede og for, når der var skyet.

De viste sig specielt nyttigt at sætte forsinkelsen på kørslen for vinduerne lavt, da selv en kort periode med solindfald er stærkt generende.

Der forekom kuldenedfald og trækgener. For den *naturlige ventilation* vedkommende blev problemet identificeret til, at den friske luft, der kommer ind gennem spjældende over det nedhængte loft, "falder ned" gennem de perforerede plader, der er tættest ved facaden, og altså ikke i så stor udstrækning som ønsket fordeles sig hen over loftet, inden den trænger ned i lokalet. Dette problem vil blive søgt løst ved at indlægge et filtermateriale over de perforerede plader tættest ved facaden.

I de perioder, hvor den *mekaniske ventilation* har været i drift, er der flere steder i bygningen klaget over trækgener. For at eliminere dette, har det været nødvendigt at hæve indblæsningstemperaturen fra ventilationsanlægget til 20 °C, hvilket dog har reduceret køle-kapaciteten betragteligt.

Et andet forhold, der kan have medvirket til trækgenerne og som givetvis har vanskeliggjort en præcis styring af den mekaniske ventilation, er det forhold, at der i zonespjældende var indsat en fysisk begrænsning, der gjorde at disse ikke lukkede fuldstændig i, selv om der var givet lukkesignal fra CTS-anlægget.

Denne begrænsning er efterfølgende blevet fjernet, således det nu er muligt at have fuld kontrol over zonespjældendes åbningsgrad via CTS-anlægget.

I de første måneder af driftsperioden var der desuden også brugere, der var meget generet af støj fra den mekaniske ventilation og af trykken i ørene.



Disse gener blev afhjulpet ved dels at påføre yderligere isolering på en del af ventilationskanalerne og dels gennem en mere præcis indregulering af ventilationens reguleringspjæld.

Endelig oplevede brugerne placeret ved den nordvendte glasfacade kuldenedfald fra vinduespartiet på de tidspunkter i vinterhalvåret, hvor CTS-anlægget lukker ned for radiatorvarmen.

Dette sker typisk op ad dagen, hvor det varmebidrag, der kommer fra persontilstedeværelse og elektrisk lys, får rumtemperaturen til at stige til et niveau, hvor der ikke er behov for varmetilførsel fra radiatorerne. Aktuelt er der ikke udviklet nogen løsning på denne problemstilling.

*Opnåelse af lavenergi-klasse 1 kravene*

På tidspunktet for byggeriets projektering, var standardkravet i bygningsdirektivet (BR08), at det årlige energiforbrug til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning for en bygning af denne størrelse maksimalt måtte udgøre 95,4 kWh/m<sup>2</sup>/år.

Det tilsvarende krav til et Lavenergi-klasse 1 byggeri var på daværende tidspunkt, at behovet skulle være halveret.

For at undersøge, om det i praksis er lykkedes at indfri kravet til lavenergi-klasse 1 kravet, er forskellige beregnede og realiserede energiforbrug fundet:

- I forbindelse med opnåelse af byggetilladelse, er udført en BE06 beregning, der når frem til et kalkuleret forbrug på 43,4 kWh/m<sup>2</sup>/år.
- Under byggefasen blev udarbejdet et energimærke af en ekstern energikonsulent. I dette blev forbruget fundet til 27,1 kWh/m<sup>2</sup>/år.

Da byggeriet havde været i drift et år, blev det undersøgt, hvorledes de faktiske forbrug harmonerer med de beregnede. Det viste sig her, at den realiserede værdi lå ca. 70 % over Lavenergi-klasse 1 kravet, idet forbruget blev fundet til 82,2 kWh/m<sup>2</sup>/år.

En del af det øgede forbrug kan formentlig tilskrives det forhold at bygningen i den pågældende periode har været under indkøring, hvilket kan have givet anledning til ekstraordinære forbrug,

Som diskuteret i afsnit 3.4 er identificeret en række optimeringsmuligheder for lys, ventilation og varmanlæg med henblik på at opnå yderligere reduktioner i energiforbruget.

Samlet set vurderes det derfor realistisk, at det faktisk realiserede energiforbrug i bygningen, vil nærme sig kravet til Lavenergi-klasse 1 byggeri.

*Bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed*

I projektet har der været stor fokus på at belyse de forventninger og oplevelser samt den grad af tilfredshed, der har været blandt medarbejderne omkring det forhold, at de har deres daglige virke i en bygning, der er etableret som lavenergiklasse 1-byggeri.

*Spørgeskemaundersøgelse*

Til belysning af bygningsbrugernes forventninger, oplevelser og tilfredshed er gennemført en web-baseret spørgeskemaundersøgelse der bestod af to dele, en før hhv. en efter indflytningen i den ny lavenergiklasse 1 bygning.

I den første undersøgelse, der blev gennemført i juni 2010, blev fokuseret på de fysiske arbejdsforhold på de tidligere arbejdspladser i Silkeborg hhv. Brædstrup, samt på forventningerne til at skulle flytte arbejdsplads til den nye administrationsbygning.

I den anden undersøgelse der blev gennemført i september og oktober 2011, altså ca. 15 måneder efter den nye bygning var taget i brug, blev spurgt ind til de samme forhold vedrørende det fysiske arbejdsmiljø, samt til, i hvor stor udstrækning, man følte at ens forventninger til bygningen var indfriet.

*Resultater*

Et af de centrale forhold, der behandles i spørgeskemaundersøgelsen, er indeklimaet. Her blev benyttet en 5 punktskala gående fra *Meget Utilfreds* (1) til *Meget Tilfreds* (5) for de syv parametre, indeklimaet blev opdelt i (se tabel).

Hvis gennemsnittet af de syv parametre tages som et udtryk for "det samlede" indeklima, kan der ikke ses nogen forskel mellem før og efter flytningen, men der er både forhold, der er blevet bedre og dårligere.

Ud fra hvor mange procent af medarbejderne, der er tilfredse hhv. utilfredse med hver af de syv parametre kan de rangordnes med den bedste parameter først.

Resultatet af denne rangordning er vist i efterfølgende tabel, hvori også punktets opnåede karakter på 5-punktskalaen er vist.

I tabellen er via farveskraveringen i "Efter flytning" kolonnen markeret, hvorvidt et punkt har scoret højere (grøn) hhv. lavere (rød) efter flytningen i forhold til før flytningen.

Vurdering af indeklimaparametre			
Før flytning		Efter flytning	
Parameter	Karakter	Parameter	Karakter
Lyset	3,66	Støv og snæv	3,85
Træk	3,42	Lyset	3,68
Temperaturen	3,35	Træk	3,39
Støv og snavs	3,36	Luftkvaliteten	3,29
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	3,34	Temperaturen	3,09
Luftkvaliteten	3,30	Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	3,02
Lyd og støj fra kolleger	3,19	Lyd og støj fra kolleger	2,89

Det ses, at der er sket en klar forbedring med hensyn til parameteren *Støv og snavs*, mens forholdene *Træk*, *Luftkvalitet* og *Lyset* er nogenlunde uforandret. Tilfredsheden med *Lyd og støj fra kolleger* og *Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.* samt *Temperaturen* er faldet.

Undersøgelsen bekræfter således, hvad der er vist i andre og større undersøgelser, nemlig at det er forbundet med udfordringer at tilvejebringe gode indeklimaforhold i åbne kontormiljøer.

Medarbejdernes overordnede forventninger må dog siges at være opfyldt langt hen ad vejen. På det brede spørgsmål "Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger?" svarede 89% ja (36% *Ja, i høj grad* og 53% *Ja, i mindre grad*).

På det andet brede spørgsmål "Alt i alt, hvor tilfreds er du med de fysiske rammer i dit nye kontor?" svarede 79% at de var tilfredse (23% *Meget tilfredse* og 56% *Tilfredse*).

#### Konklusioner og anbefalinger

På baggrund af de gennemførte energimæssige tiltag og undersøgelser til afdækning af medarbejdernes forventninger, oplevelser og tilfredshed, er udtaget en række konklusioner og anbefalinger, som er opskrevet efterfølgende.

#### Konklusion

EnergiMidt nye kontorbygning i Silkeborg er etableret som Lavenergiklasse 1 byggeri.

De tiltag, der er implementeret med henblik på beregningsmæssigt at fremføre bygningen fra standardkravet på projekterings-tidspunktet (BR08) til Lavenergiklasse 1 kravet, blev i projekteringsfasen estimeret til kr. 7 millioner (80 millioner i forhold til 73

millioner).

Den faktiske merpris kan ikke opgøres præcist, men vurderes at udgøre 9 - 10 millioner. Forskelle mellem estimat og faktisk omkostning er hovedsageligt begrundet i ændringer i teknisk layout besluttet efter byggeriet var igangsat.

Baseret på målinger af energiforbruget for det første år, bygningen har været i drift, kan det konstateres at det faktiske energiforbrug har været ca. 70 % højere end kravet til Lavenergiklasse 1 byggeri.

Der er identificeret en række potentielle muligheder for optimering for såvel lys, varme som ventilation, hvorved det vurderes realistisk at tilnærme det faktiske energiforbrug til Lavenergiklasse 1 kravet.

En del uforudsete forhold og indtrufne uheld har forsinket den fulde udnyttelse af de energibesparende systemer, hvilket har bekræftet den antagelse, at indkøringen af de tekniske systemer kunne være forbundet med udfordringer.

I forhold til medarbejdernes forventninger kan det generelt konkluderes af besvarelsene i spørgeskemaerne, at disse i stor udstrækning er indfriet.

Der er dog en række forhold, der stadig giver anledning til en grad af utilfredshed, hvilket især er foranlediget af at brugeren enten ikke føler, han/hun har indflydelse på indeklimaparametrene eller at der ikke i tilstrækkelig grad tages hånd om de problemstillinger, der opleves og indrapporteres.

#### *Anbefalinger*

I det følgende præsenteres et koncentrat af de anbefalinger, der er udtaget fra projektgennemførelsen, både for så vidt det angår den proces, der ligger til grund for den overordnede planlægning og for den praktiske implementering med henblik på at opnå commitment og engagement fra bygningens brugere.

I rapportens afsnit 3.2.2 og 4.3 kan disse anbefalinger læses i uforkortet version.

#### *Anbefalinger omkring den overordnede proces*

- Vær forberedt på, at idriftsættelsen af en bygning med så mange og forskelligartede tekniske systemer som tilfældet er her, tage væsentlig længere tid end en traditionel bygning.

Det er vigtigt, at der er en forståelse for dette, både blandt medarbejderne og blandt ledelsen.

- Når der er tale om udviklingsprojekter, der både beskæftiger sig med hel ny teknologi og med nye kombinationer af eksisterende, skal man være forberedt på, at der er tale om en tids- og ressourcemæssig stor opgave, hvor mange systemer

og løsninger ikke kan indkøbes som hyldevarer; men skal udvikles ad hoc i projektet.

- Det er vigtigt at overveje, i hvor høj grad organisationen selv ønske at medvirke i udvikling og implementering af nye energimæssige løsninger. I den forbindelse må det nøje vurderes, om der i organisationen er de nødvendige og relevante kompetencer til stede, og om disse kan allokeres til opgaven i tilstrækkeligt omfang.

Er dette ikke tilfældet, vil man formentlig i de fleste tilfælde være bedre stillet ved at energimæssige løsninger indgår som en del af byggeprojektet.

*Anbefalinger relateret til medarbejdere*

- Vær bevidst om, at introduktion af ny teknologi skaber en høj grad af forventning blandt medarbejderne.
- Tekniske installationer bør virke fra dag ét for at opfylde medarbejdernes forventninger.
- For at mindske støjgener er medarbejdere nødt til at udvise hensyn og bl.a. benytte stillerum og mødelokaler når de skal benytte telefoner eller har samtaler. Anvendelsen af højere reoler på strategiske steder vil kunne mindske støjgener fra kolleger man alligevel ikke arbejder tæt sammen med.
- For at afhjælpe det tab af personlig kontrol der følger af at arbejde i et storrumskontor, bør der i et vist omfang være muligheder for at medarbejderne personligt kan styre parametre som solindfald, elektrisk belysning og temperatur.
- Solindfaldet bør kunne styres af den enkelte medarbejder ved en form for solafskærmning. Hvis den styres automatisk bør den ikke bevæge sig for tit og tilsyneladende ulogisk og det bør ikke være forbundet med støjgener når den bevæger sig.
- Vær opmærksom på, at indkøring af ny teknologi typisk er langstrakt og udfordrende. Det er vigtigt, at medarbejderne fra starten gøres opmærksom på dette forhold, og selv om de er blevet det viser erfaringer fra dette projekt, at det alligevel giver anledning til forundring og en vis grad af utilfredshed.
- Vær forberedt på uforudsete hændelser.
- Sørg for, at så meget som muligt er på plads fra starten
- Overvej nøje, om en given opgave skal løses internt eller eksternt.
- Det er vigtigt at have en bevidst strategi for, hvilke indeklima-parametre, der skal kunne ændres af brugerne og hvilke, der styres centralt.
- I de tilfælde, hvor medarbejderne ikke tidligere har siddet i storrumskontorer, er det meget betydningsfuldt at der fra ledelsens side fokuseres på de udfordringer, dette giver anledning til og fx udarbejder fælles "spilleregler" som mindsker

ulemperne.

- Man skal have forståelse for, at mennesker er forskellige: På trods af det arbejde, der er gjort i relation til introduktion af storrumskontorer, angiver 62 % at forhold vedr. forstyrrelser fra kolleger er blevet noget eller meget dårligere efter flytningen.

**Bilag 1 til slutrapport for ELFORSK projekt 341-032**

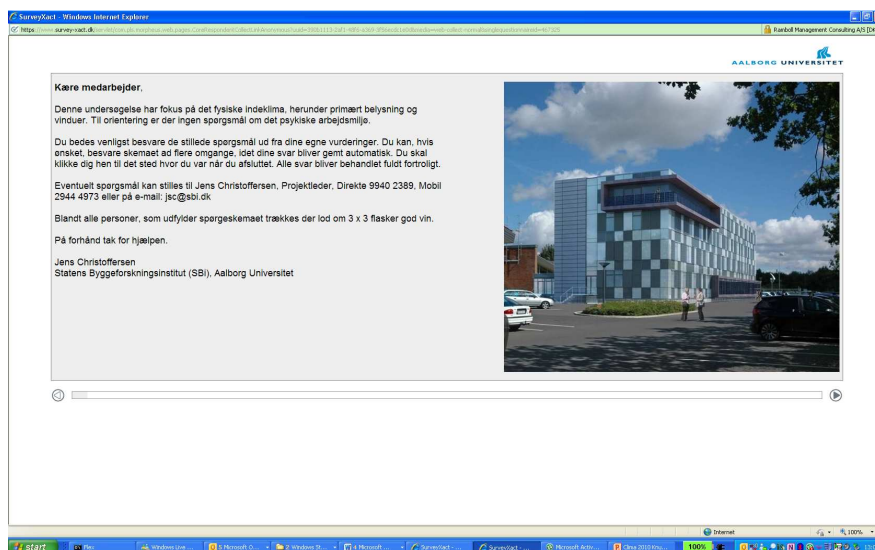
## **Spørgeskemaundersøgelse før og efter indflytning i den nye kontorbygning**



# Udvikling og demonstration af Danmarks første lavenergiklasse 1 kontorbyggeri med fokus på elforbrug

—

## Spørgeskemaundersøgelse før og efter indflytning i den nye kontorbygning



Henrik N. Knudsen  
Statens Byggeforskningsinstitut  
Aalborg Universitet



Statens Byggeforskningsinstitut  
AALBORG UNIVERSITET



## Formål

Formålet med spørgeskemaundersøgelsen var, at undersøge hvordan medarbejderne hos EnergiMidt oplever at have deres arbejdsplads i en kontorbygning, der er etableret som et lavenergiklasse 1 byggeri – med de konsekvenser det kan have på fx de fysiske forhold og tekniske systemer. Der blev bl.a. stillet spørgsmål om indeklimaet før og efter flytningen til den nye kontorbygning. Det drejede sig om forhold som temperatur, træk, luftkvalitet, støv og snavs, lys, lyd og støj, med fokus primært på belysning og vinduer. Der blev stillet spørgsmål for at undersøge deres forventninger til den nye kontorbygning før flytningen og om den lever op til forventningerne efter flytningen. Der blev også stillet spørgsmål for at afdække eventuelle problemer med de tekniske installationer, herunder solafskærmningen og den elektriske belysning.

## Metode

Spørgeskemaundersøgelsen bestod af to dele. Første del (spørgeskemaundersøgelse 1) blev gennemført i juni, 2010 i de ældre kontorer i Brædstrup og Silkeborg. Anden del (spørgeskemaundersøgelse 2) blev gennemført i september og oktober 2011 efter indflytning i den nye kontorbygning i Silkeborg.

Efter første runde blev spørgeskemaet opdateret på en række punkter inden spørgeskemaundersøgelse 2. Enkelte formuleringer blev rettet til og nogle spørgsmål ændret for at passe til den nye situation efter flytningen til den nye kontorbygning. Der blev også tilføjet nogle spørgsmål med relation til den nye kontorbygning, herunder nogle åbne spørgsmål der inviterer til at medarbejderne tilkendegiver deres oplevelser i den nye kontorbygning.

Spørgeskemaet der blev anvendt før flytningen indeholdt følgende afsnit:

Kære medarbejder (kort introduktion)  
Generelt om kontoret, du arbejder i  
Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i  
Direkte sollys i kontoret, du arbejder i  
Dagslys i kontoret og dagslyset ved din(e) arbejdsplads(er)  
Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er)  
Forventninger til den nye kontorbygning  
Personlige oplysninger

Spørgeskemaet der blev anvendt efter flytningen indeholdt følgende afsnit:

Kære medarbejder hos EnergiMidt (kort introduktion)  
Generelt om kontoret, du arbejder i  
Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i  
Direkte sollys i kontoret, du arbejder i  
Dagslys i kontoret og dagslyset ved din(e) arbejdsplads(er)  
Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er)  
Den nye kontorbygning  
Andet (mulighed for at fremføre personlige indtryk, positivt eller negativt)  
Personlige oplysninger

I et forsøg på at øge medarbejdernes motivation for at besvare spørgeskemaerne blev der før flytningen trukket lod om 3 x 3 flasker god vin, mens der efter flytningen blev uddelt én flaske god vin til alle der udfyldte spørgeskemaet.

Spørgeskemaundersøgelsen blev udarbejdet i det internetbaserede system SurveyXact. SurveyXact er udviklet og supporteret af SurveyXact, som er en enhed i konsulentvirksomheden Rambøll Management Consulting, der har mere end 20 års erfaring med gennemførelse af spørgeskemaundersøgelser for virksomheder og offentlige organisationer. SurveyXact blev

udviklet i 1999 - i første omgang som internt system i Rambøll Management Consulting. Siden har systemet gennemgået en massiv videreudvikling. For mere information se: [www.surveyxact.dk](http://www.surveyxact.dk).

Spørgeskemaet blev udarbejdet direkte i SurveyXact. En udskrift herfra kan ses i Appendiks 1 for spørgeskemaundersøgelse 1 og Appendix 2 for spørgeskemaundersøgelse 2. Layoutet i Appendiks 1 og 2 er ikke identisk med layoutet som blev udfyldt på www, da det ikke er teknisk muligt i SurveyXact at overføre layoutet til rapportformatet. I Appendiks 1 og 2 fremgår fx de skalaværdier, som er anvendt under databehandlingen i resultatafsnittet.

## Baggrundsinformation

Ved spørgeskemaundersøgelse 1 fik 85 medarbejdere mulighed for at udfylde spørgeskemaet. Det foregik ved, at der blev udsendt en distributionsmail efterfulgt af to rykkermails efter henholdsvis én og to uger, se Appendix 3, til hver medarbejder, med et link til spørgeskemaet, Appendix 1. Ud af de 85 personer har 77 gennemført bevarelsen svarende til en svarprocent på 90,6 %, hvilket er en høj svarprocent sammenlignet med tilsvarende spørgeskemaundersøgelser. Deres alder varierede fra 26 til 65 år, med et gennemsnit på 45 år og 58,4% var mænd (45).

Ved spørgeskemaundersøgelse 2 fik 72 medarbejdere ud af de 77 der gennemførte bevarelsen ved spørgeskemaundersøgelse 1 mulighed for at udfylde det opdaterede spørgeskema. De resterende fem havde ikke arbejdsplads i den nye administrationsbygning, da de ikke længere var ansat hos EnergiMidt eller de havde skiftet afdeling. Det foregik igen ved, at der blev udsendt en distributionsmail efterfulgt af to rykkermails efter henholdsvis én og to uger, se Appendix 4, til hver medarbejder, med et link til spørgeskemaet, Appendix 2. Ud af de 72 personer har 66 gennemført bevarelsen svarende til en svarprocent på 91,7 %, hvilket igen er en høj svarprocent. Deres alder varierede fra 27 til 66 år, med et gennemsnit på 46 år og 59,1% var mænd (39).

Ved bevarelsen af spørgeskema før flytningen havde medarbejderne i gennemsnit arbejdet 3 år i deres aktuelle kontor (fra 0,5 til 10 år) og ved bevarelsen efter flytningen i gennemsnit 14 måneder i deres nye kontor (fra 12 til 16 måneder).

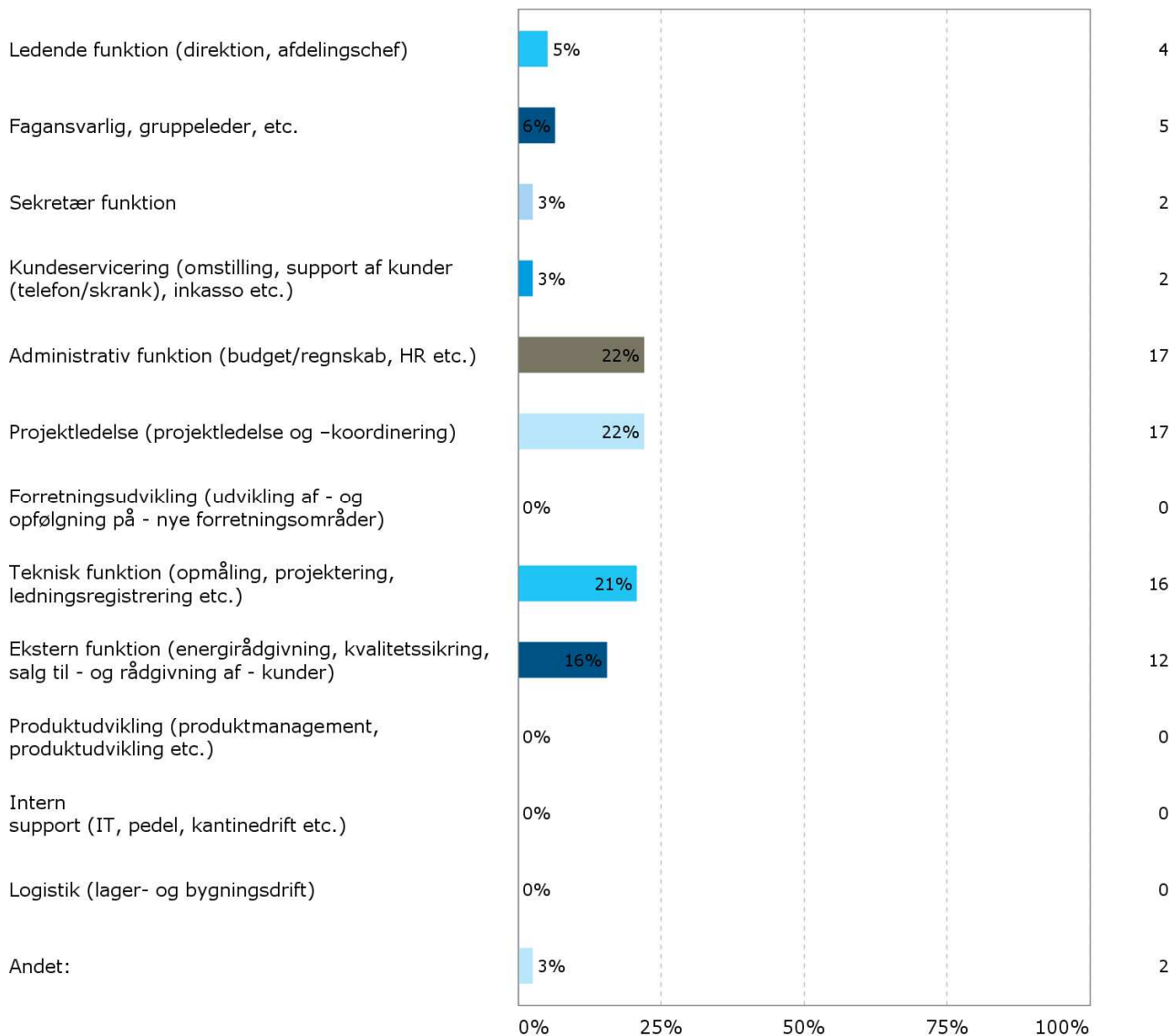
Før flytningen opholdt medarbejderne sig ugentligt i gennemsnit 27,3 timer i kontoret (fra 3 til 40 timer) og efter flytningen i gennemsnit 30,9 timer i deres nye kontor (fra 5 til 50 timer).

Fordeling af svar før og efter flytning på de forskellige afdelinger

	Før flytning	Efter flytning	I alt
Økonomi	22,1% (17)	20,0% (13)	21,1% (30)
Netdrift	3,9% (3)	3,1% (2)	3,5% (5)
Projektering	39,0% (30)	38,5% (25)	38,7% (55)
VE & Rådgivning	35,1% (27)	38,5% (25)	36,6% (52)
Logistik	0,0% (0)	0,0% (0)	0,0% (0)
I alt	77	65	142

## Hvilken af de følgende arbejdsfunktioner svarer bedst til din arbejdsprofil?

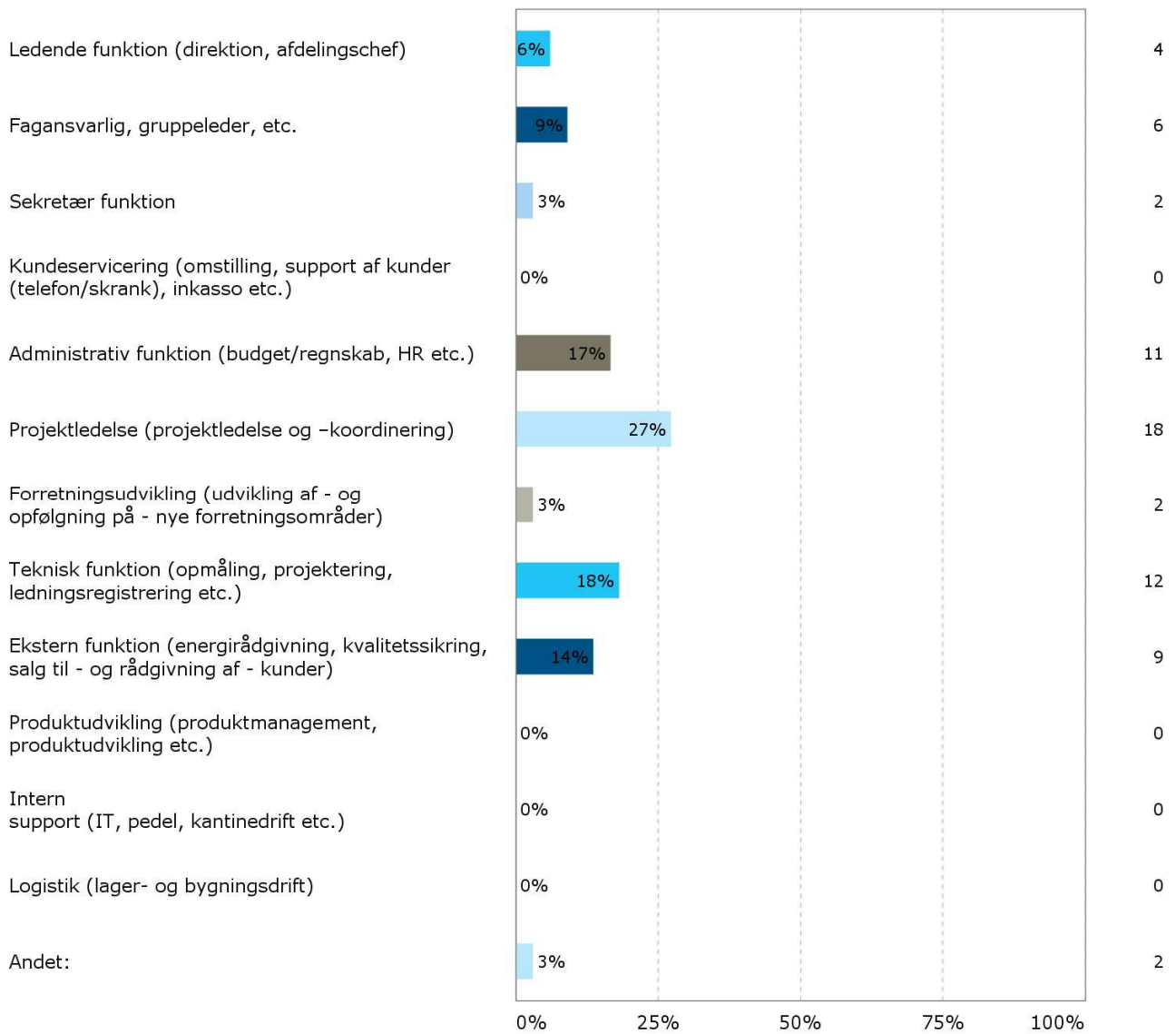
### Før flytning



### Andet før

Arbejdsprofil - Andet:
kantinedrift
Salg og projektledelse
Tekniker

## Efter flytning



## Andet efter

---

Arbejdsprofil - Andet:  
serviceass.  
Proceskonsulent, økonomiafdelingen

## Resultater

I det følgende vises spørgsmålene og svarene/resultaterne til de stillede spørgsmål før og efter flytning i samme rækkefølge som i de elektroniske spørgeskemaer, Appendiks 1 og 2.

### Generelt om kontoret, du arbejder i

Før flytning lød det oprindelige spørgsmål: Vi vil gerne vide hvordan en typisk arbejdsdag fordeler sig på forskellige arbejdsopgaver. Du bedes angive hvor mange timer du ca. benytter til følgende opgaver:

Af besvarelserne fremgik det at 5 personer har svaret i forhold til en arbejdsuge frem for en arbejdsdag som det var meningen. For at undgå en gentagelse heraf efter flytningen blev det besluttet at spørge til antal timer pr. arbejdsuge efter flytningen. For at gøre data før og efter flytning sammenlignelige er besvarelser ganget med 5 for at omsætte data til timer pr uge på nær for de 5 personer hvor besvarelser er bevaret uændret. Én persons data er udeladt da besvarelse ikke gav mening. Med disse bemærkninger fås følgende:

**Før flytning: Vi vil gerne vide hvordan en typisk arbejdsuge fordeler sig på forskellige arbejdsopgaver. Du bedes angive hvor mange timer du ca. benytter til følgende opgaver:**

	Observeret minimum	Observeret maksimum	Gennemsnit	Respondenter
Arbejde ved PC	5,0	35,0	18,6	61
Arbejde ved Skrivebord	0,5	15,0	4,5	61
Taler i telefon	0,0	15,0	3,5	61
Møde i huset	0,0	15,0	3,8	61
Uformelle møder	0,0	5,0	2,5	61
Møder ude af huset	0,0	15,0	4,5	60
Andet	0,0	12,5	1,0	58

Det giver en arbejdsuge på tilsammen 38,4 timer i gennemsnit.

**Efter flytning: Hvordan fordeler en typisk arbejdsuge sig på forskellige arbejdsopgaver? Du bedes angive hvilke arbejdsopgaver du har og hvor mange timer du ca. benytter på dem:**

	Observeret minimum	Observeret maksimum	Gennemsnit	Respondenter
Arbejde ved PC	2,5	35,0	18,3	66
Arbejde ved Skrivebord	0,0	10,0	3,2	66
Taler i telefon	0,5	16,0	3,0	66
Møde i huset	0,0	25,0	4,0	66
Uformelle møder	0,0	5,0	1,9	66
Møder ude af huset	0,0	20,5	5,4	66
Andet	0,0	11,0	0,7	66

Det giver en arbejdsuge på tilsammen 36,5 timer i gennemsnit. Der er, ikke overraskende, ikke den store forskel på arbejdsopgaver før og efter flytningen.

### Deler du kontor med andre?

	Før flytning	Efter flytning
Nej	10,4% (8)	3,0% (2)
Ja, hvor mange er I i alt	89,6% (69)	97,0% (64)
I alt	77	66

Efter flytningen er der færre medarbejdere der har deres eget kontor. Kontorene er generelt blevet større med flere medarbejdere. Blandt de medarbejdere der deler kontor med andre, var der før flytningen i gennemsnit 11 medarbejdere i kontoret (varierende fra 2 til 20) og efter flytningen i gennemsnit 35 i deres nye kontor (varierende fra 3 til 80).

### Sidder du ved det samme sted, når du arbejder?

	Før flytning	Efter flytning
Af og til	1,3% (1)	0,0% (0)
Ofte	13,0% (10)	16,7% (11)
Altid	85,7% (66)	83,3% (55)
I alt	77	66

### Hvor langt væk fra vinduet opholder du dig, når du sidder og arbejder?

#### Ved et skrivebord

	Før flytning (4 meter)	Efter flytning (2,5 meter)
Mindre end 4/2,5 meter fra vinduet	88,3% (68)	68,2% (45)
Mere end 4/2,5 meter fra vinduet	11,7% (9)	31,8% (21)
I alt	77	66

#### Ved en PC

	Før flytning (4 meter)	Efter flytning (2,5 meter)
Mindre end 4/2,5 meter fra vinduet	89,6% (69)	65,2% (43)
Mere end 4/2,5 meter fra vinduet	10,4% (8)	34,8% (23)
I alt	77	66

Lige under 90% af medarbejderne sad før flytningen ved skrivebord og pc'er mindre end 4 m fra et vindue. Efter flytningen sad omkring 2/3 ved skrivebord og pc'er mindre end 2,5 m fra et vindue. Da der er skifter afstand i dette spørgsmål, er det ikke til at afgøre om medarbejderne generelt sidder tættere på eller længere væk fra vinduerne efter flytningen. Under alle omstændigheder ville det måske være muligt for

gruppen af medarbejdere der sidder tæt ved vinduet i en stor del af arbejdstiden at arbejde ved dagslys alene. Af de efterfølgende afsnit om dagslys og kunstlys fremgår det at medarbejderne er relativt tilfredse med både dagslyset og kunstlys, og at den kunstige belysning stadig ofte anvendes, dog i mindre grad i den nye kontorbygning.

En placering nær vinduet giver meget dagslys og mulighed for at se ud, men en synsretning mod vinduet fra arbejdspladsen kan samtidig give problemer med blænding fra vinduerne eller kan afstedkomme et så højt adaptationsniveau eller lys på skærmen, at det vanskeliggør udførelsen af skærmarbejde. Næste spørgsmål drejer sig om synsretningen, og det fremgår, at godt 10% har synsretning mod vinduet efter flytningen, når de arbejder ved skrivebord og pc'en.

### Når du ser op, hvad er hovedsagelig din synsretning?

#### Ved et skrivebord - Afkryds gerne flere

	Før flytning	Efter flytning
Mod vindue	14,3% (11)	10,6% (7)
Mod en væg, skærmvæg eller lave reoler	50,6% (39)	19,7% (13)
Ud i kontoret	57,1% (44)	87,9% (58)
I alt	77	66

#### Ved en PC - Afkryds gerne flere

	Før flytning	Efter flytning
Mod vindue	16,9% (13)	12,1% (8)
Mod en væg, skærmvæg eller lave reoler	49,4% (38)	18,2% (12)
Ud i kontoret	55,8% (43)	86,4% (57)
I alt	77	66

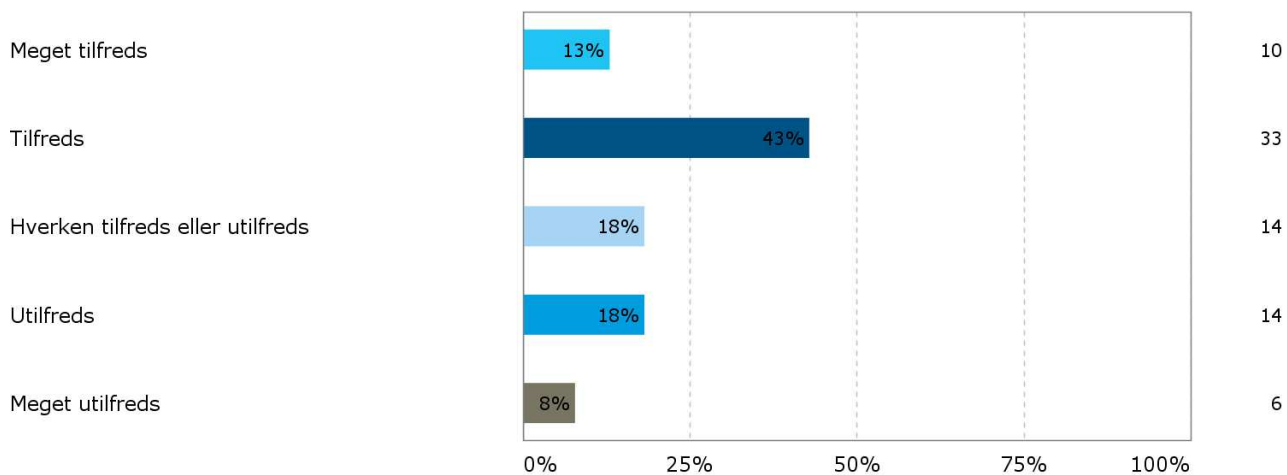
Efter flytningen er der lidt færre medarbejdere der har synsretning mod vindue, mens langt flere, ca. 87%, ser ud i kontoret og langt færre, ca. 19%, nu ser mod væg, skærmvæg eller lave reoler.



Angiv hvor tilfreds eller utilfreds du er med indeklimaet ved din arbejdsplads i forhold til følgende forhold:

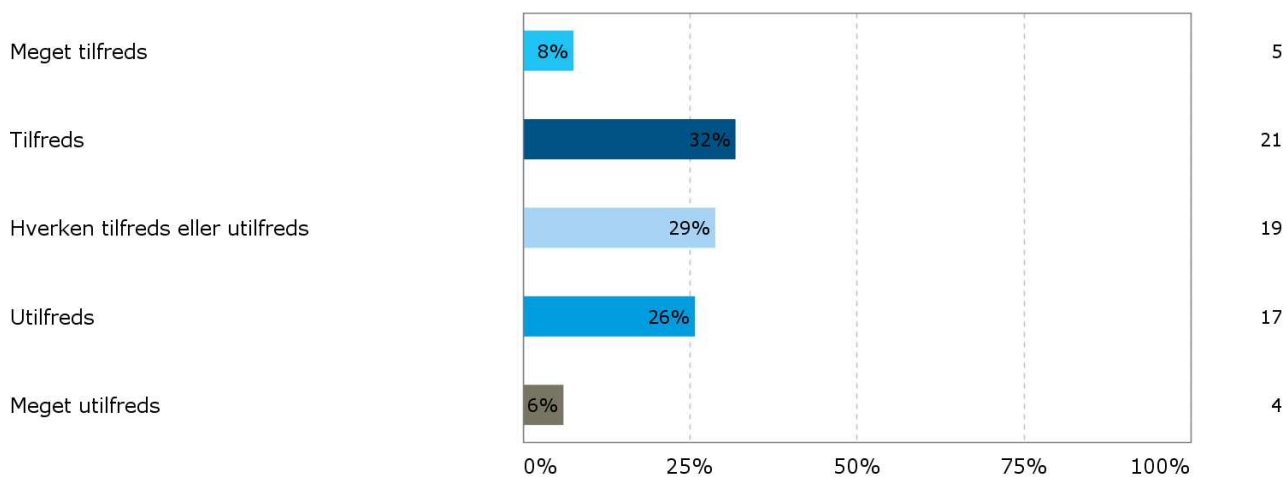
### Temperaturen

Før flytning

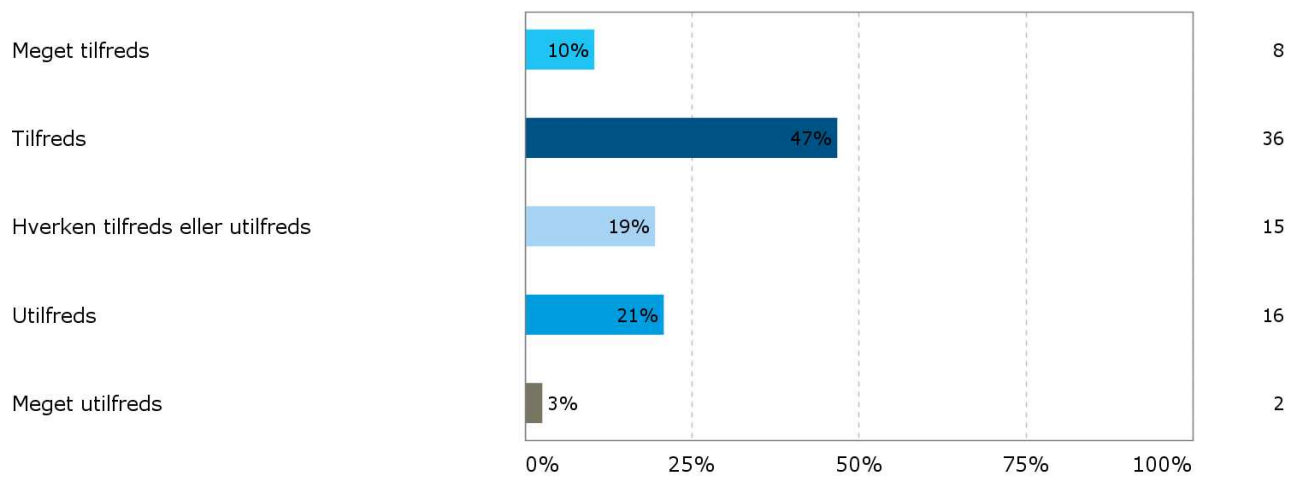


### Temperaturen

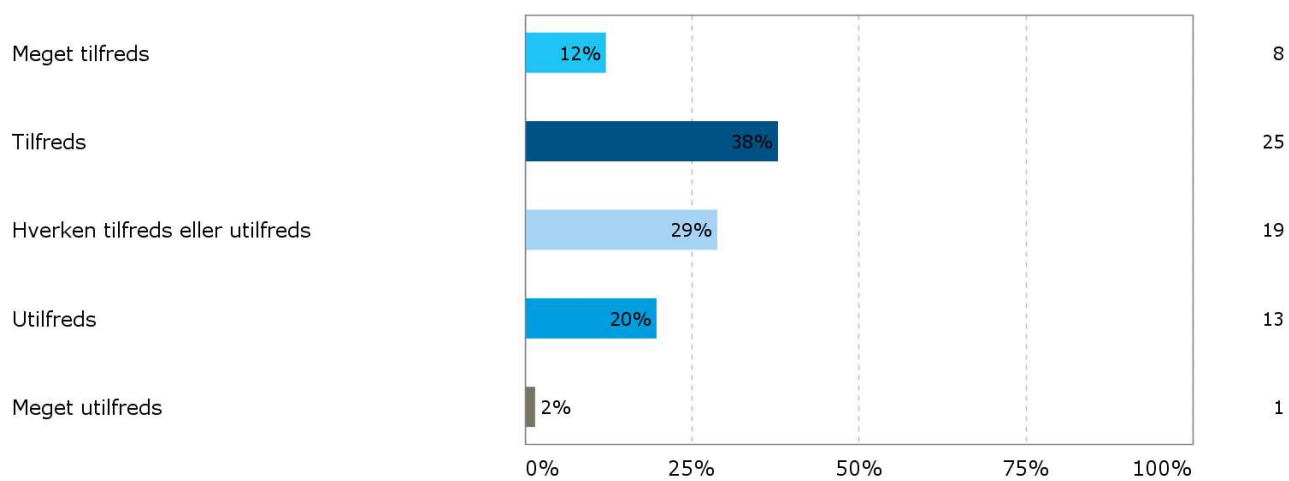
Efter flytning



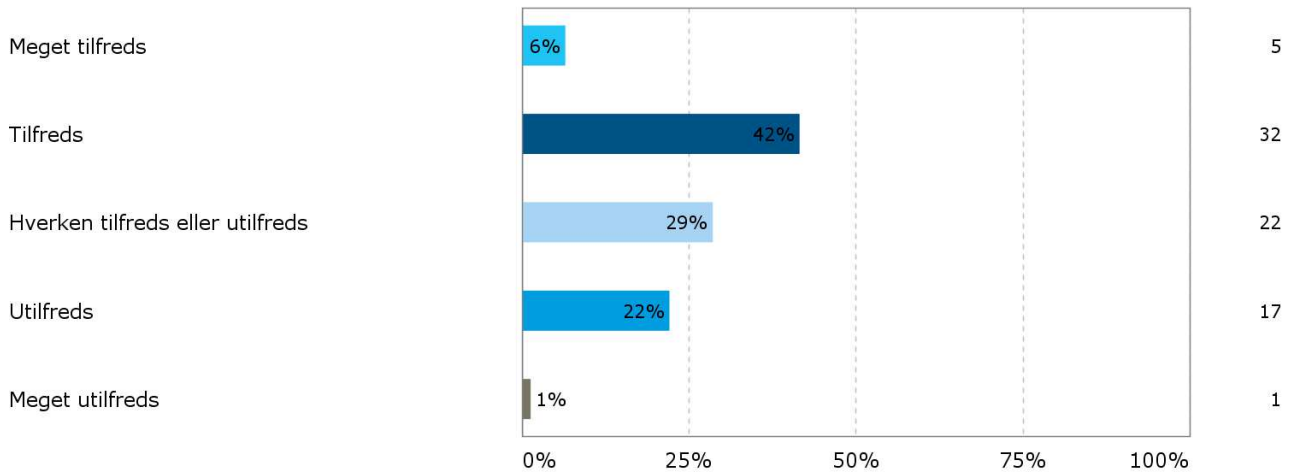
## Træk Før flytning



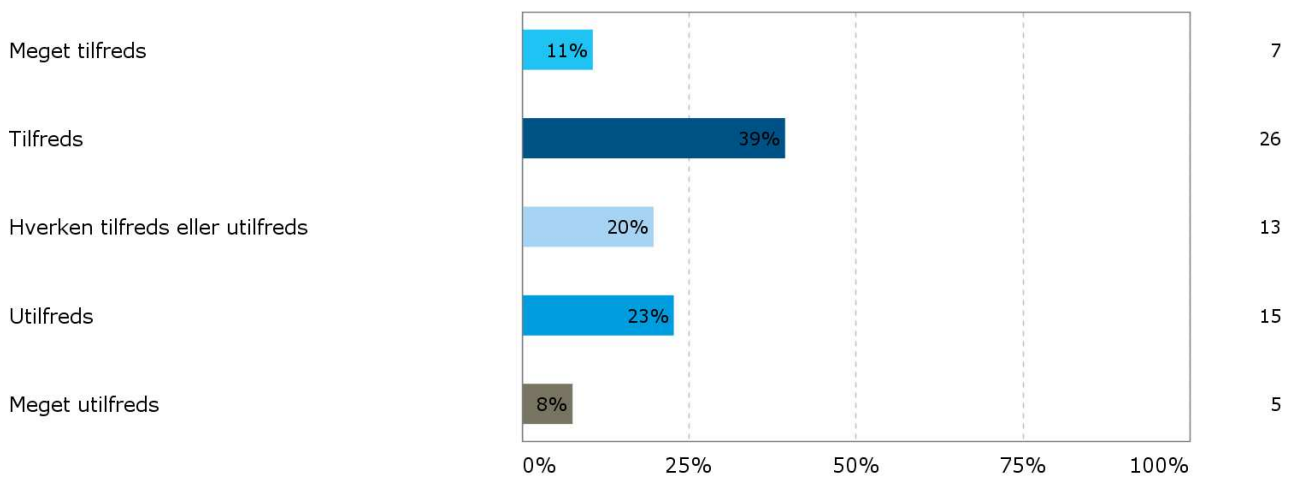
## Træk Efter flytning



## Luftkvaliteten Før flytning

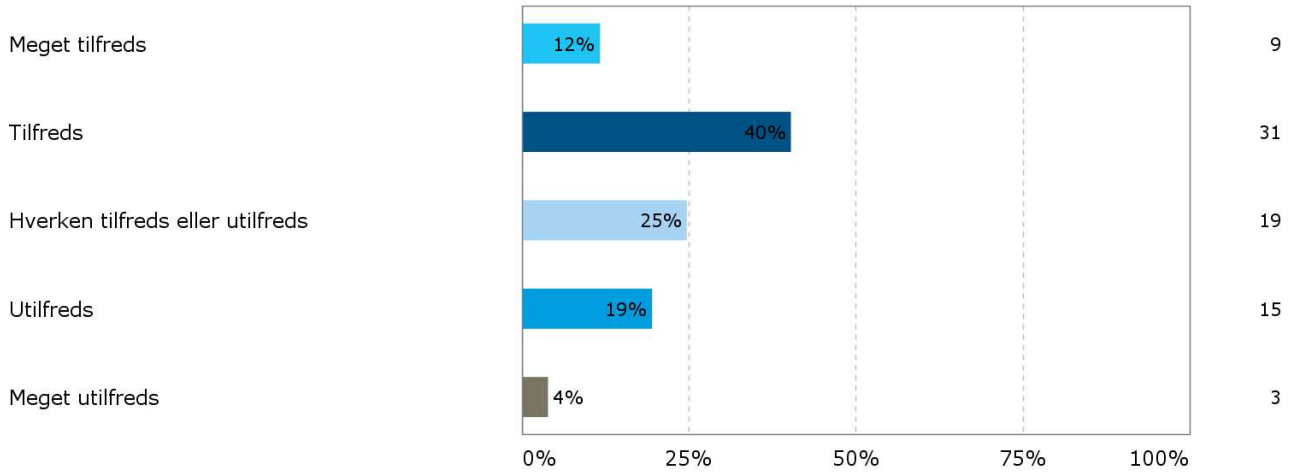


## Luftkvaliteten Efter flytning



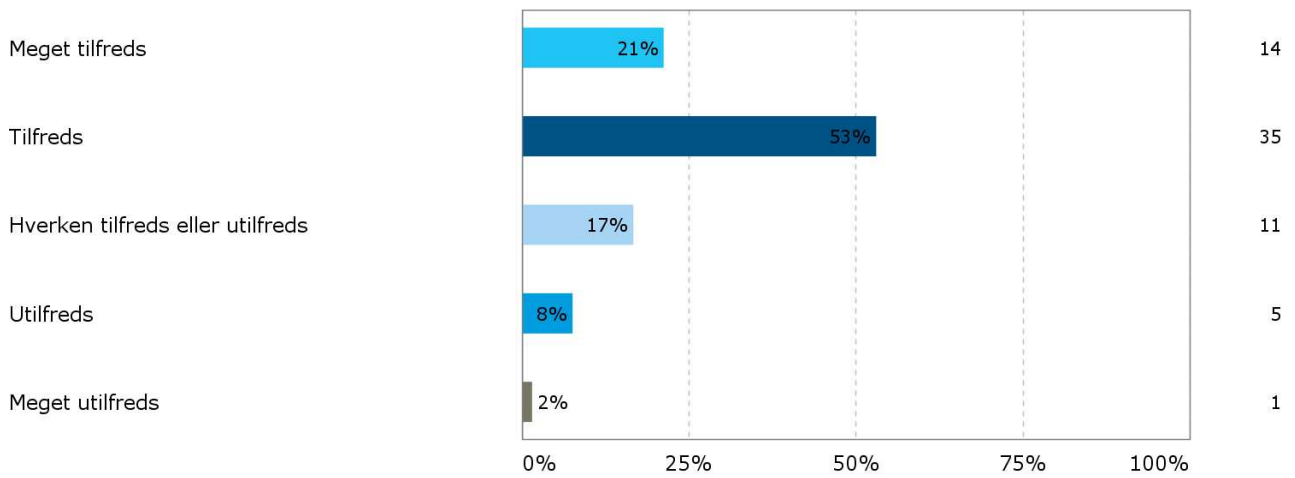
## Støv og snavs

### Før flytning

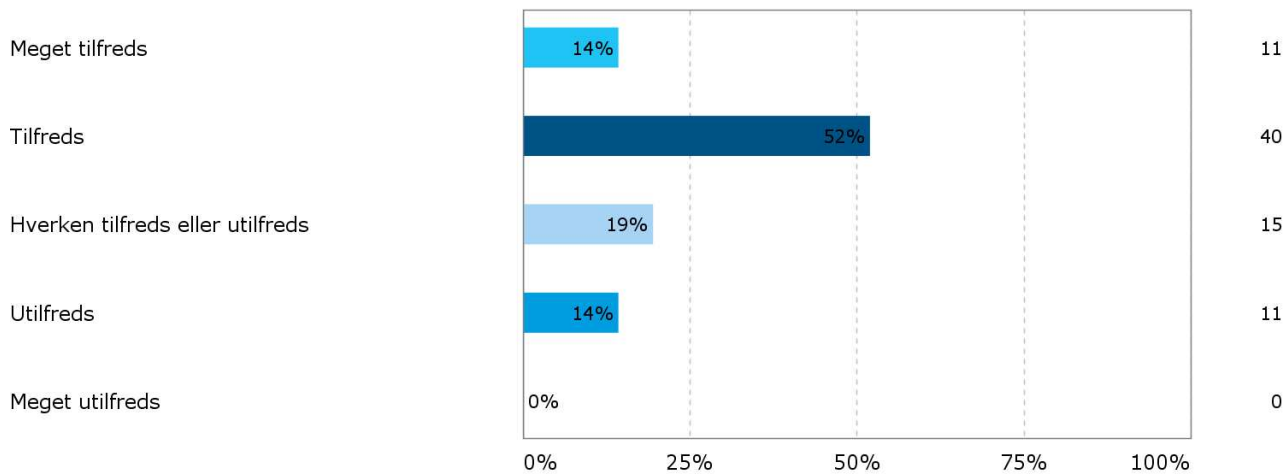


## Støv og snavs

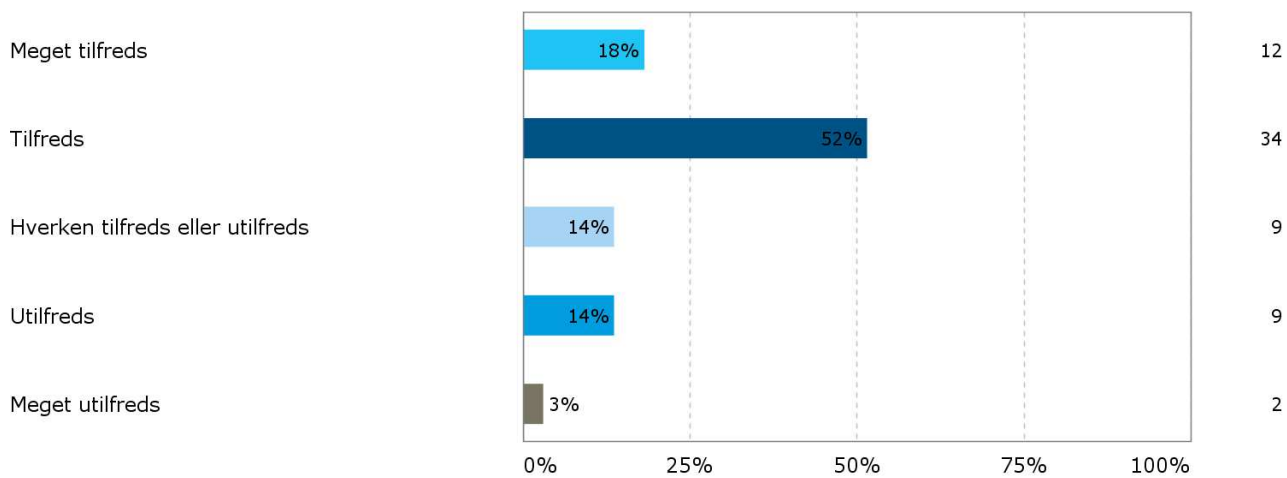
### Efter flytning



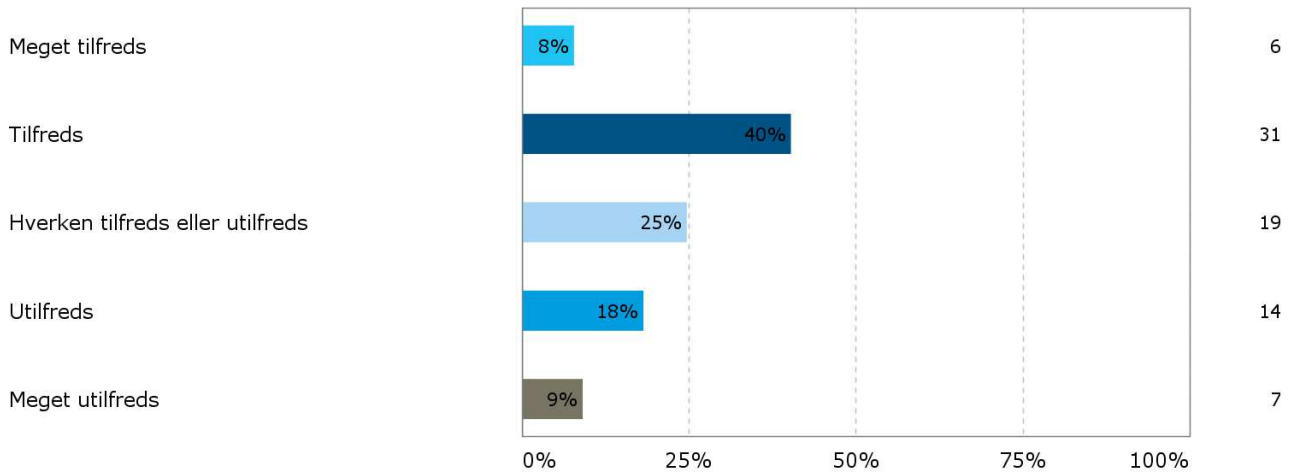
## Lyset Før flytning



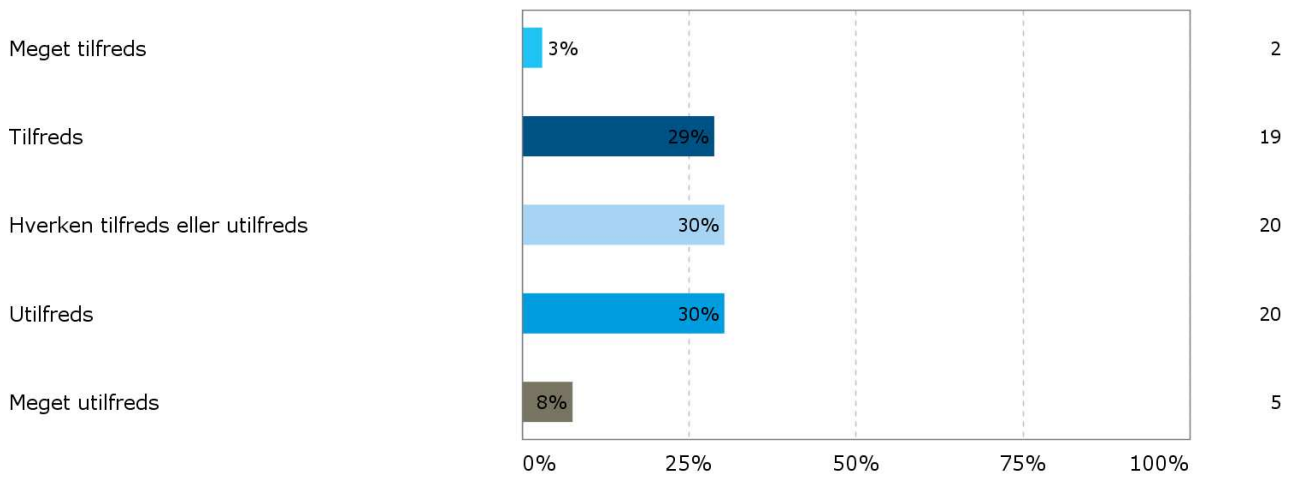
## Lyset Efter flytning



## Lyd og støj fra kolleger Før flytning

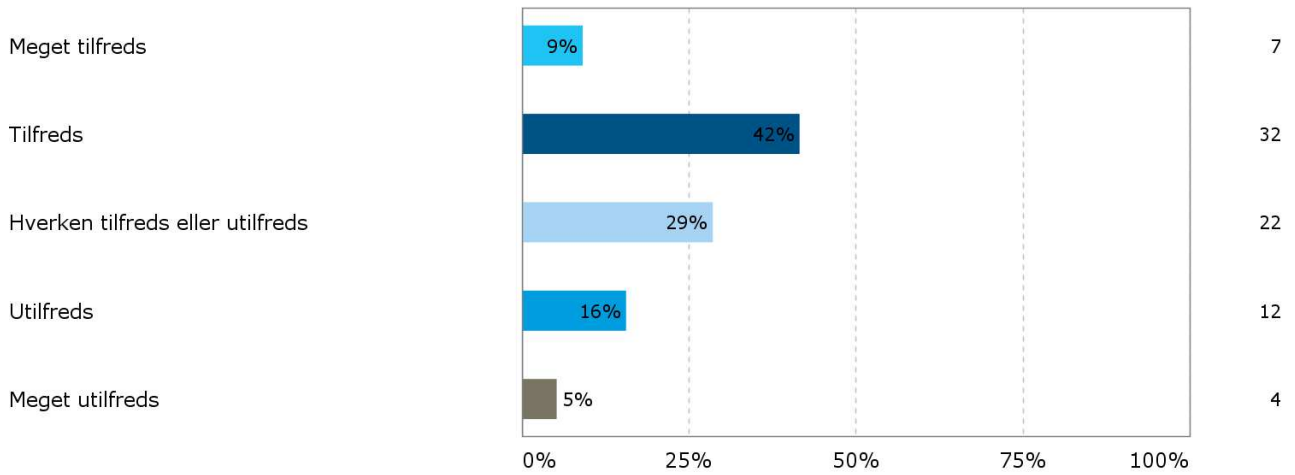


## Lyd og støj fra kolleger Efter flytning



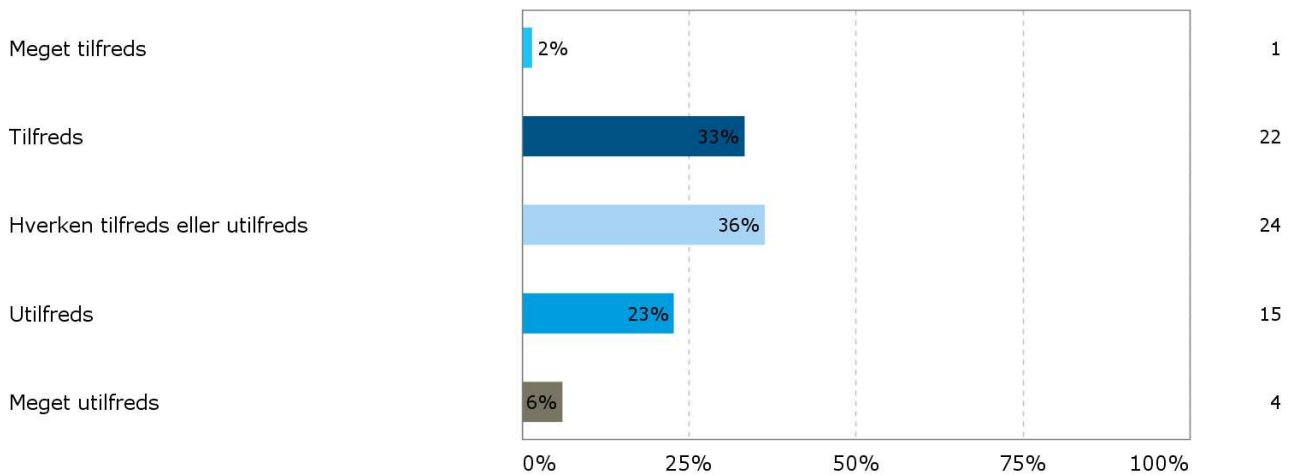
## Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.

Før flytning



## Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.

Efter flytning





Nedenstående tabel giver et overblik over procentdelen (%) af medarbejderne der er tilfredse/utilfredse (svarede Meget tilfreds eller Tilfreds/Meget utilfreds eller Utilfreds) med de forskellige indeklimaparametre før og efter flytningen.

	Før flytning	Efter flytning	Ændring	Respondenter
Temperaturen	56/26	40/32	-16/6	77/66
Træk	57/24	50/22	-7/-2	77/66
Luftkvaliteten	48/23	50/31	2/8	77/66
Støv og snavs	52/23	74/10	22/-13	77/66
Lyset	66/14	70/17	4/3	77/66
Lyd og støj fra kolleger	48/27	32/38	-16/11	77/66
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	51/21	35/29	-16/8	77/66

Medarbejdernes tilfredshed med parameteren Støv og snavs er steget efter flytningen mens tilfredsheden med Luftkvaliteten og Lyset er uændret og tilfredsheden med Temperaturen, Træk, Lyd og støj fra kolleger og Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. er faldet.

På spørgsmålet "Angiv hvor tilfreds eller utilfreds du er med indeklimaet ved din arbejdsplads i forhold til følgende forhold", blev der benyttet en 5 punktskala gående fra Meget Utilfreds (1) til Meget Tilfreds (5) for de syv parametre: Temperaturen, Træk, Luftkvaliteten, Støv og snavs, Lyset, Lyd og støj fra kolleger og Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. I nedenstående tabel ses gennemsnitsværdier for de syv parametre.

### Før flytning

	Observeret minimum	Observeret maksimum	Gennemsnit	Usikkerhed	Respondenter
Temperaturen	1,00	5,00	3,35	±0,26	77
Træk	1,00	5,00	3,42	±0,23	77
Luftkvaliteten	1,00	5,00	3,30	±0,21	77
Støv og snavs	1,00	5,00	3,36	±0,23	77
Lyset	2,00	5,00	3,66	±0,20	77
Lyd og støj fra kolleger	1,00	5,00	3,19	±0,25	77
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	1,00	5,00	3,34	±0,23	77

Gennemsnit af 7 parametre: 3,37

### Efter flytning

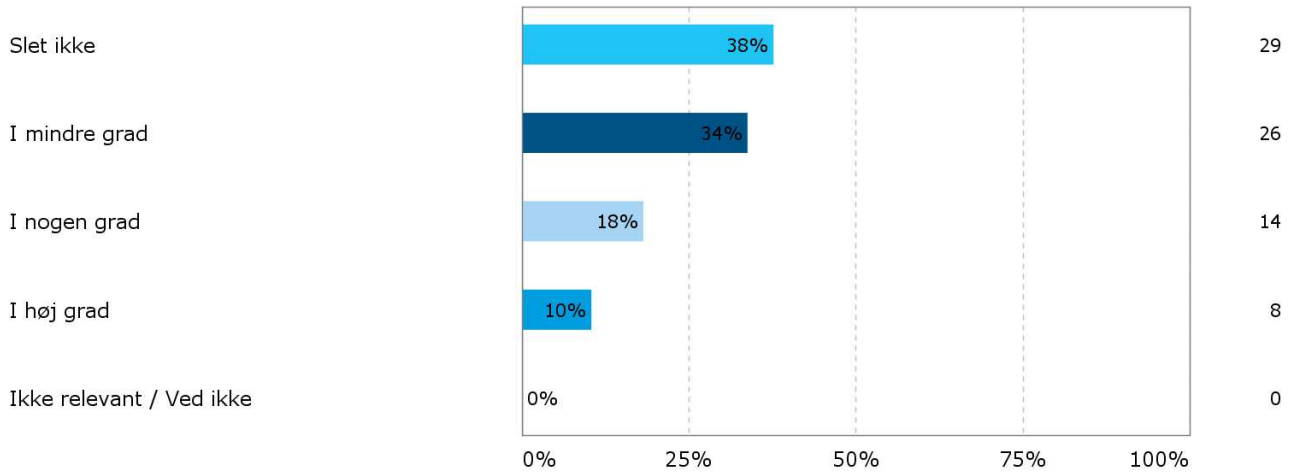
	Observeret minimum	Observeret maksimum	Gennemsnit	Usikkerhed	Respondenter
Temperaturen	1,00	5,00	3,09	±0,26	66
Træk	1,00	5,00	3,39	±0,24	66
Luftkvaliteten	1,00	5,00	3,23	±0,28	66
Støv og snavs	1,00	5,00	3,85	±0,22	66
Lyset	1,00	5,00	3,68	±0,25	66
Lyd og støj fra kolleger	1,00	5,00	2,89	±0,24	66
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	1,00	5,00	3,02	±0,23	66

Gennemsnit af 7 parametre: 3,31

## Hvor meget kontrol har du over følgende forhold i dit kontor?

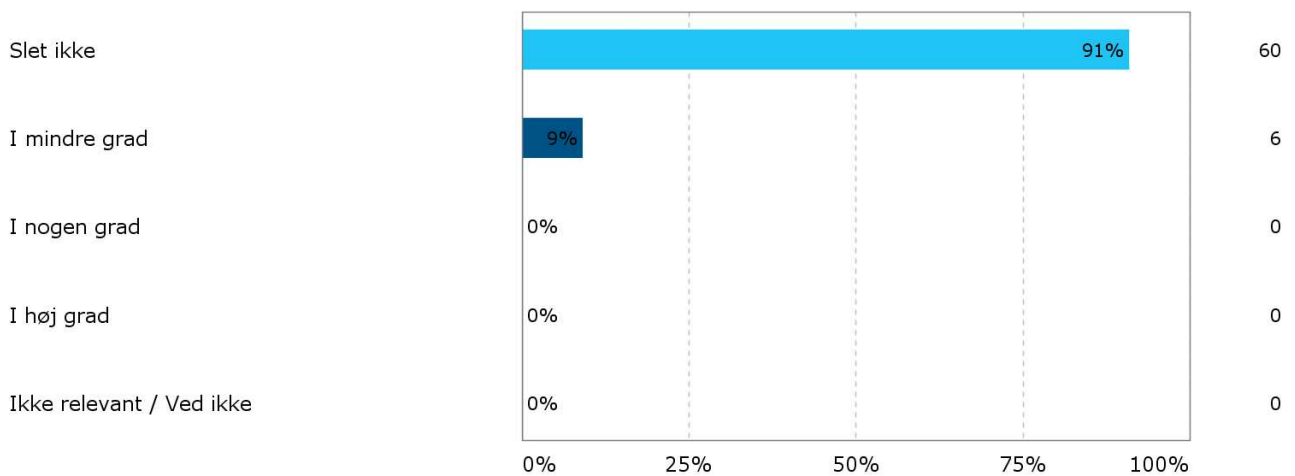
### Temperaturen

Før flytning

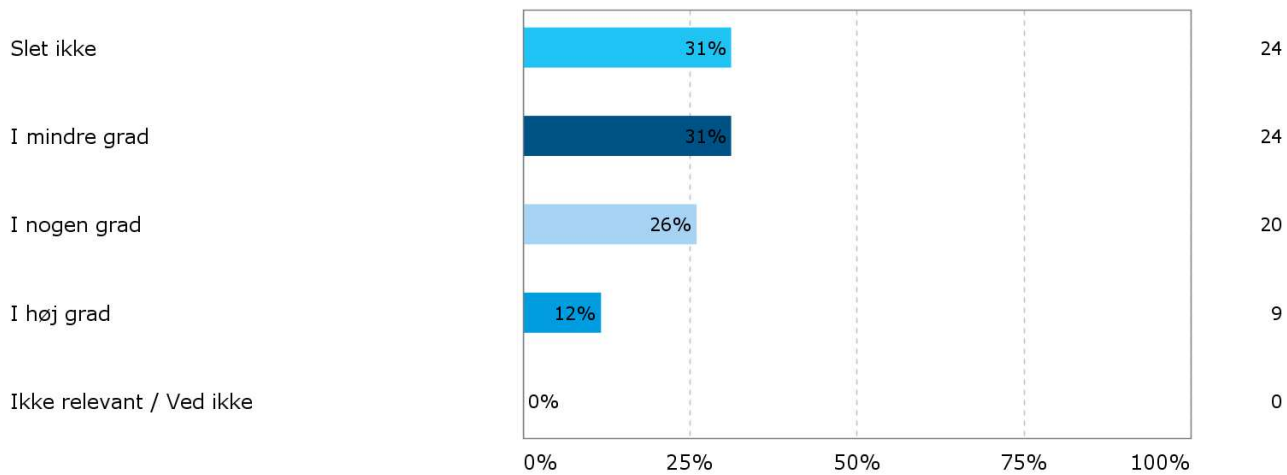


### Temperaturen

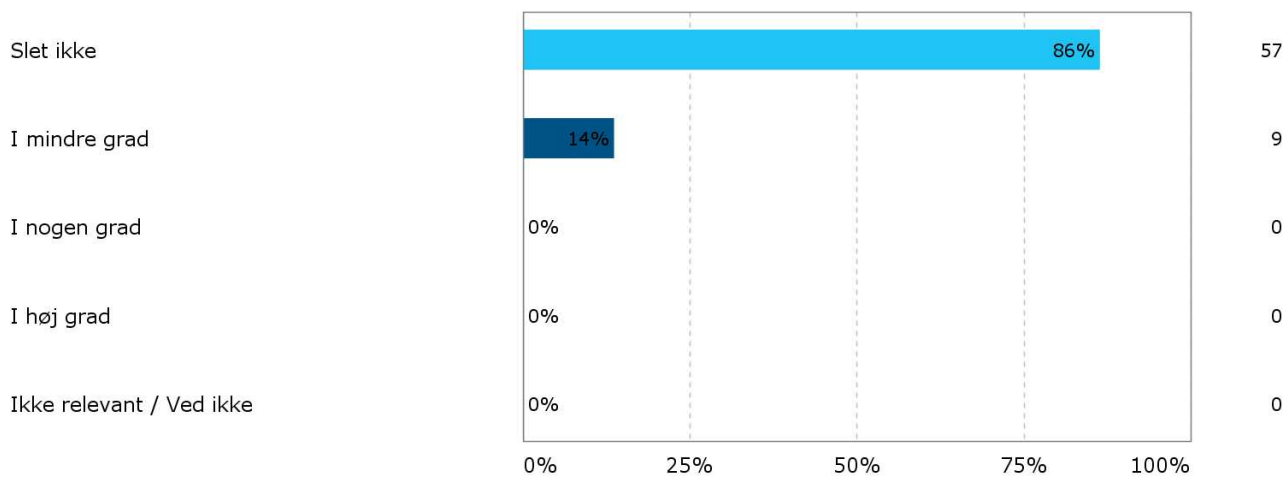
Efter flytning



## Ventilation og udluftning Før flytning

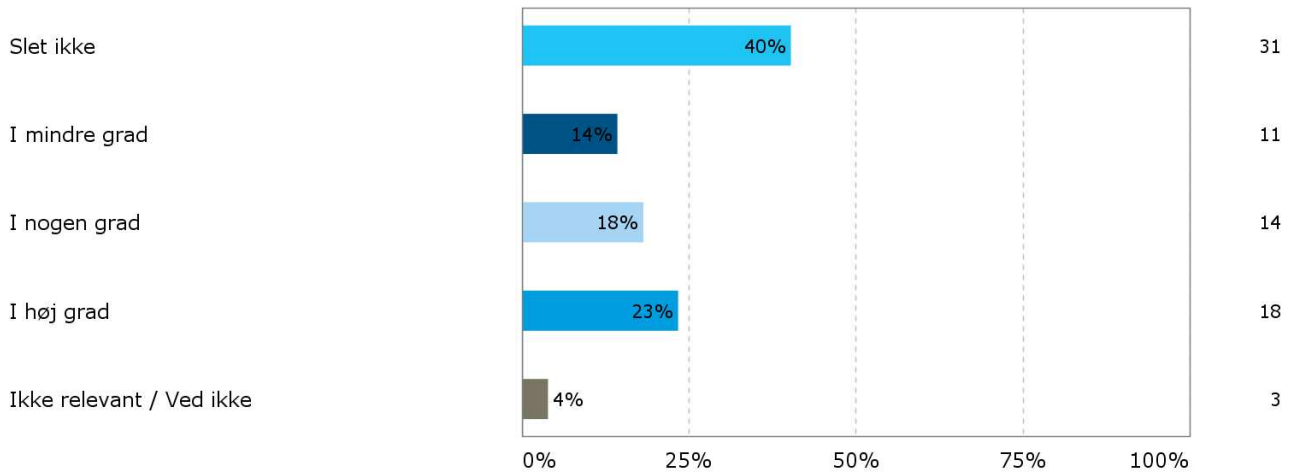


## Ventilation og udluftning Efter flytning



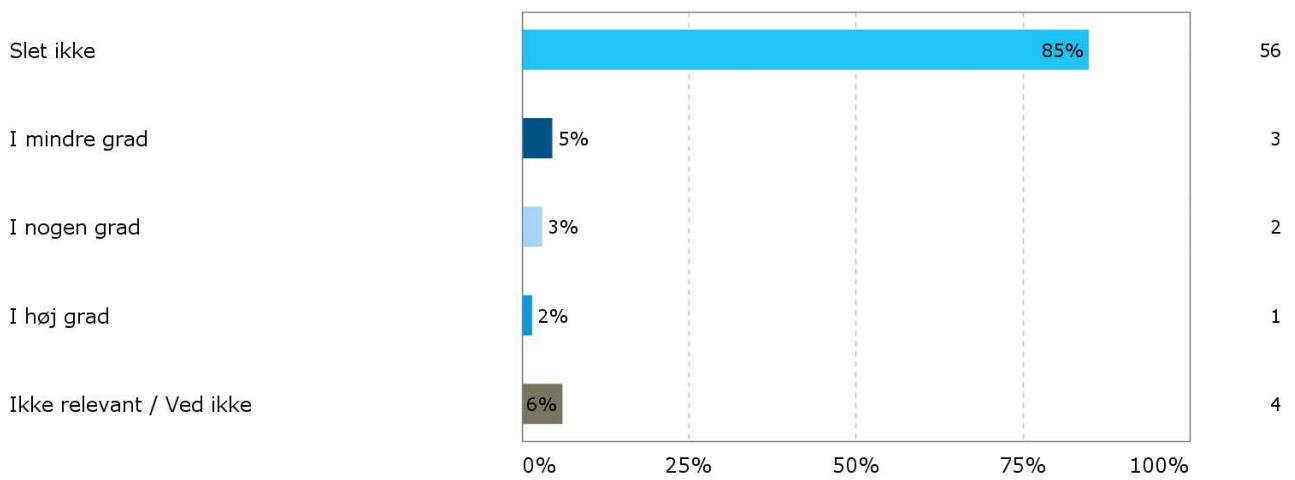
## Solafskærmning

### Før flytning



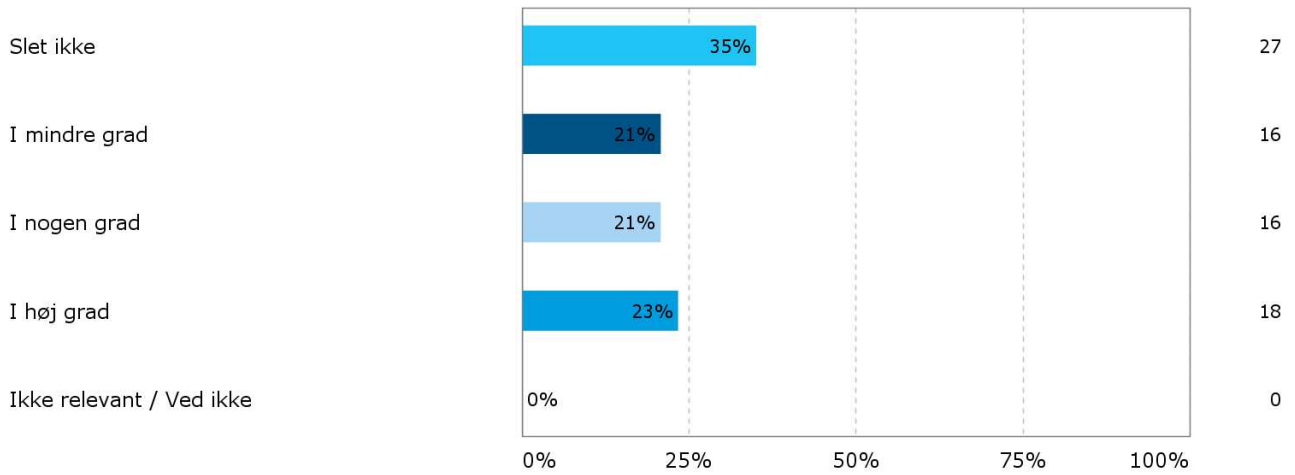
## Solafskærmning

### Efter flytning



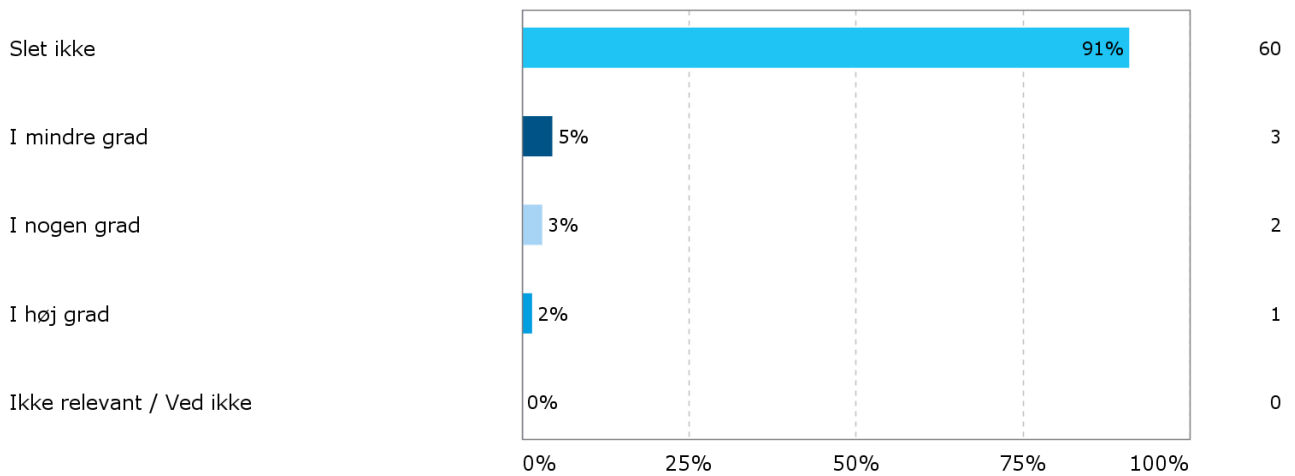
## Belysningen (i loftet)

Før flytning



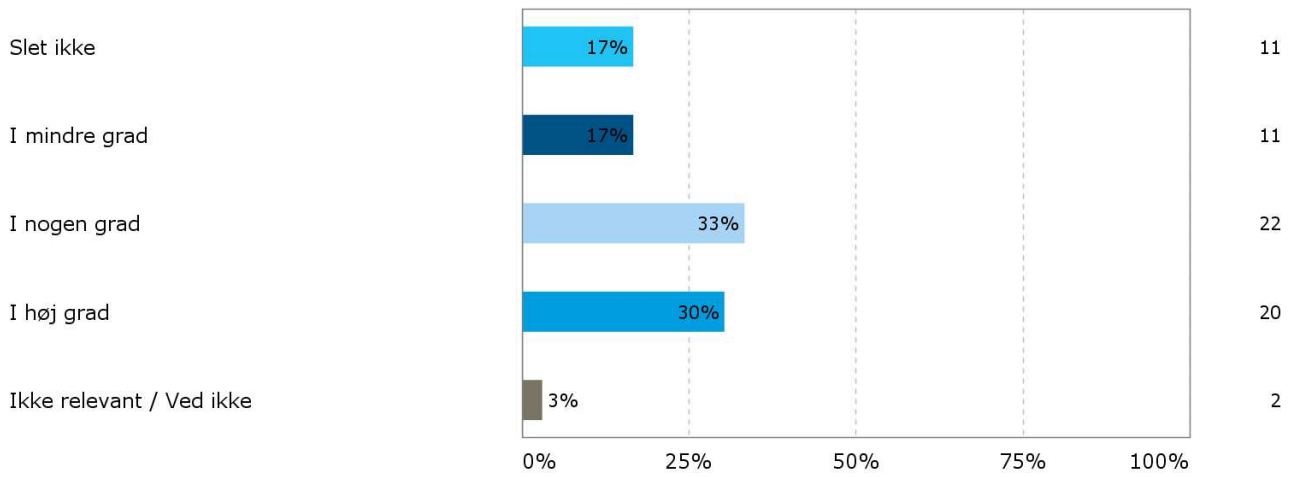
## Belysningen (i loftet)

Efter flytning

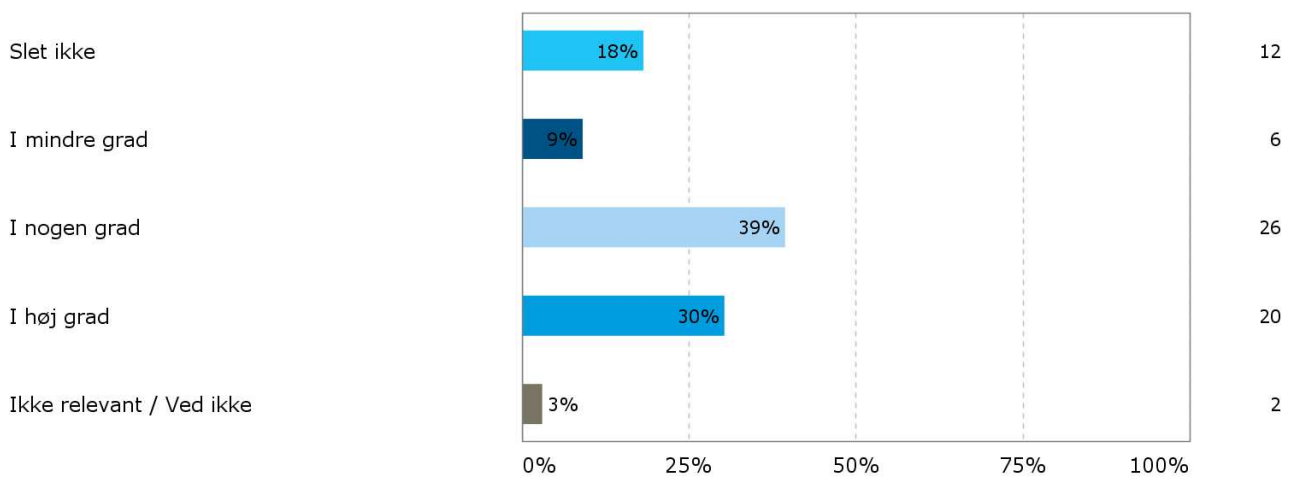


## Ville du gerne have mere kontrol over følgende forhold i dit kontor?

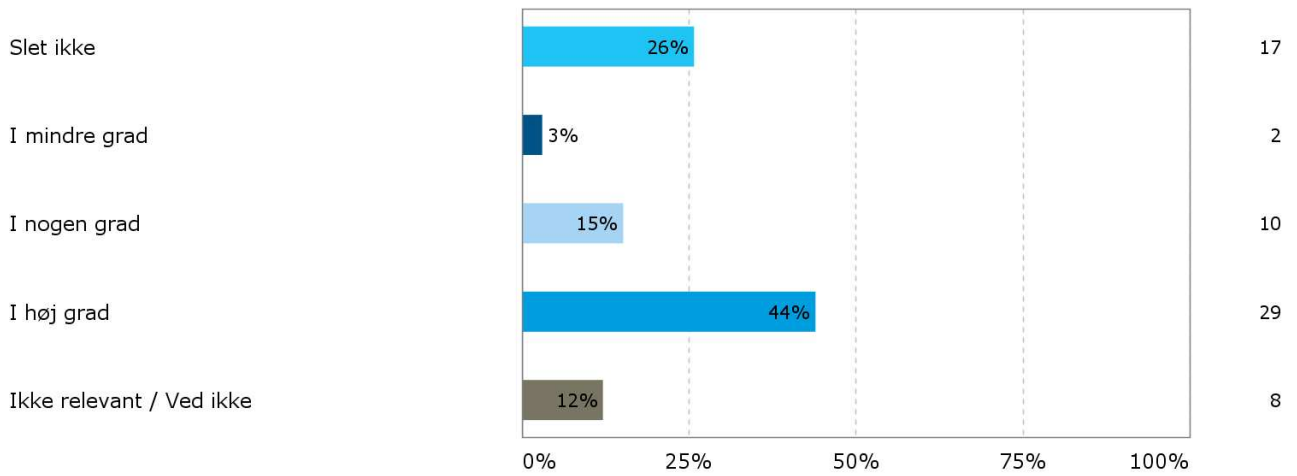
### Temperaturen



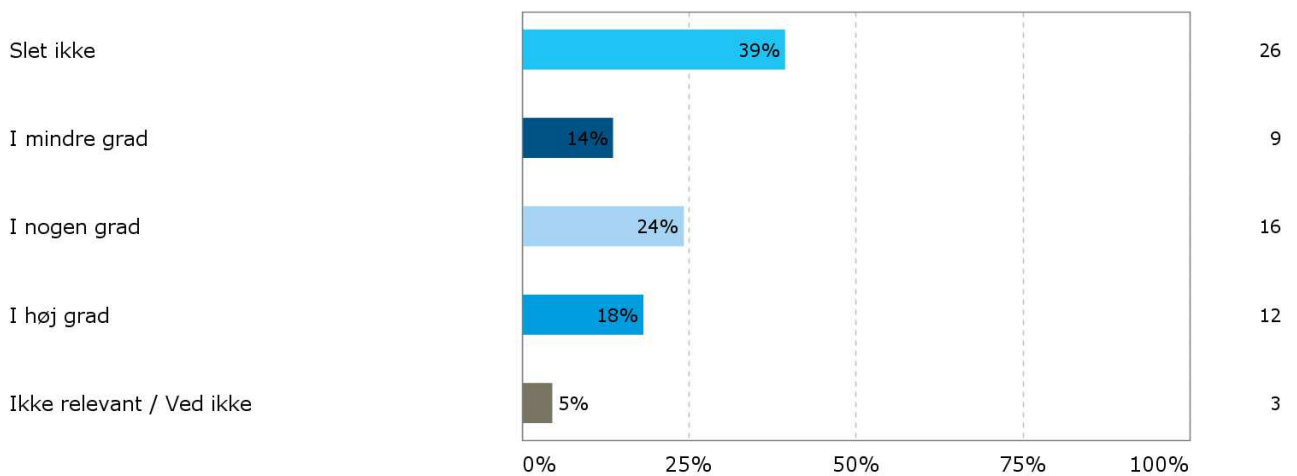
### Ventilation og udluftning



## Solafskærmning



## Belysningen (i loftet)





## Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i

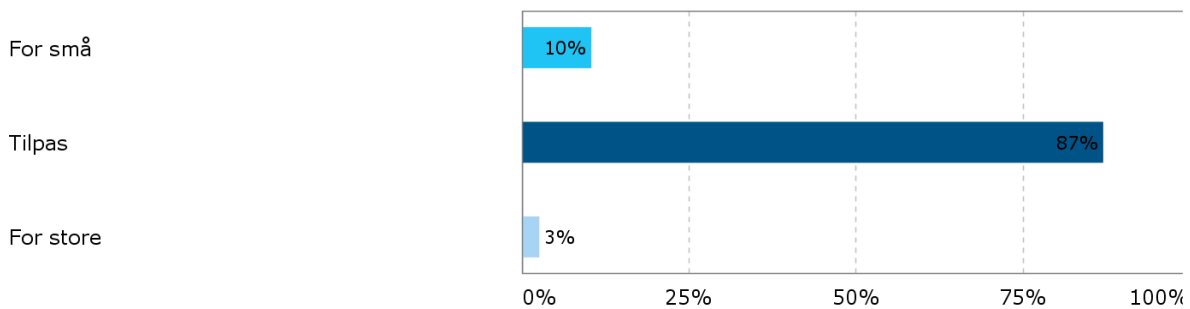
Denne del handler om, hvordan du oplever forskellige forhold i forbindelse med vinduerne i dit kontor.

**Spørgsmål før flytning: Synes du vinduet (eller vinduerne) ved din arbejdsplads er:**

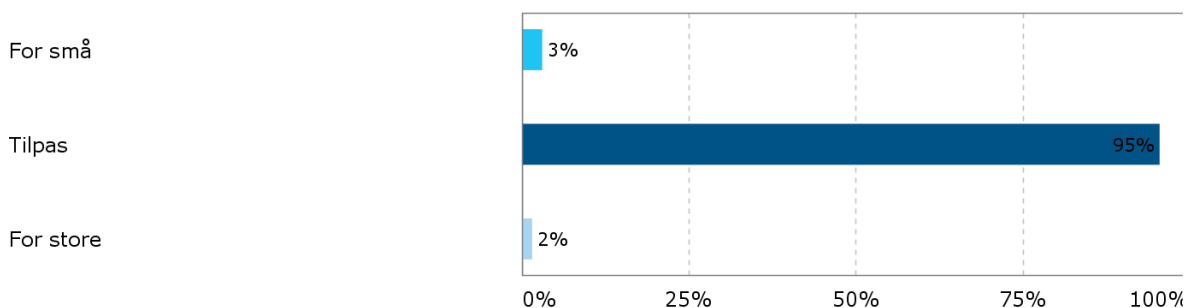
**Spørgsmål efter flytning: Synes du vinduerne ved din arbejdsplads er?**

	Før flytning	Efter flytning
For små	10,4%	3,0%
Tilpas	87,0%	95,5%
For store	2,6%	1,5%
I alt	77	66

### Før flytning



### Efter flytning

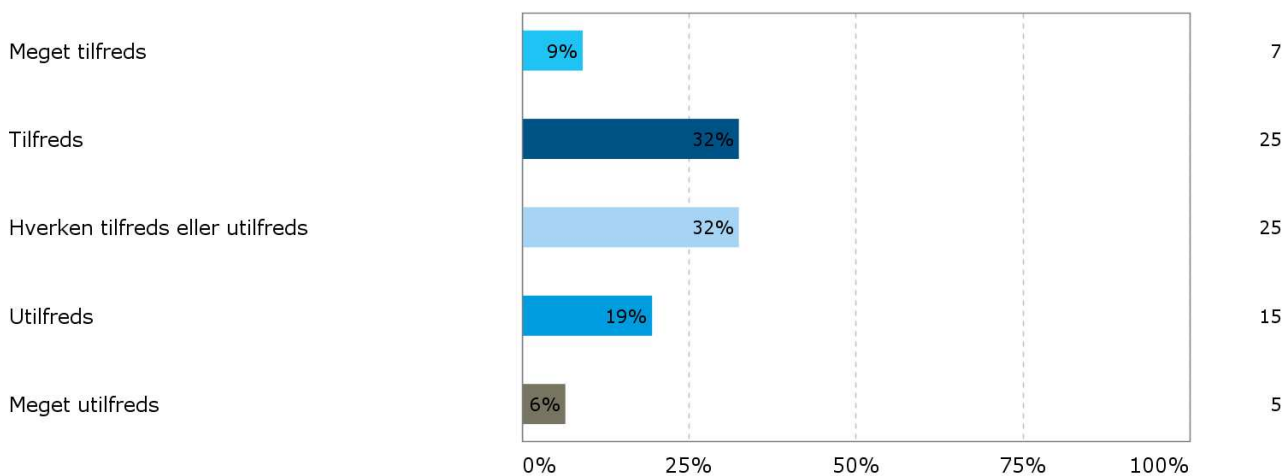


**Spørgsmål før flytning: Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med følgende forhold i forbindelse med vinduet (eller vinduerne) ved din arbejdsplads:**

**Spørgsmål efter flytning: Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med følgende forhold i forbindelse med vinduerne ved din arbejdsplads:**

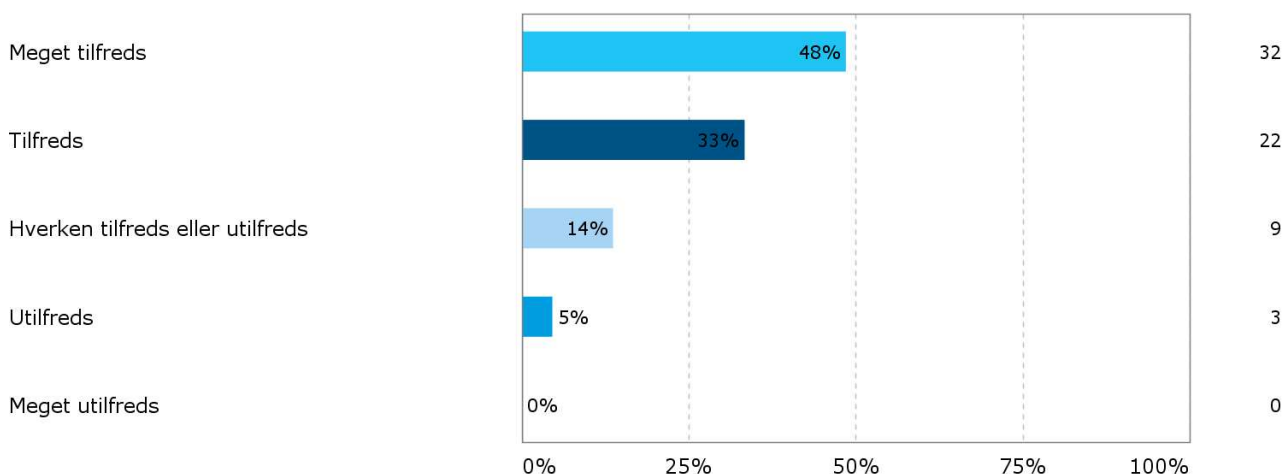
### Udsigten gennem vindue(r)

Før flytning

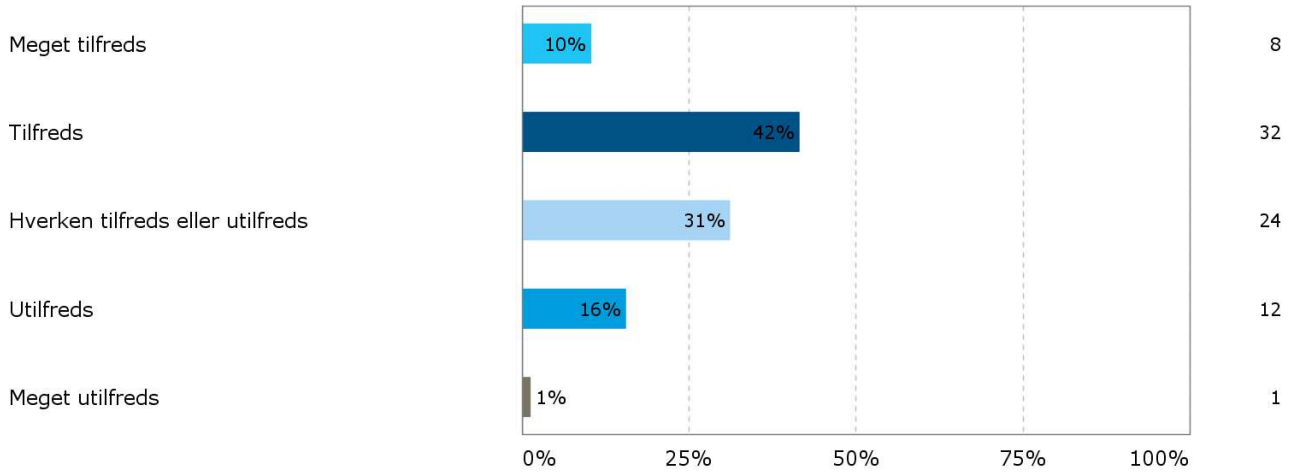


### Udsigten gennem vindue(r)

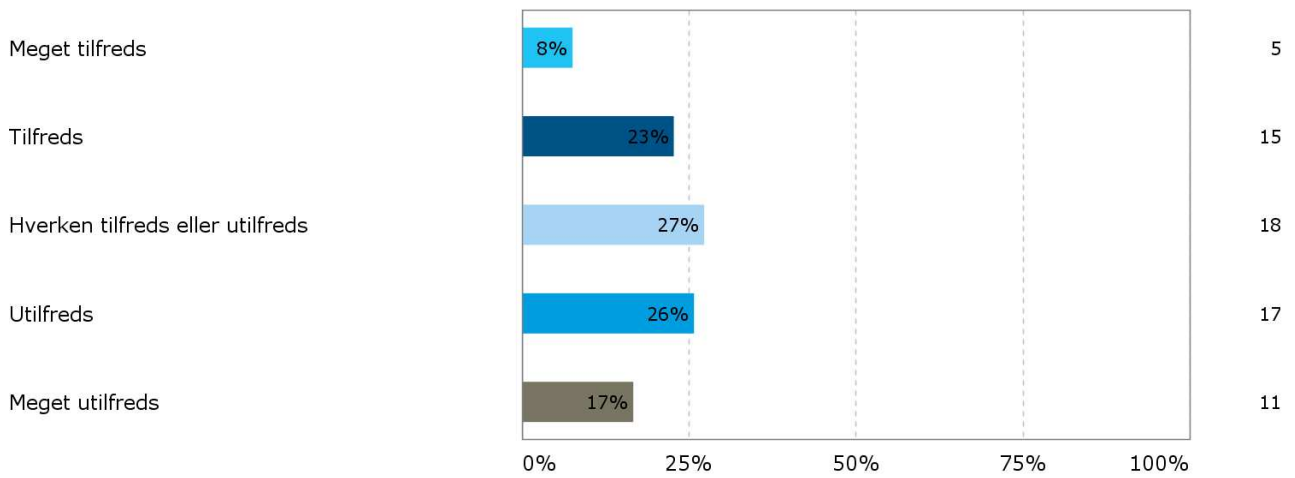
Efter flytning



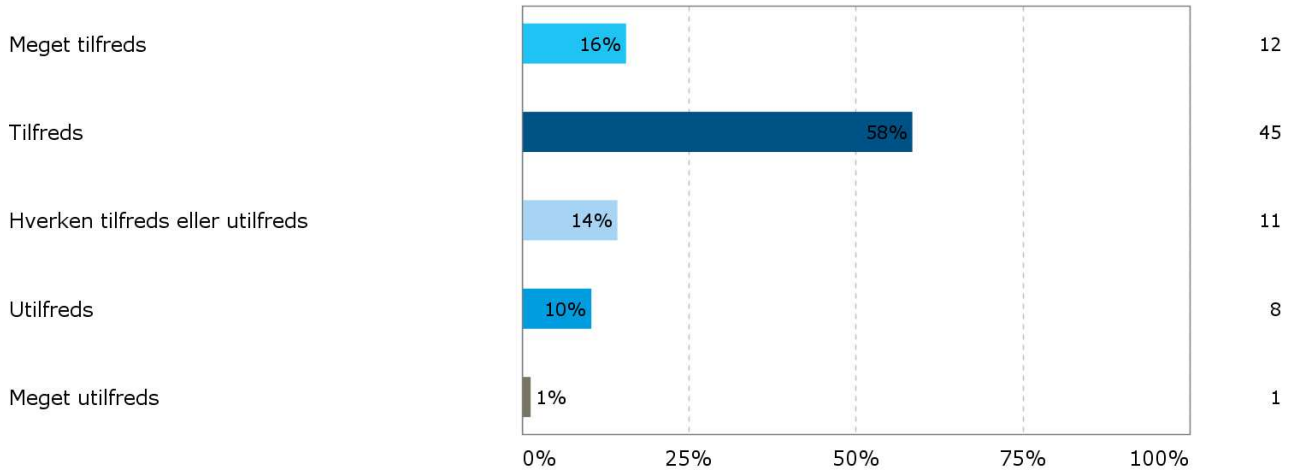
## Muligheden for udluftning Før flytning



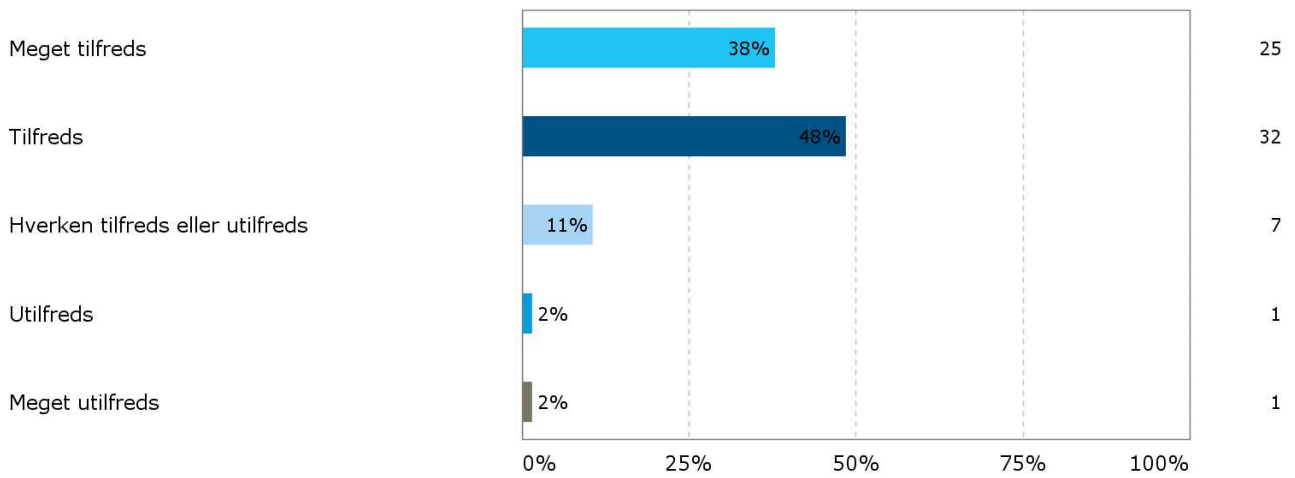
## Muligheden for udluftning Efter flytning



## Størrelsen af vinduerne Før flytning

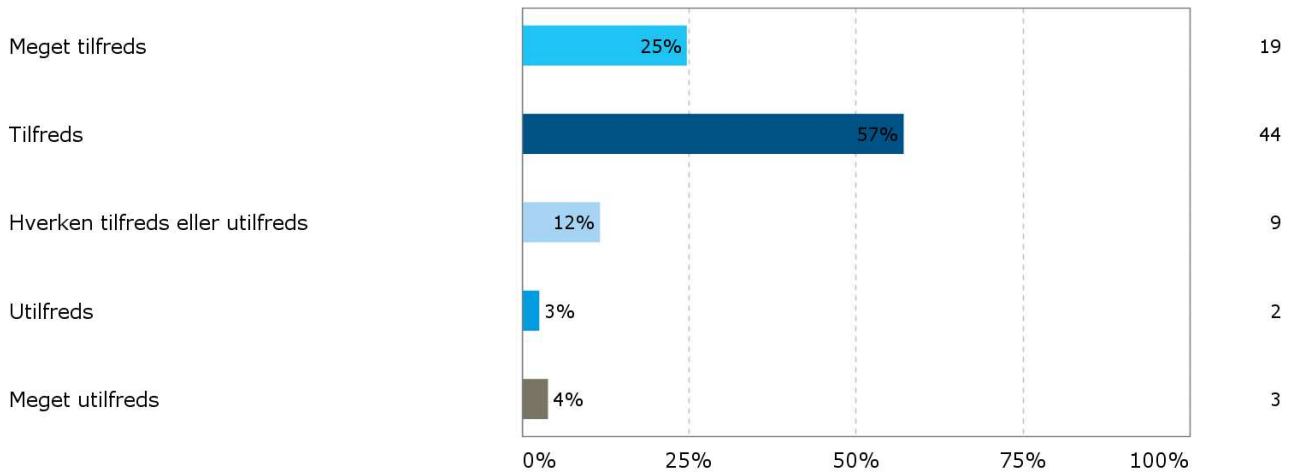


## Størrelsen af vinduerne Efter flytning



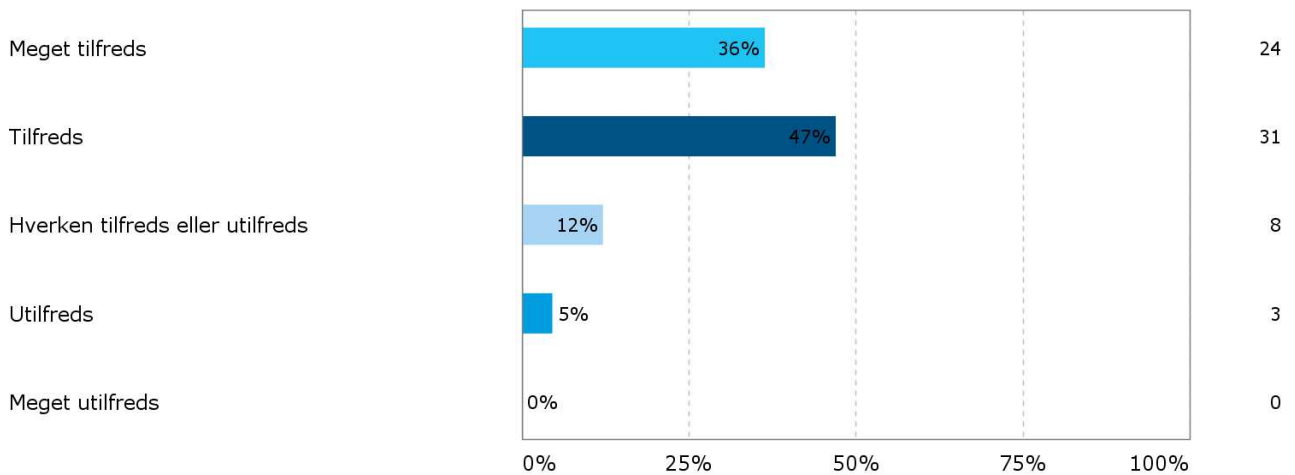
## Placering af arbejdsplads i forhold til vinduerne

Før flytning



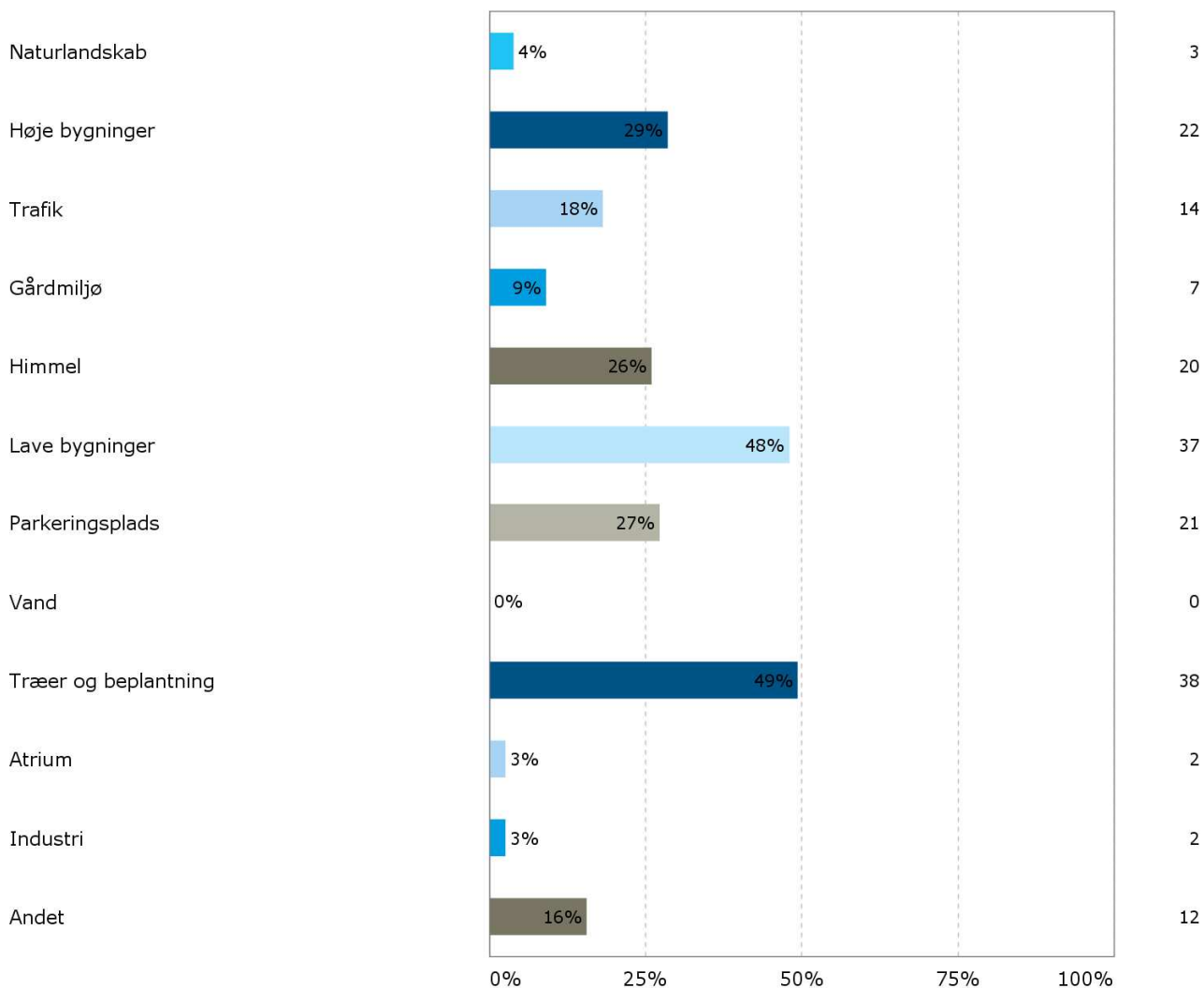
## Placering af arbejdsplads i forhold til vinduerne

Efter flytning



## Hvad lægger du især mærke til, når du ser ud?

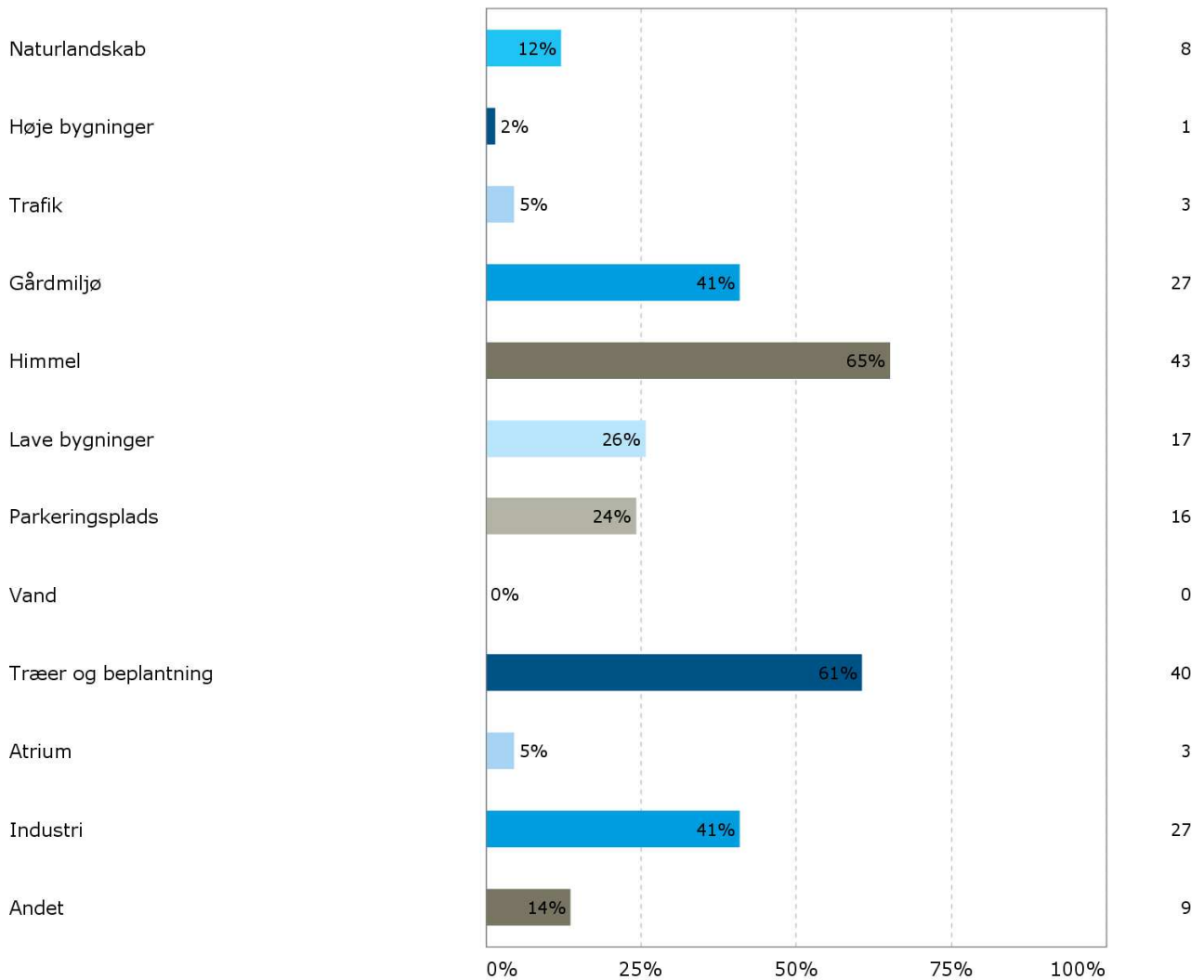
Før flytning



På spørgsmålet "Hvad lægger du især mærke til, når du ser ud ? Andet" blev der angivet følgende:

Før:  
bygninger  
byggematerialer  
Byggeplads  
krat og buskads  
Ikke særlig flot buskas  
Tag  
Roderi  
vejrforhold  
lille smule græs ellers et nyt kontorlandskab  
byggeplads hvor vi er indeklemmt  
byggeri  
Folk på gaden  
Mennesker  
garageanlæg med store porte

## Efter flytning



På spørgsmålet "Hvad lægger du især mærke til, når du ser ud ? Andet" blev der angivet følgende:

Efter:  
sti og bænke  
lagerplads  
lager  
Lagerområde  
kantinen  
kontainer  
Vores store materialeplads med kabeltromler mm.  
kabeltromler  
lagerplads, trucks  
solafskærmning  
lagerplads

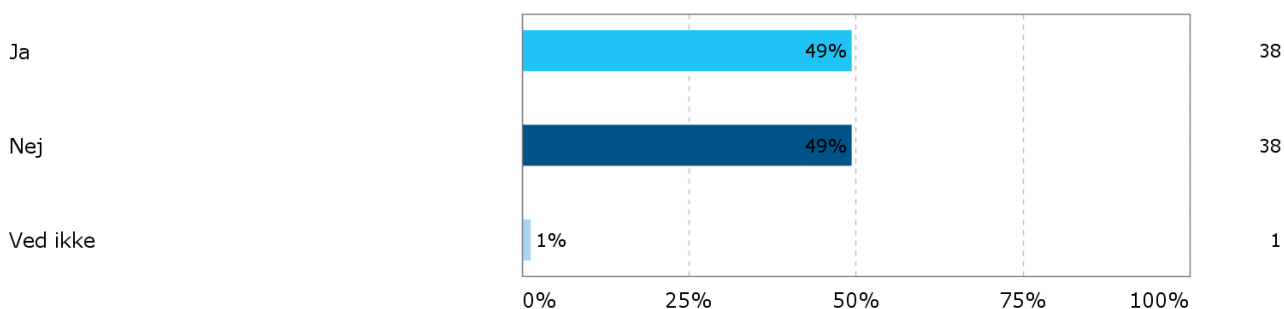
## Direkte sollys i kontoret, du arbejder i.

De næste spørgsmål handler om direkte sollys i dit kontor og på din arbejdsplads. *Direkte sollys* er det lys, der kommer ind gennem vinduet, alene fra solen.

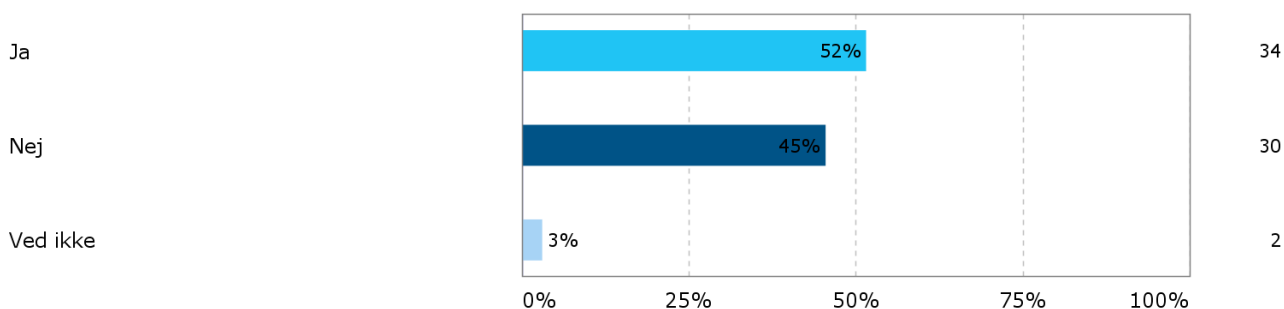
Er der tidspunkter på dagen, hvor der kommer direkte sollys ind ved din arbejdsplads?

	Før flytning	Efter flytning
Ja	49,4% (38)	51,5% (34)
Nej	49,4% (38)	45,5% (30)
Ved ikke	1,3% (1)	3,0% (2)
I alt	77	66

Før flytning



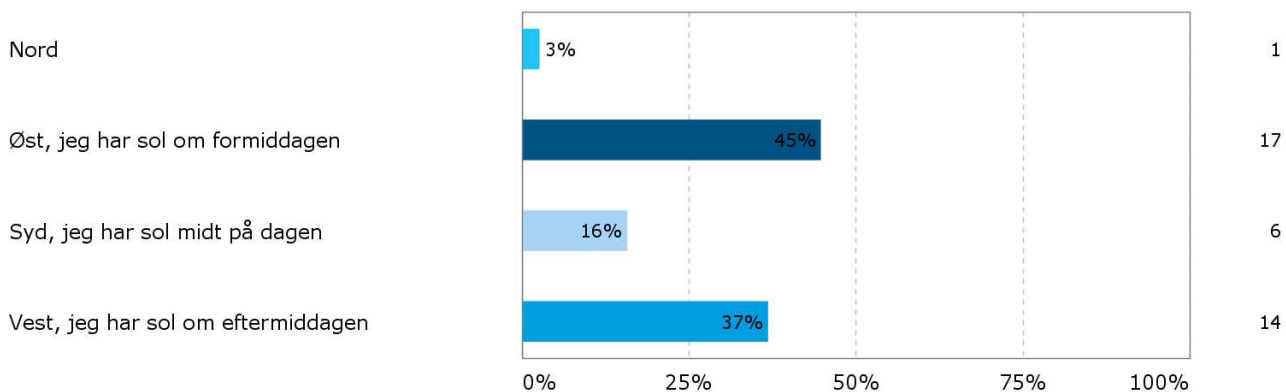
Efter flytning



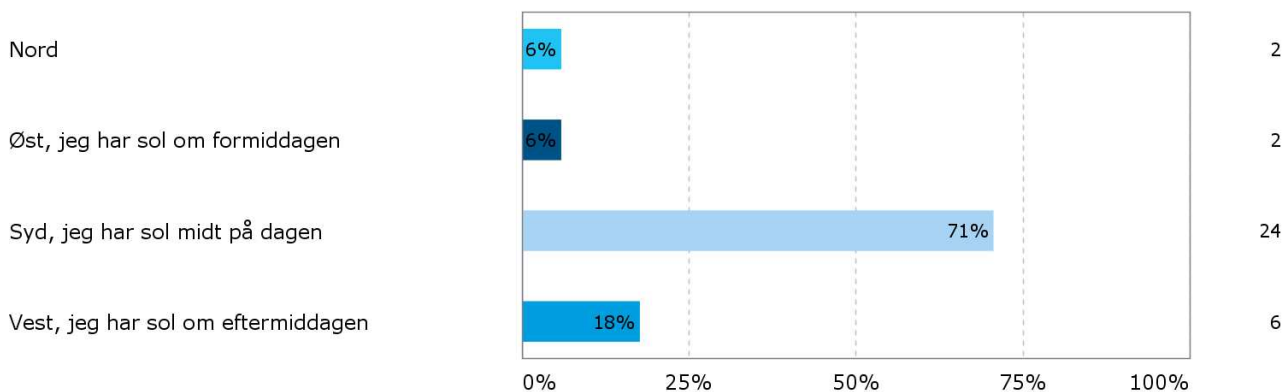


## Hvilken orientering har dit/dine vindue(r)?

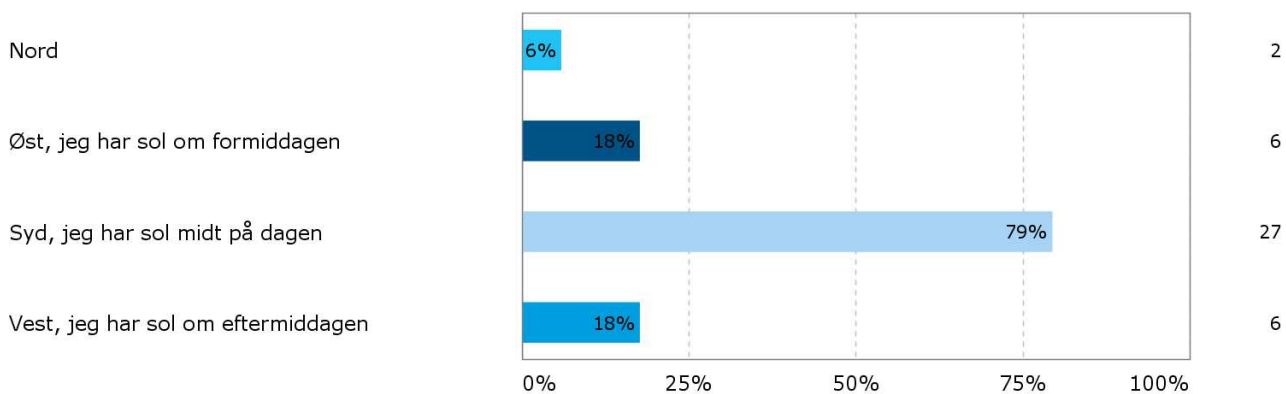
Før flytning



Efter flytning

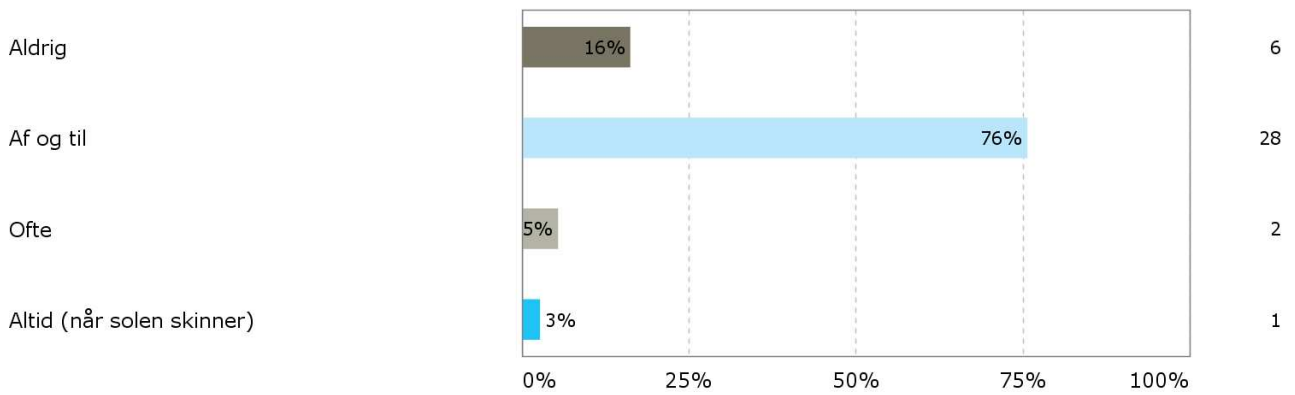


De 34 der havde direkte sollys ved deres arbejdsplads efter flytningen får sollyset fra følgende retninger (der var tilladt flere afkrydsninger):

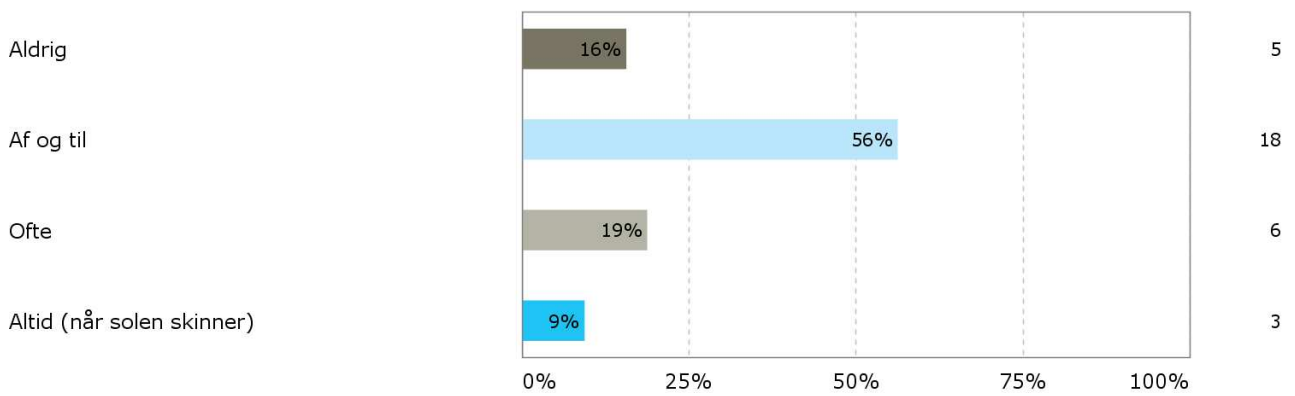


## Hvor hyppigt er du generet af direkte sollys ved din arbejdsplads?

Før flytning



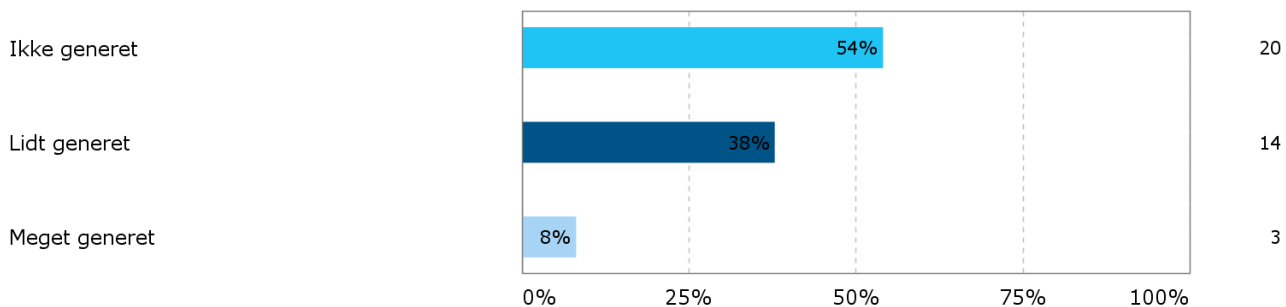
Efter flytning



**Angiv i hvilken grad du er generet af nedenstående forhold, når der er direkte sollys ved din arbejdsplads:**

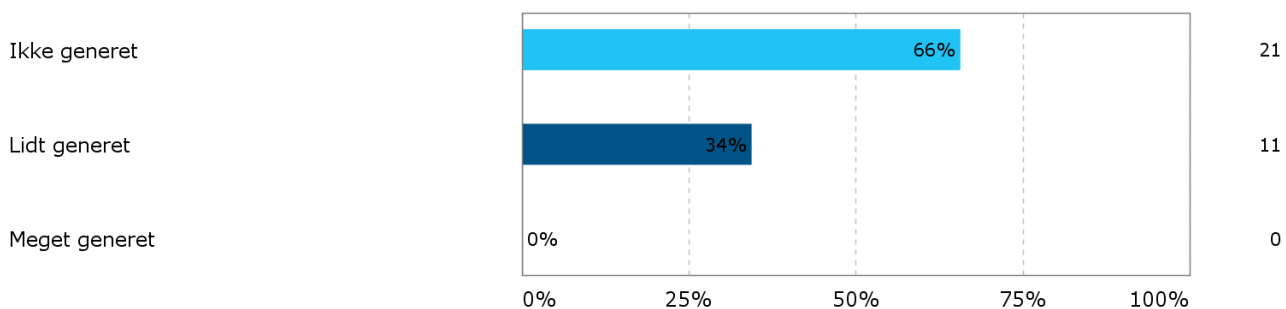
**Varme fra solen**

Før flytning



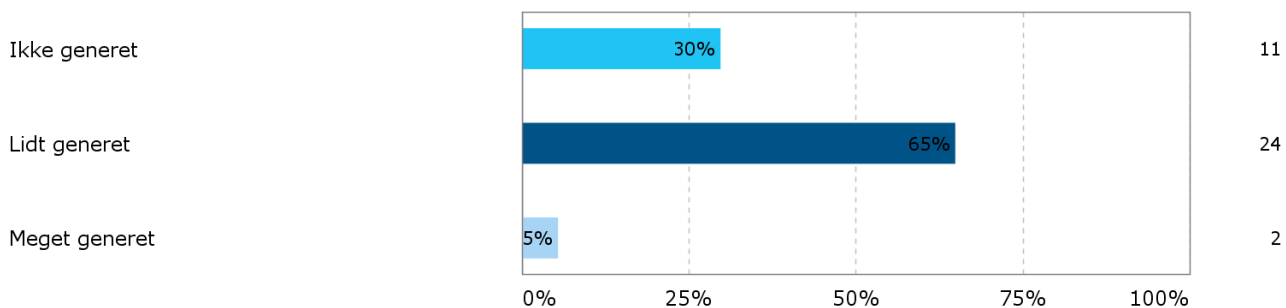
**Varme fra solen**

Efter flytning



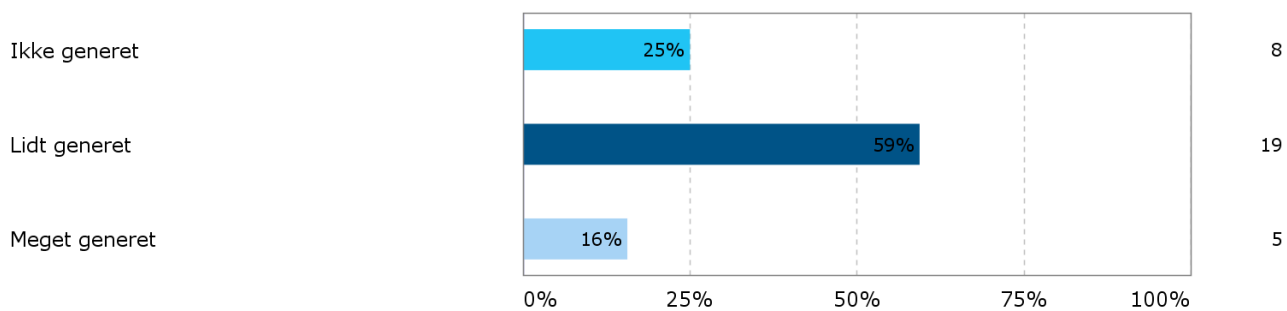
**Direkte sollys ved min arbejdsplads**

Før flytning

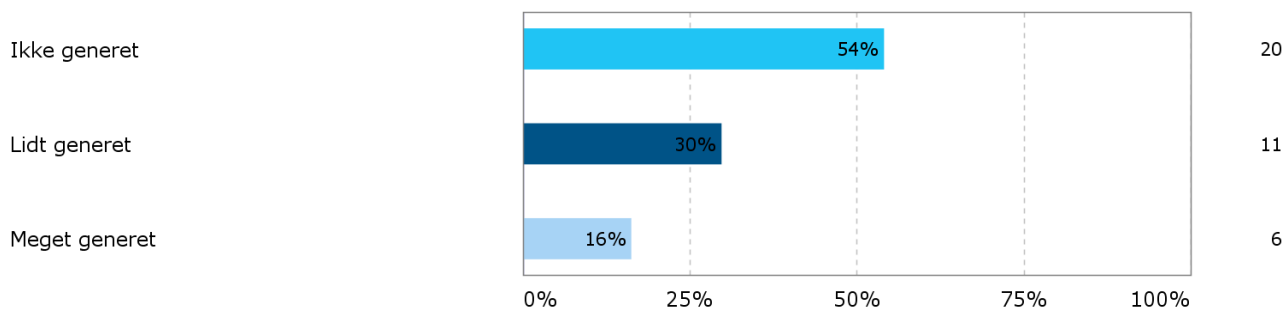


**Direkte sollys ved min arbejdsplads**

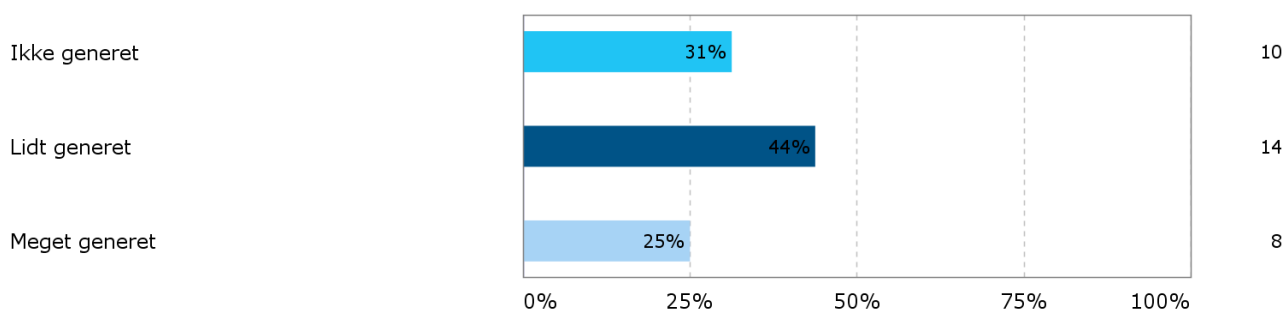
Efter flytning



### Reflekser i min edb-skærm fra direkte sollys Før flytning

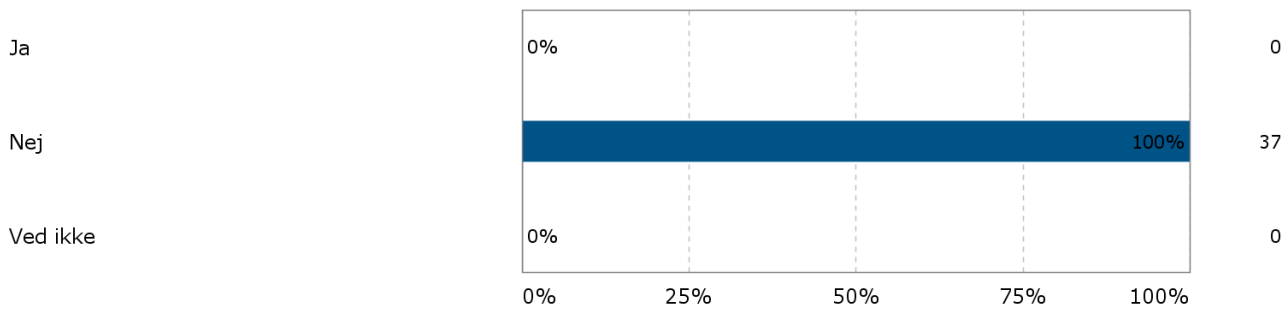


### Reflekser i min edb-skærm fra direkte sollys Efter flytning

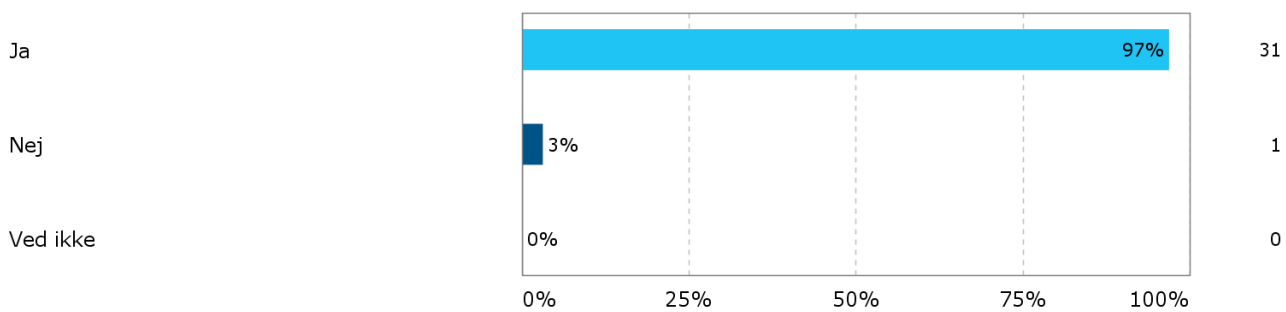


## Er solafskærmningen i dit kontor styret automatisk?

Før flytning



Efter flytning



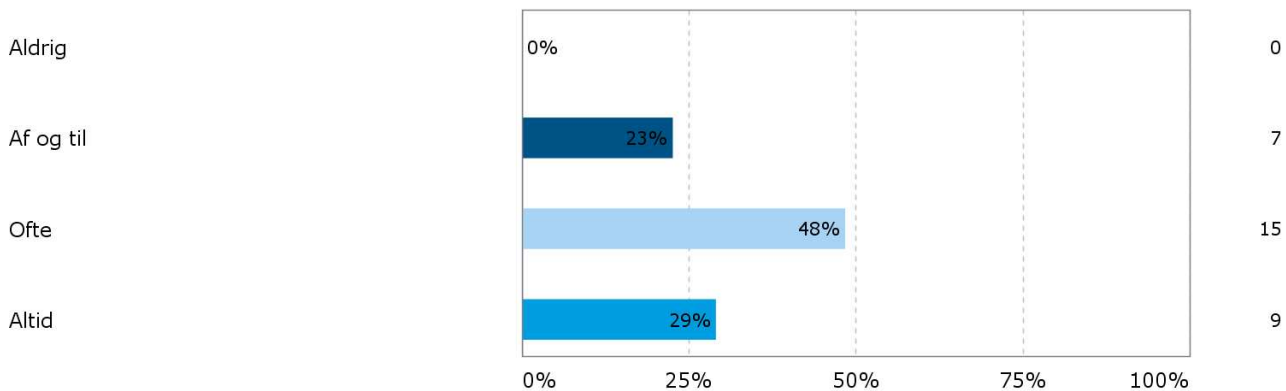
## Hvor hyppigt reguleres den automatiske solafskærmning?

Før flytning

Der er ikke nogen automatiske solafskærmning før flytning

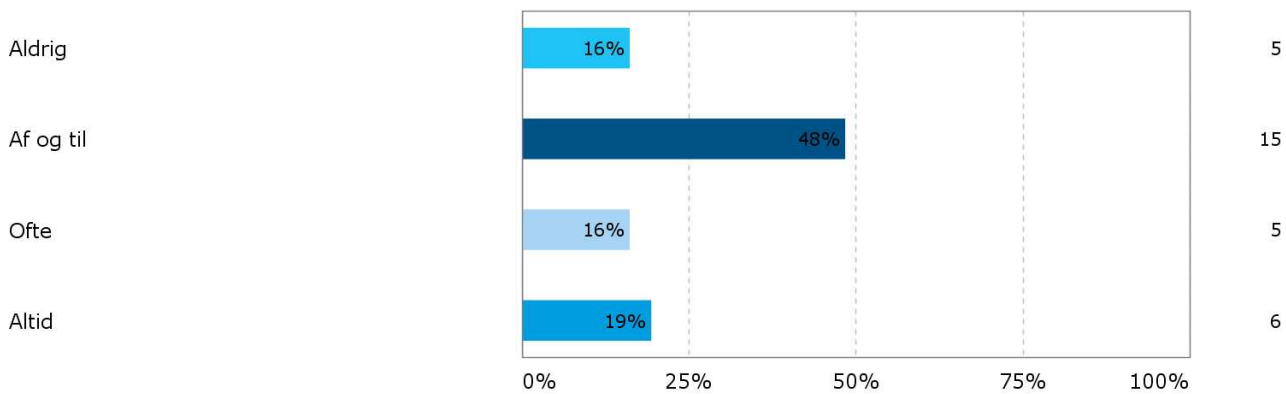
Efter flytning

I direkte sollys



Efter flytning

Uden direkte sollys



## Har du mulighed for manuelt at ændre på den automatiske solafskærmning?

OBS det er kun de personer der har direkte sol der kan svare.

Før flytning

**Der er ikke nogen automatisk solafskærmning før flytning**

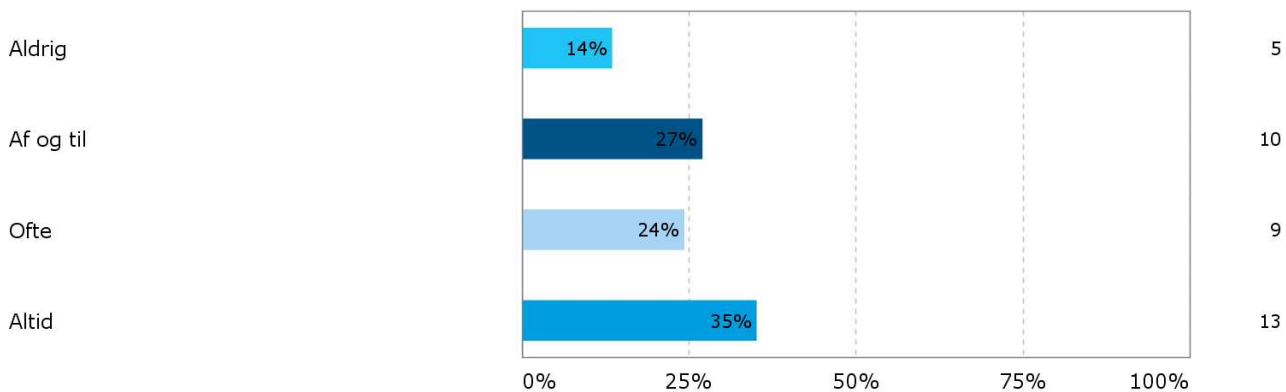
Efter flytning

	Respondenter	Procent
Ja	1	3,2%
Nej	29	93,5%
Ved ikke	1	3,2%
I alt	31	100,0%

## Hvis der er en solafskærmning (inklusive gardiner), hvor hyppigt benytter du dig af afskærmningen?

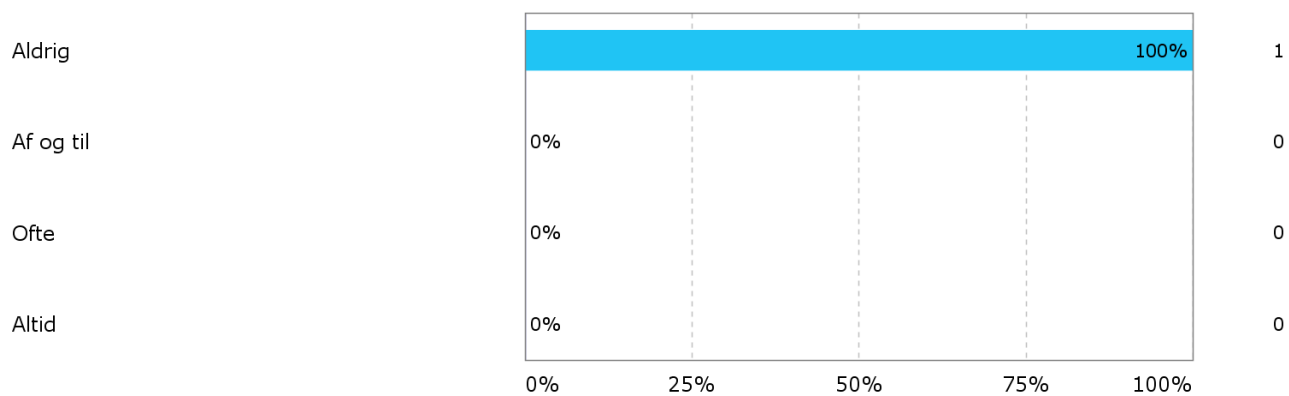
I direkte sollys

Før flytning

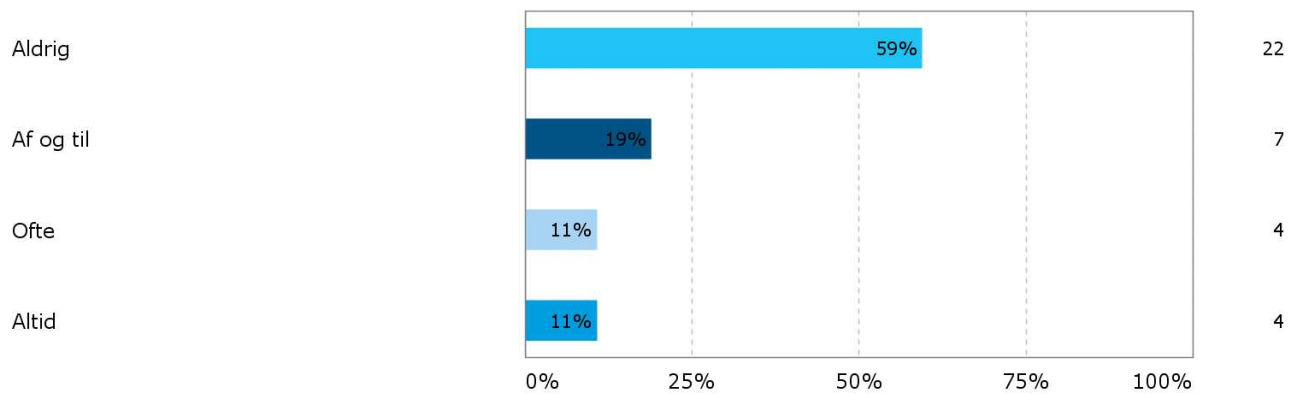


I direkte sollys

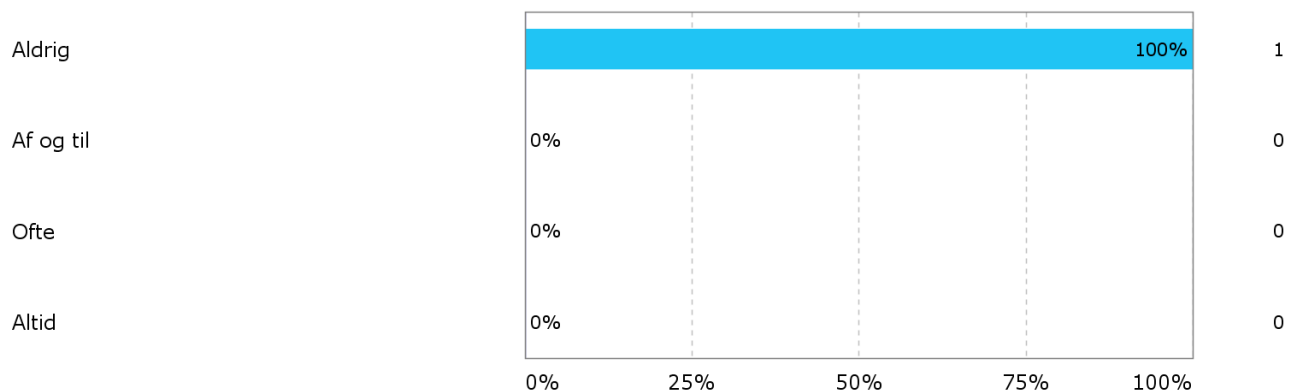
Efter flytning



### Uden direkte sollys Før flytning



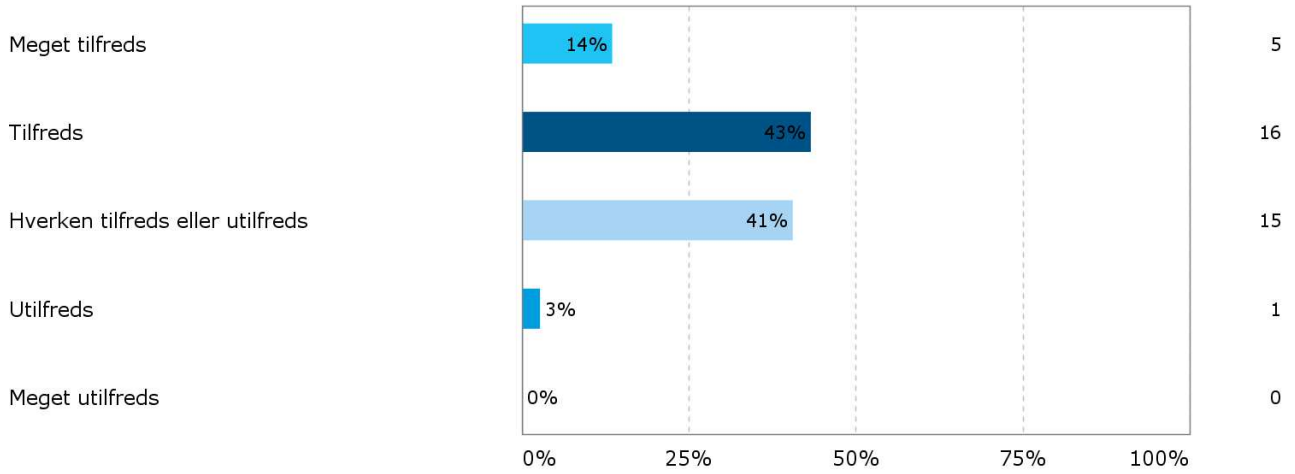
### Uden direkte sollys Efter flytning



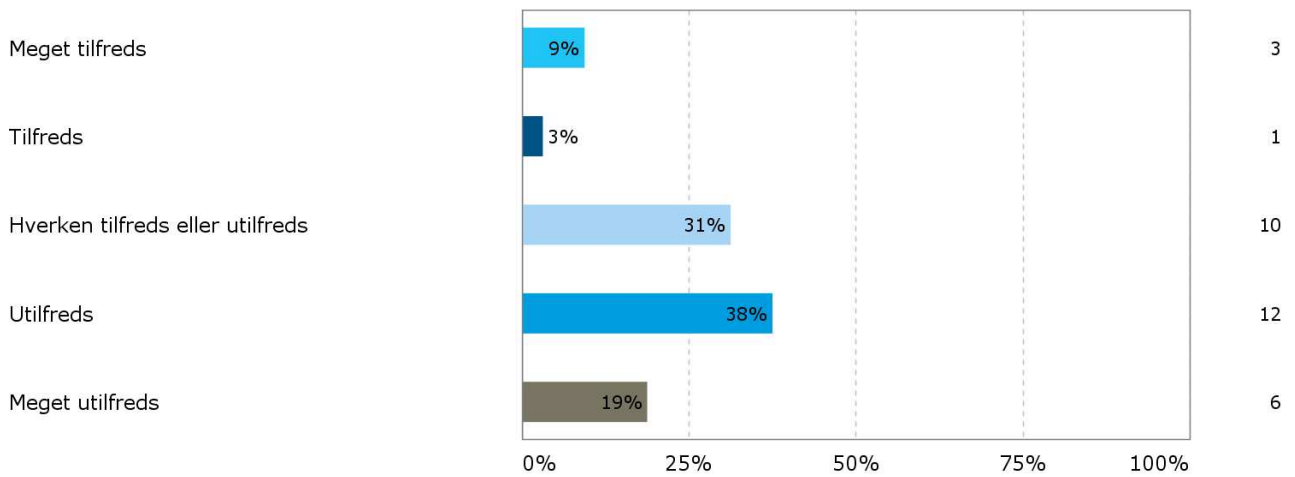


## I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med dine muligheder for at kunne afskærme for solen?

Før flytning

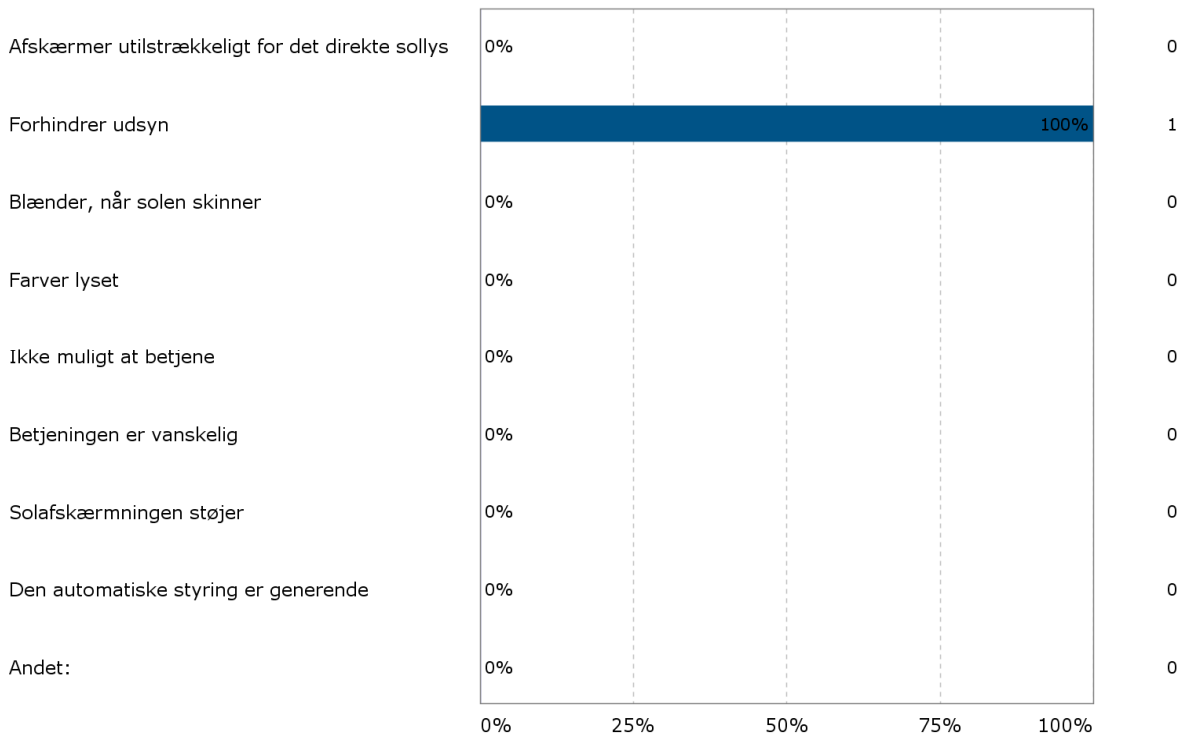


Efter flytning

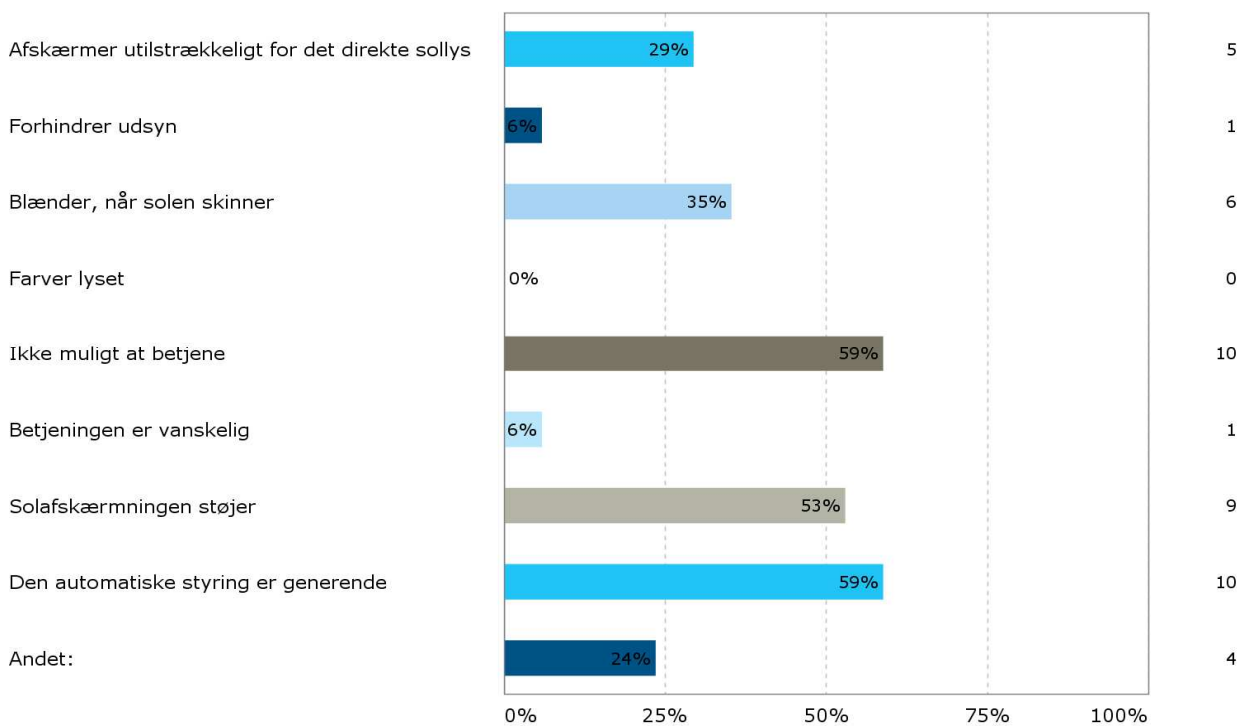


## Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med solafskærmningen, hvad er årsagen?

### Før flytning



### Efter flytning



Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med solafskærmningen, hvad er årsagen ? - (gerne flere svar) - Andet:

"Andet" før flytning: Ingen svar

"Andet" efter flytning:

Kører stadig ikke som det skal efter 1 år. Kører væk når der er sol!

Ingen afskærmning

Jeg tror ikke systemet virker. Køre frem og tilbage med eller uden sol:-(

Manuel styring ikke sat i drift

vi kan ikke selv styre afskærmningen

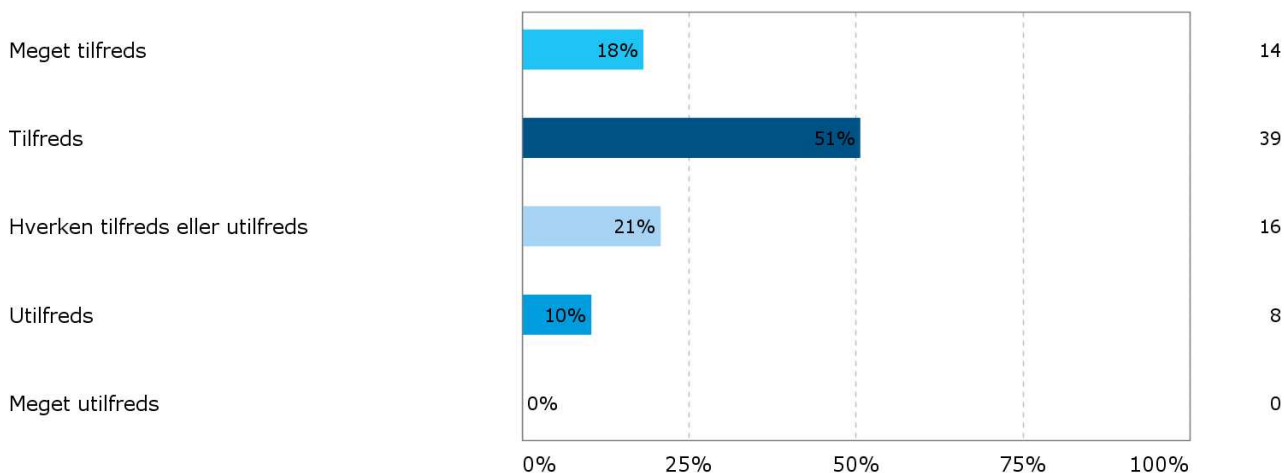
## Dagslys i kontoret og dagslys ved din(e) arbejdsplads(er).

De næste spørgsmål handler om dagslys i dit kontor og ved din arbejdsplads. Dagslys er det lys fra vinduerne, der ikke er direkte sollys.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med dagslyset i kontoret generelt og ved din arbejdsplads

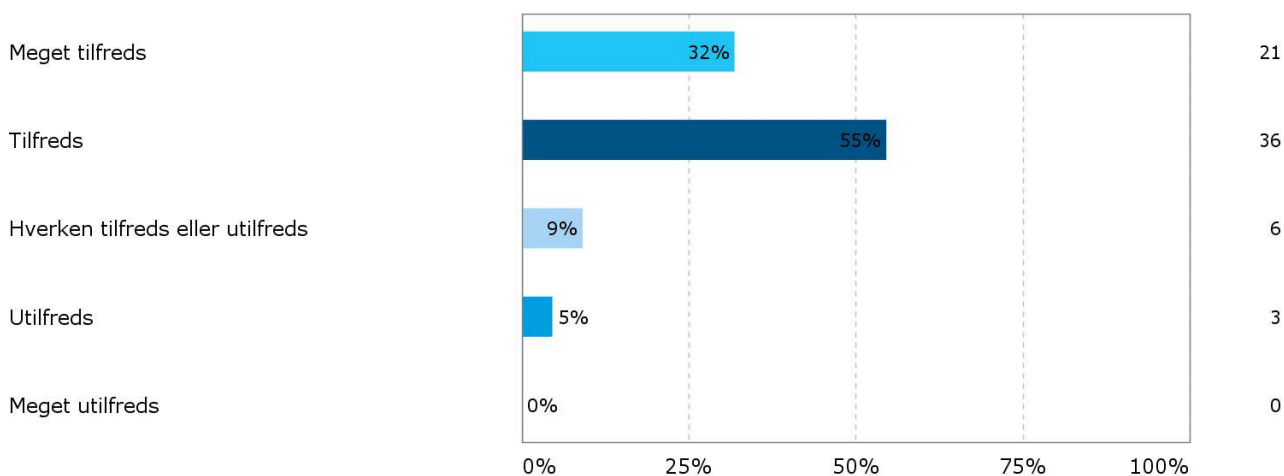
Dagslyset generelt i kontoret

Før flytning

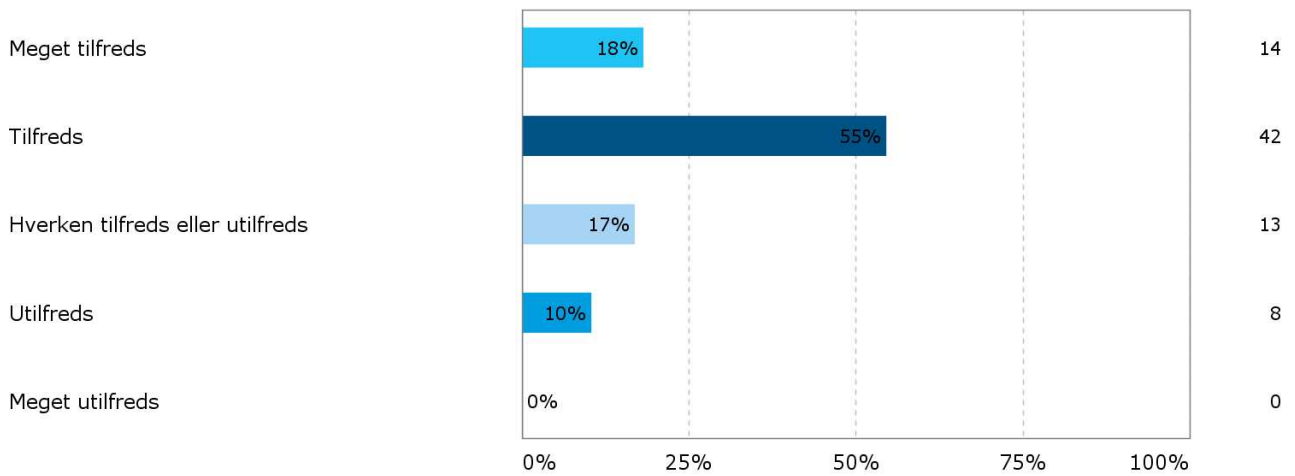


Dagslyset generelt i kontoret

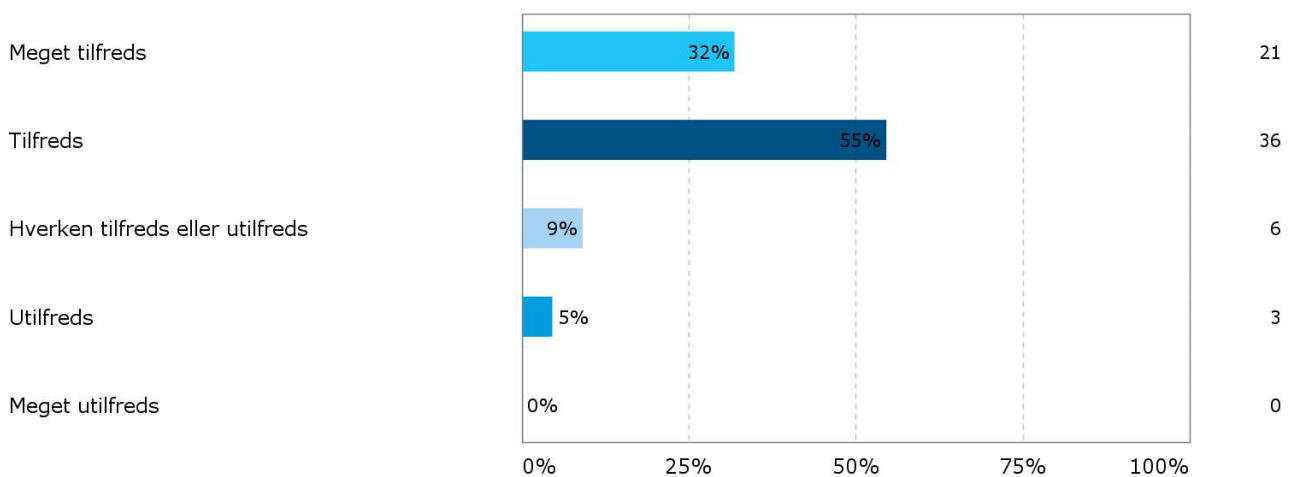
Efter flytning



## Dagslyset ved min arbejdsplads Før flytning



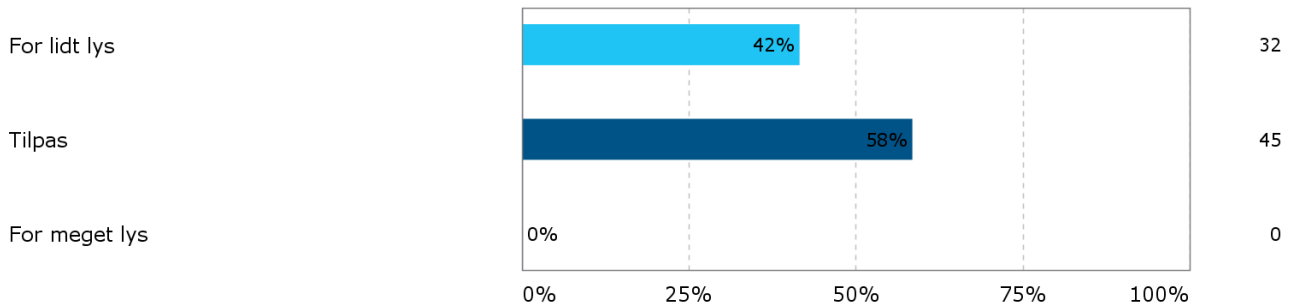
## Dagslyset ved min arbejdsplads Efter flytning



## Hvordan vurderer du dagslysniveauet ved din arbejdsplads?

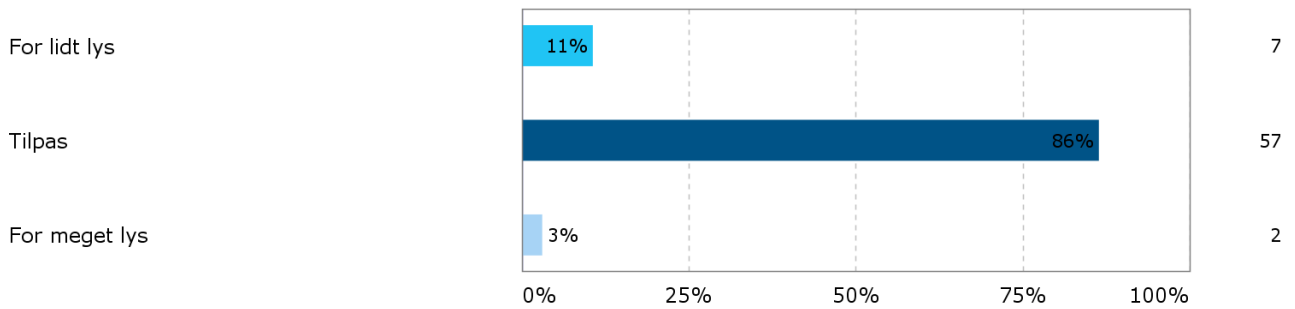
### Om vinteren

Før flytning



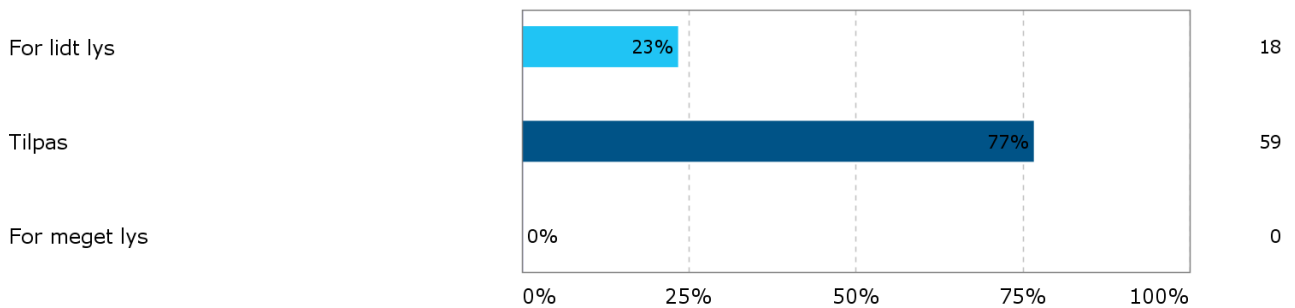
### Om vinteren

Efter flytning

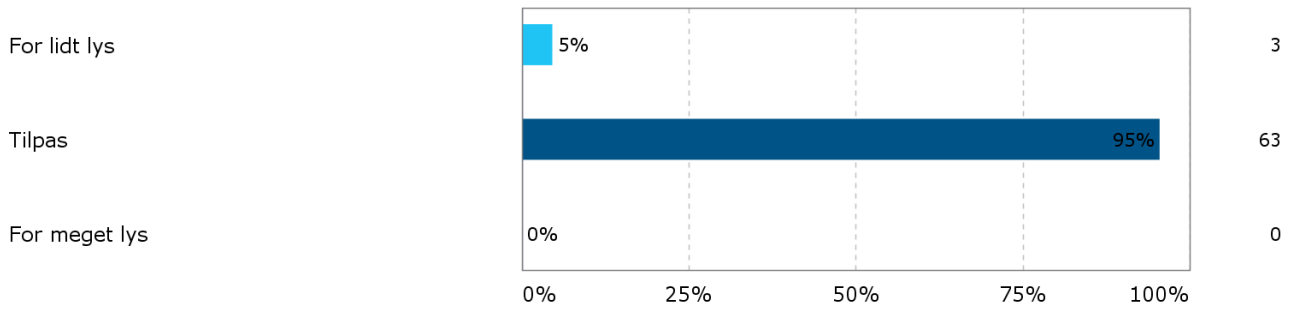


### Om forår/efterår

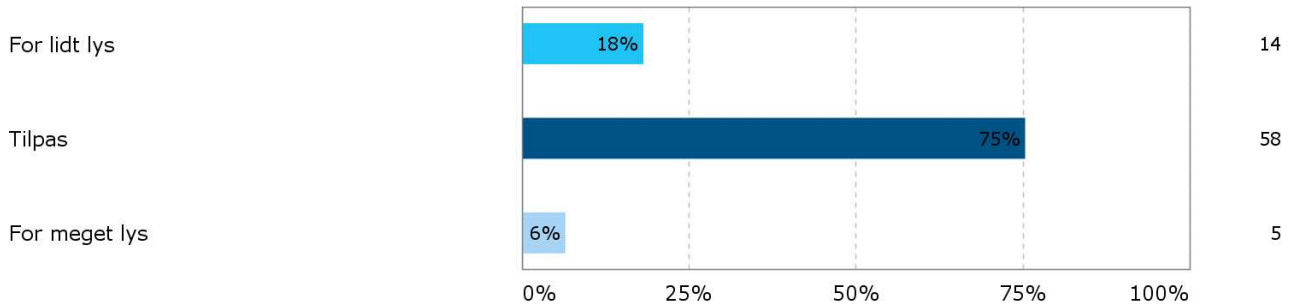
Før flytning



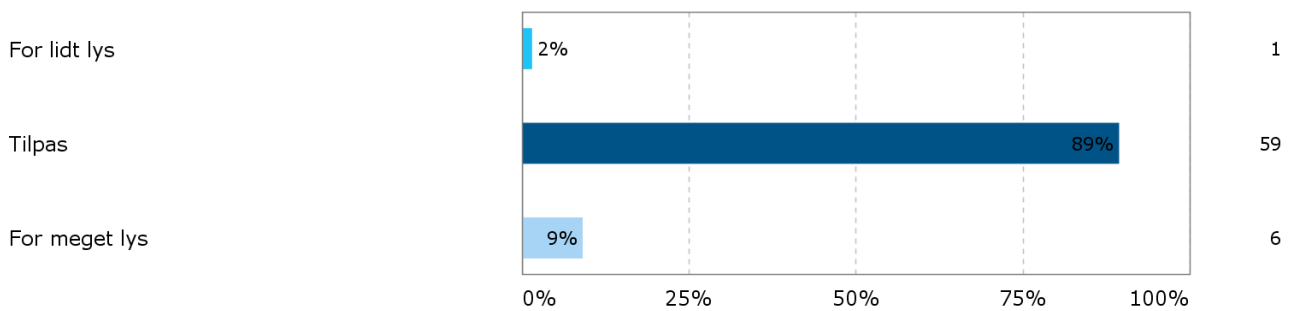
## Om forår/efterår Efter flytning



## Om sommeren Før flytning



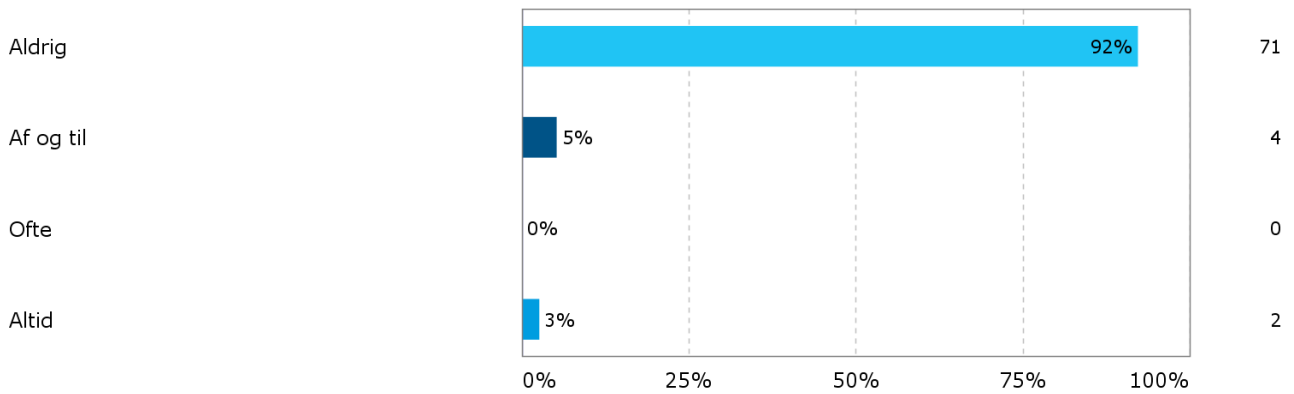
## Om sommeren Efter flytning



**Hvor ofte sker det, at du arbejder med dagslyset alene, uden at den elektriske belysning er tændt?**

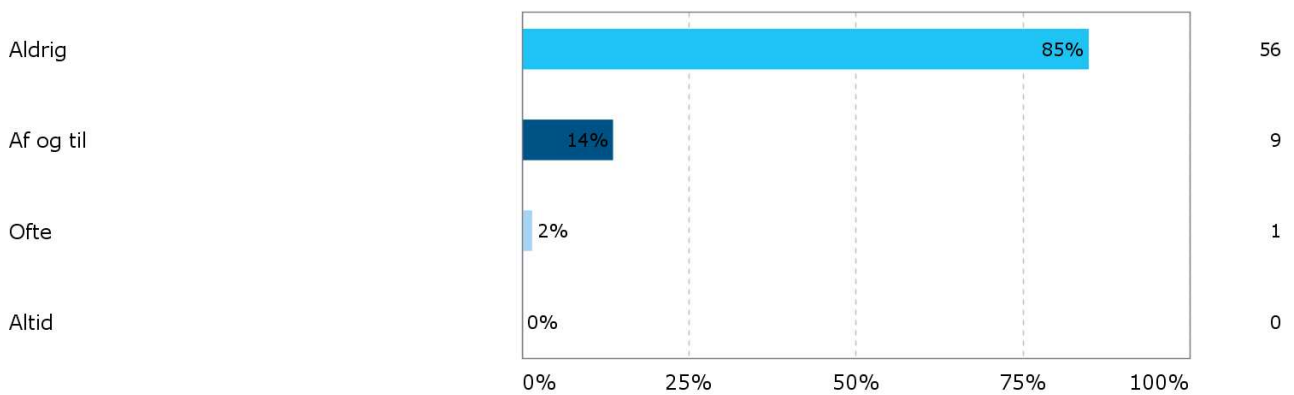
**Om vinteren**

Før flytning



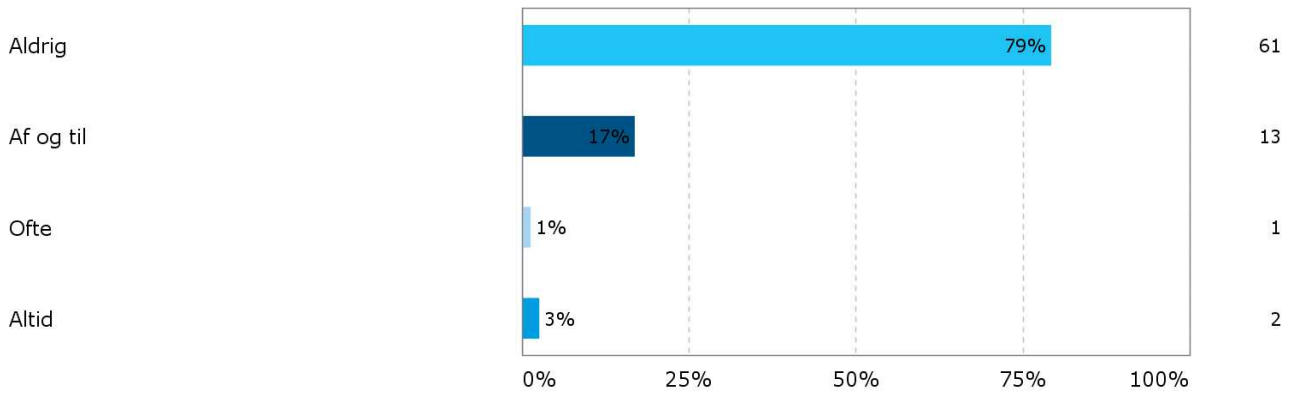
**Om vinteren**

Efter flytning

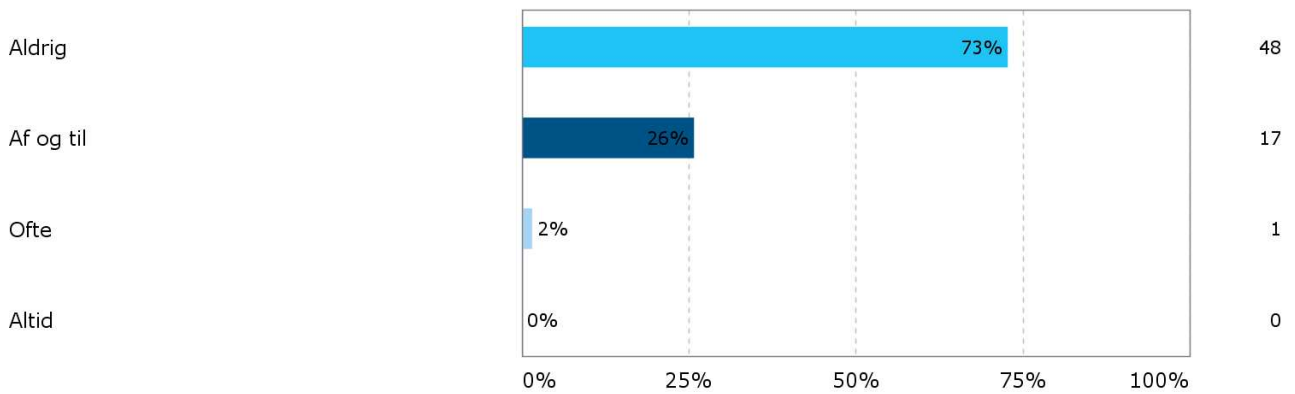




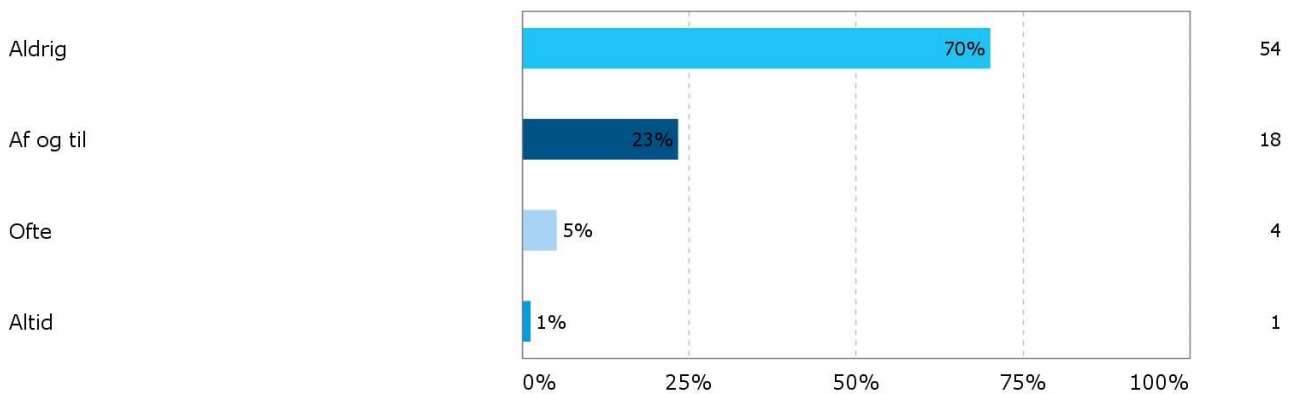
## Om forår/efterår Før flytning



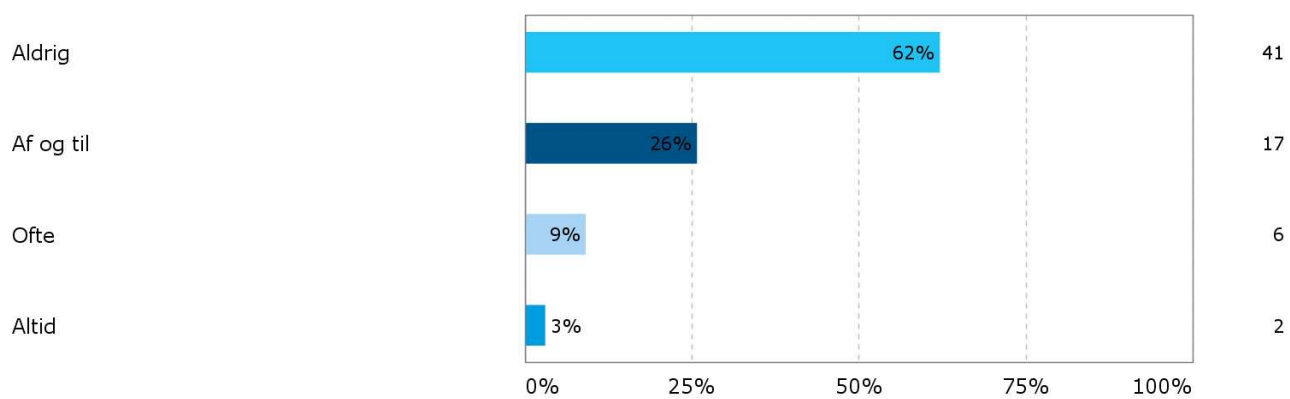
## Om forår/efterår Efter flytning



## Om sommeren Før flytning



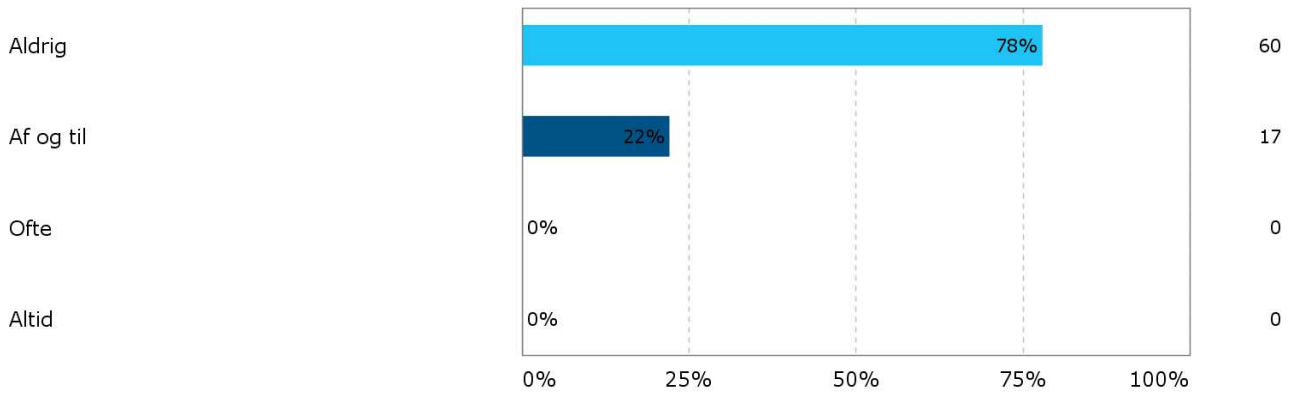
## Om sommeren Efter flytning



## Giver lyset fra vinduet:

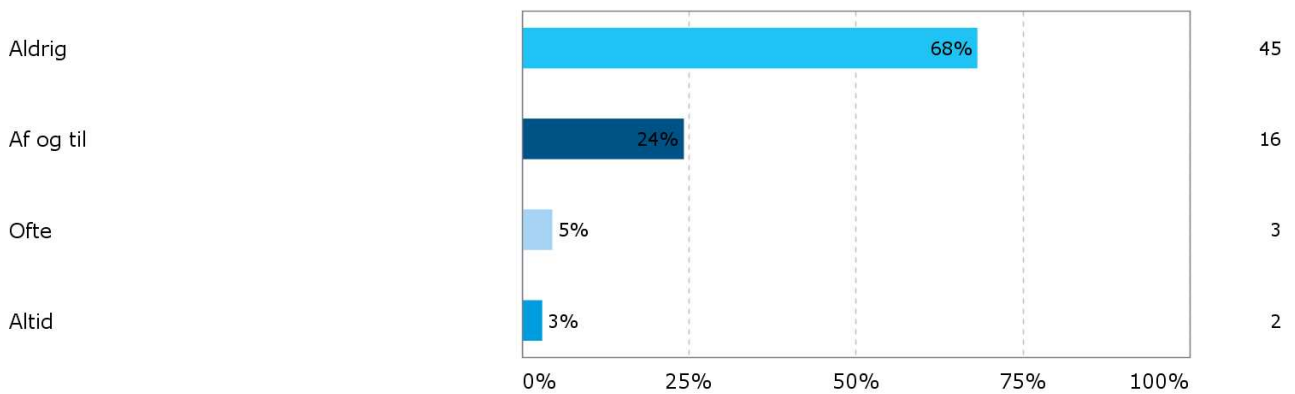
### Generende reflekser i din edb-skærm

Før flytning



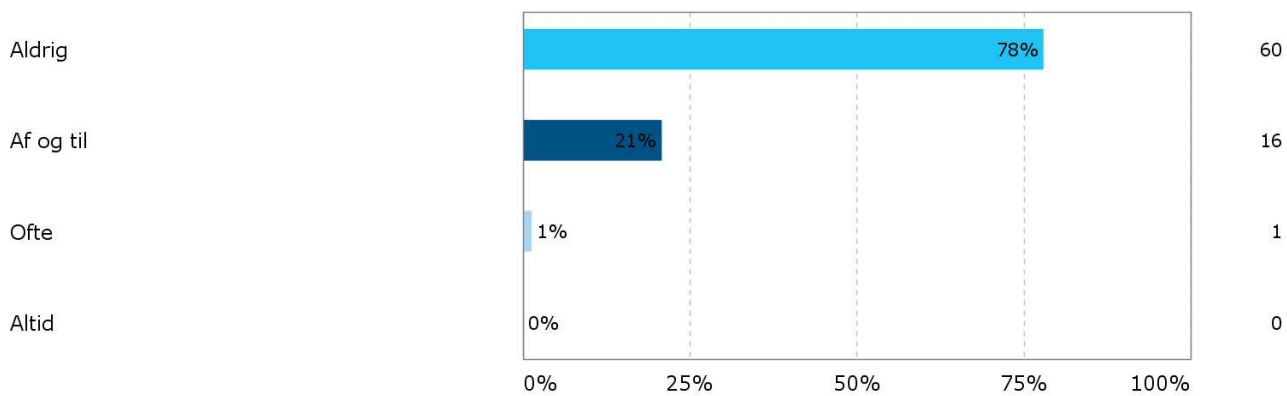
### Generende reflekser i din edb-skærm

Efter flytning



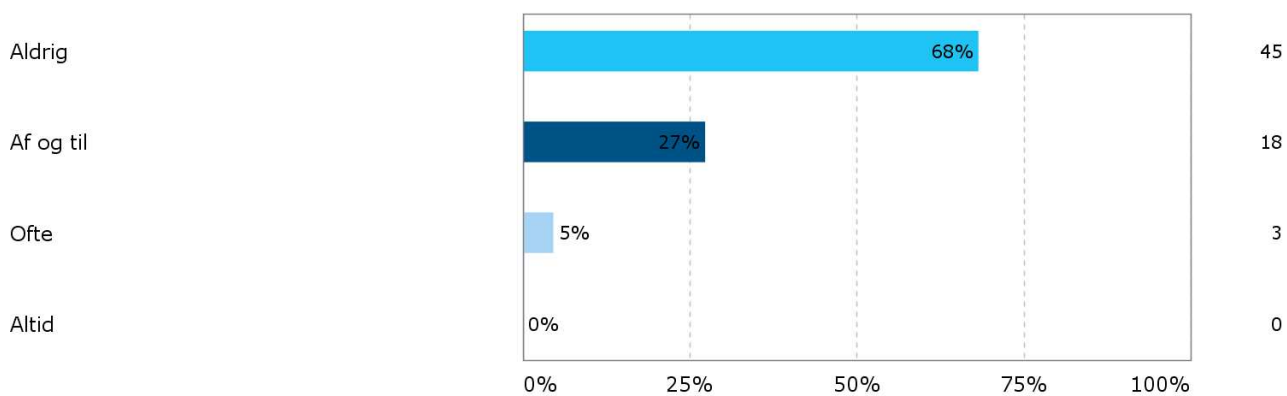
## Anledning til blænding

Før flytning



## Anledning til blænding

Efter flytning



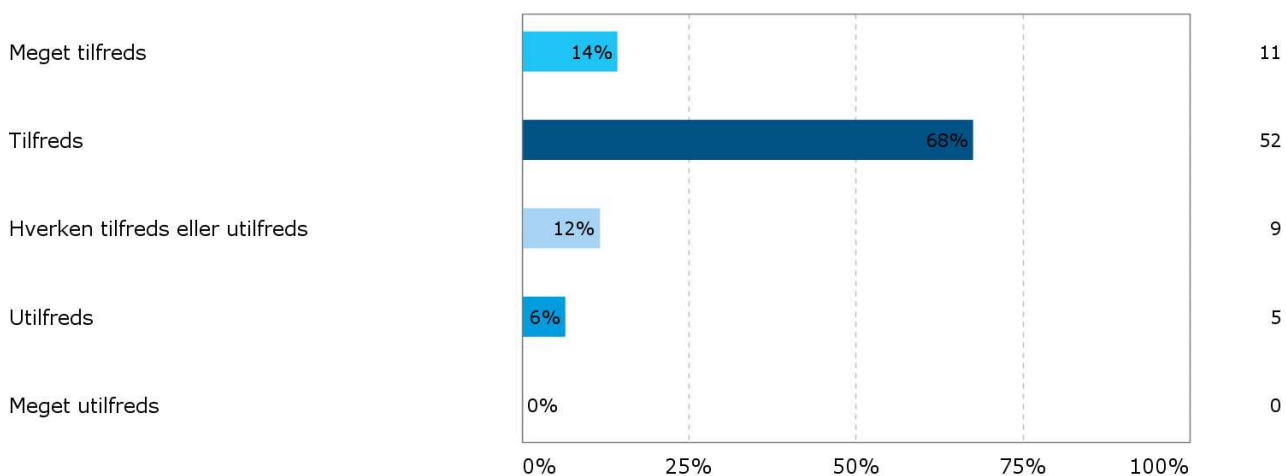
## Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er).

De næste spørgsmål handler om den elektriske belysning i dit kontor og ved din arbejdsplads.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med lyset fra den elektriske belysning i kontoret generelt og fra loftsbelysningen

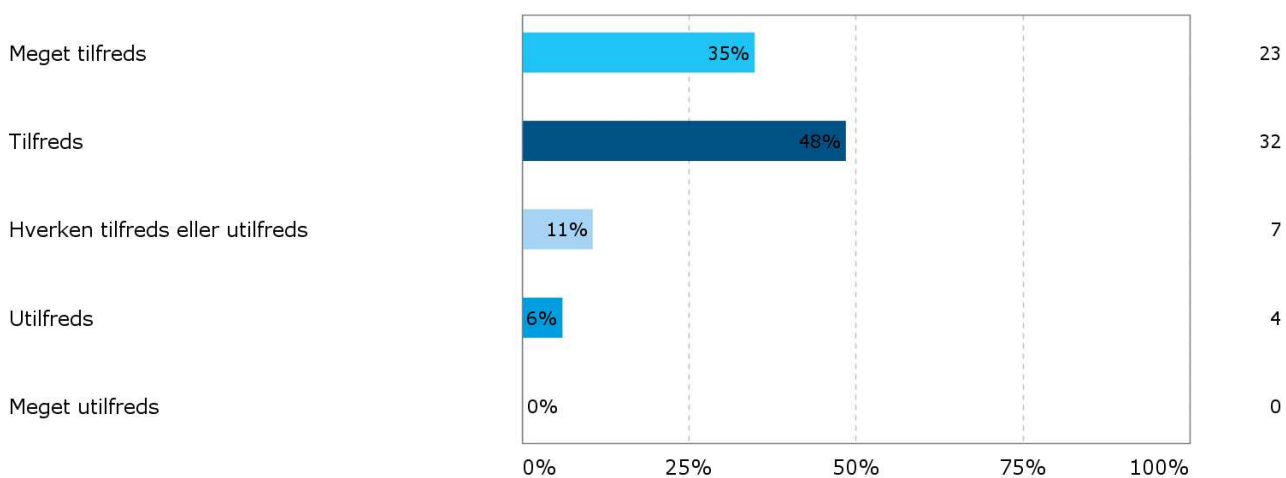
### Belysningen generelt i kontoret

Før flytning

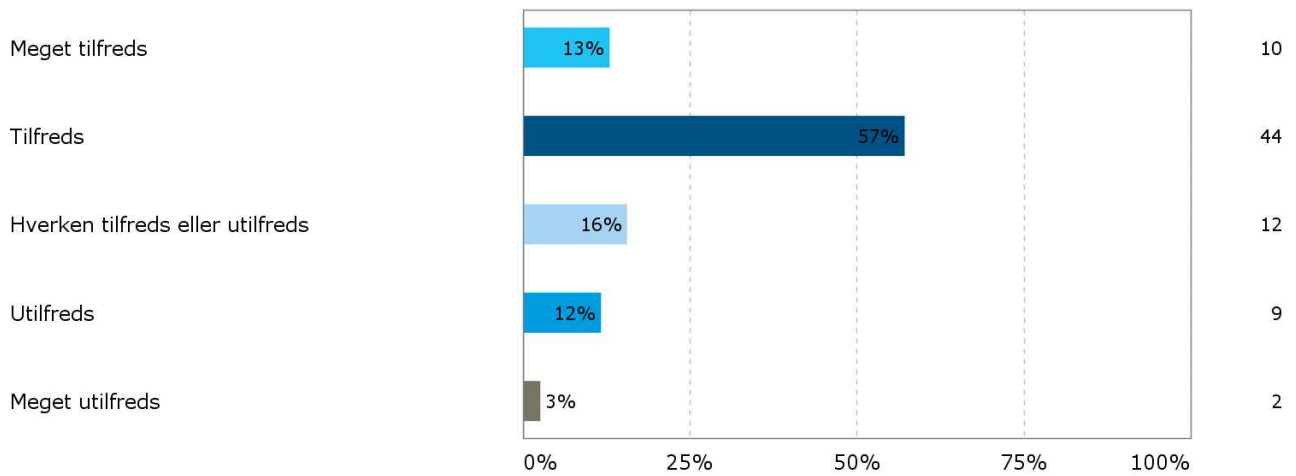


### Belysningen generelt i kontoret

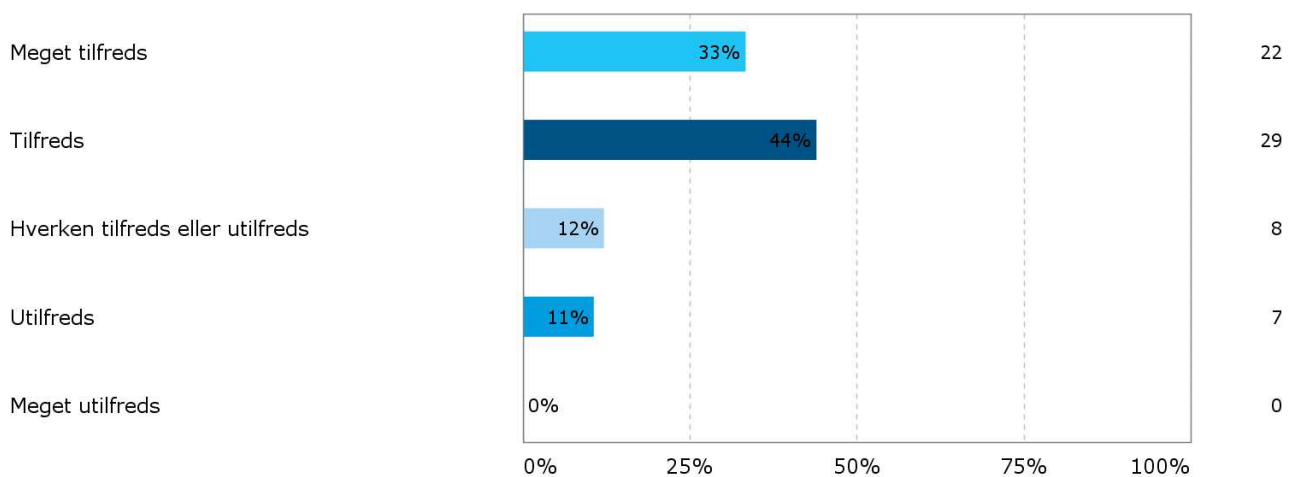
Efter flytning



## Loftsbelysningen ved min arbejdsplads Før flytning



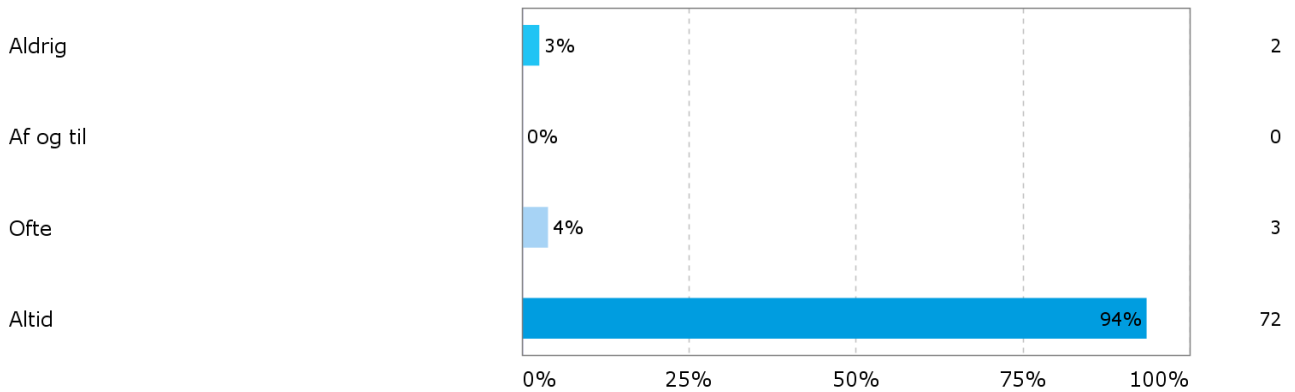
## Loftsbelysningen ved min arbejdsplads Efter flytning



## Hvor ofte er loftsbelysningen tændt i arbejdstiden?

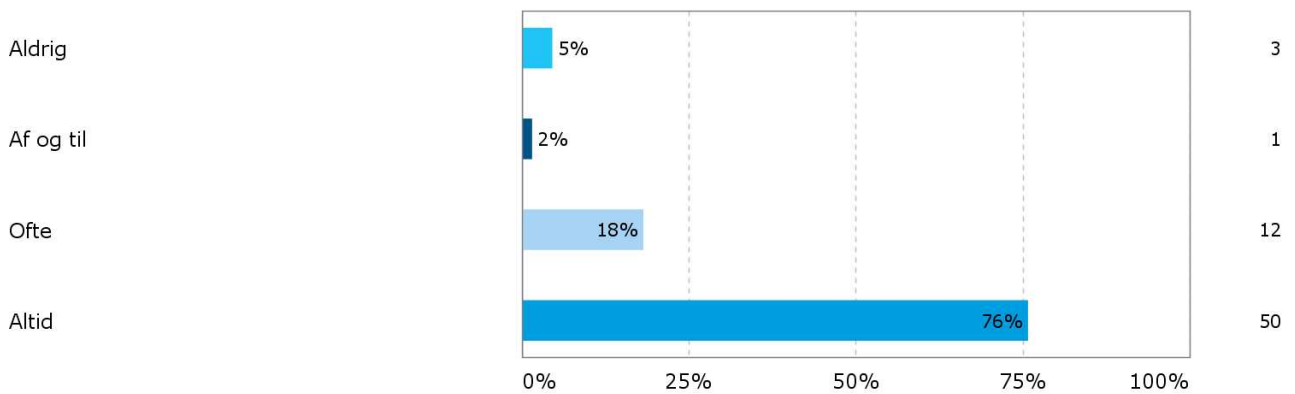
### Om vinteren

Før flytning

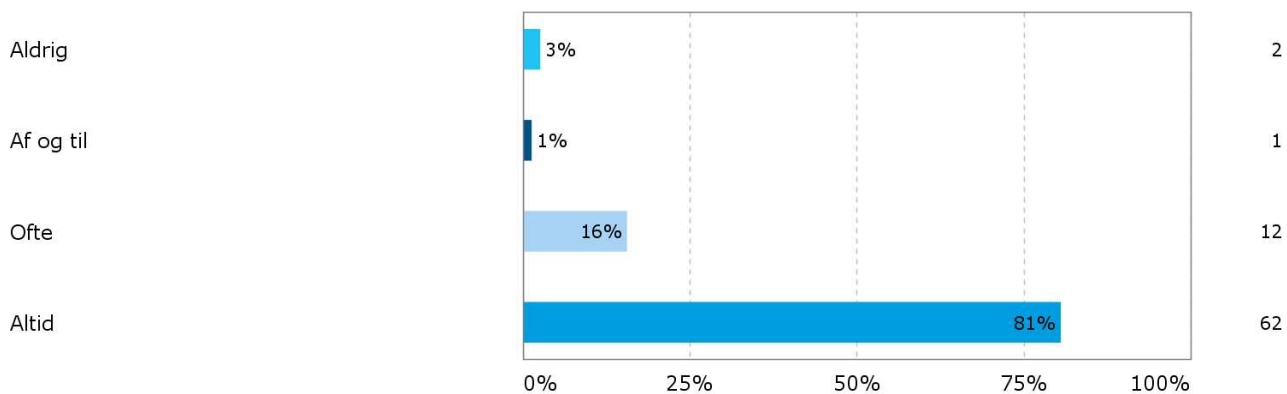


### Om vinteren

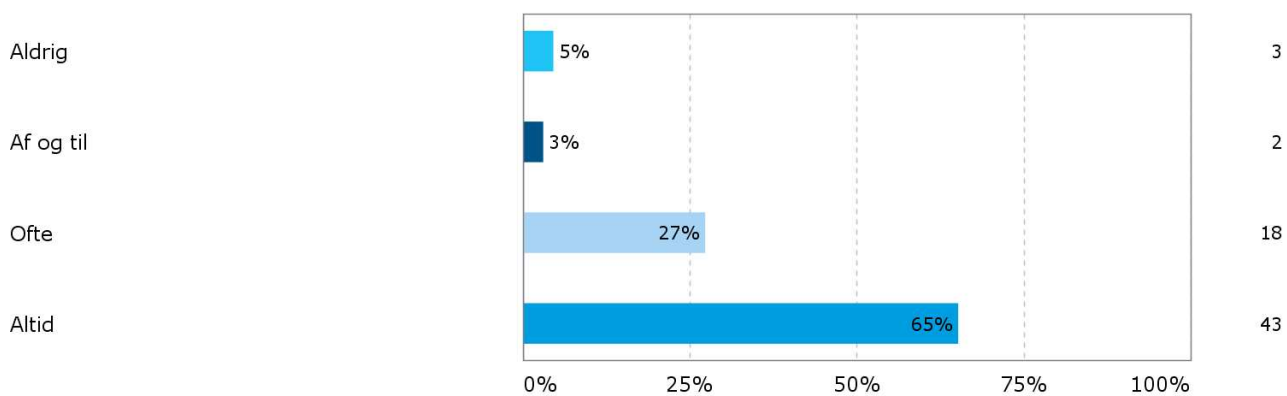
Efter flytning



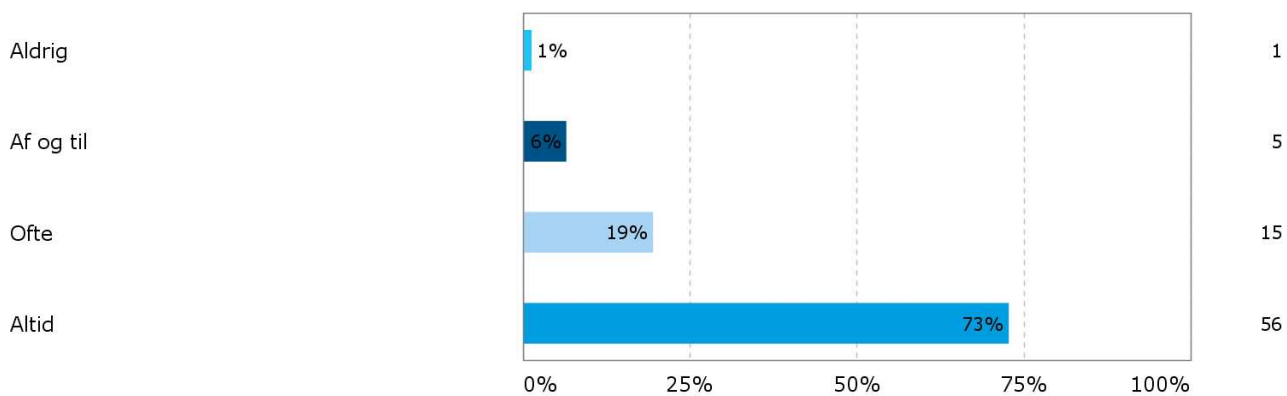
## Om forår / efterår Før flytning



## Om forår / efterår Efter flytning

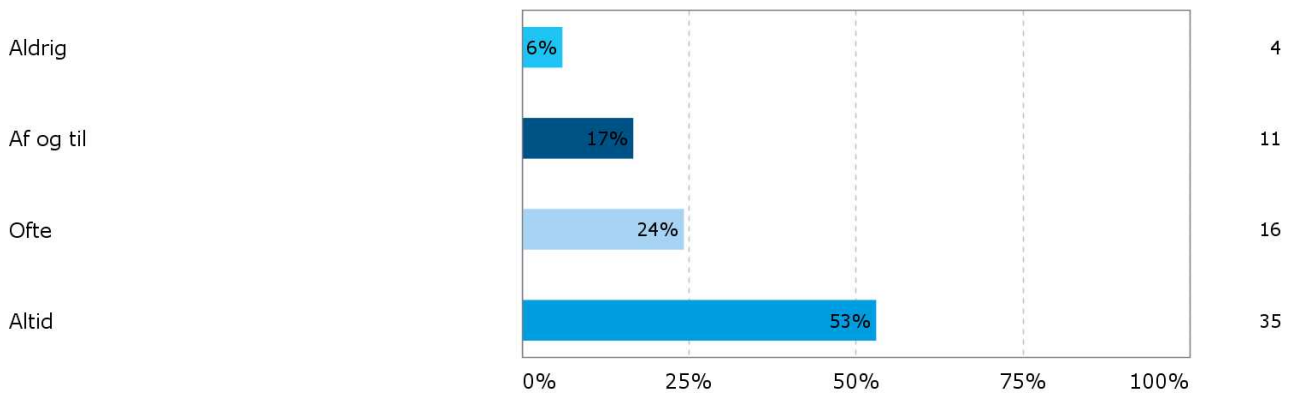


## Om sommeren Før flytning





## Om sommeren Efter flytning



## Angiv antal arbejdslamper ved dit skrivebord

	Før flytning	Efter flytning
Ingen	70,1% (54)	75,8% (50)
Én eller flere	29,9% (23)	24,2% (16)
I alt	53,8% (77)	46,2% (66)

### Før:

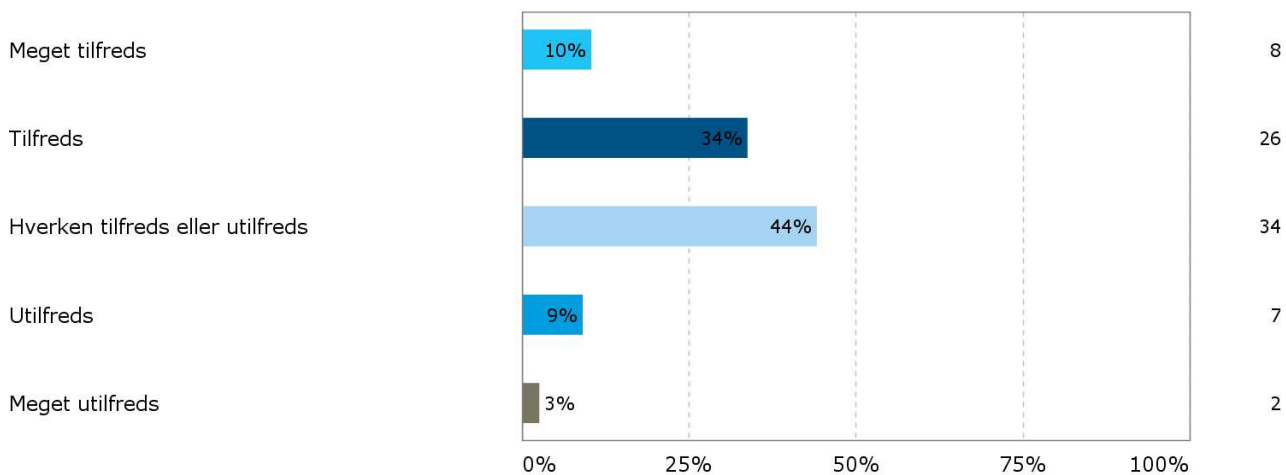
20 angiver at have 1 arbejdslampe  
3 angiver at have 2 arbejdslamper

### Efter:

14 angiver at have 1 arbejdslampe  
1 angiver at have 2 arbejdslamper  
1 angiver et "?"

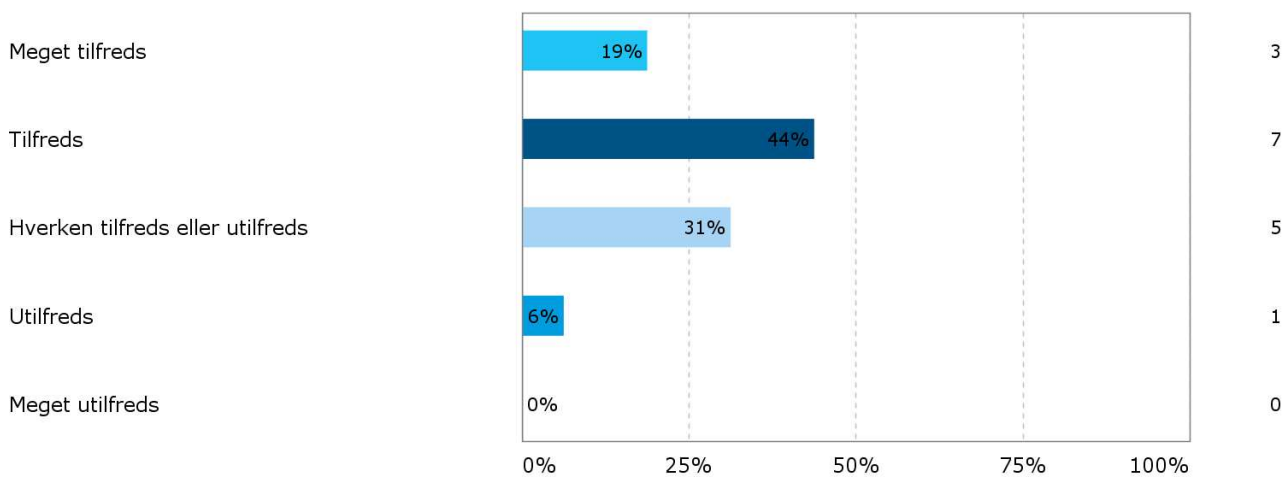
## Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med lyset fra din arbejdslampe ved din arbejdsplads

### Før flytning



Denne figur må udgå af vurderingerne, da den angiver at 77 medarbejdere har svaret og da kun 23 angiver at have en eller flere arbejdslamper.

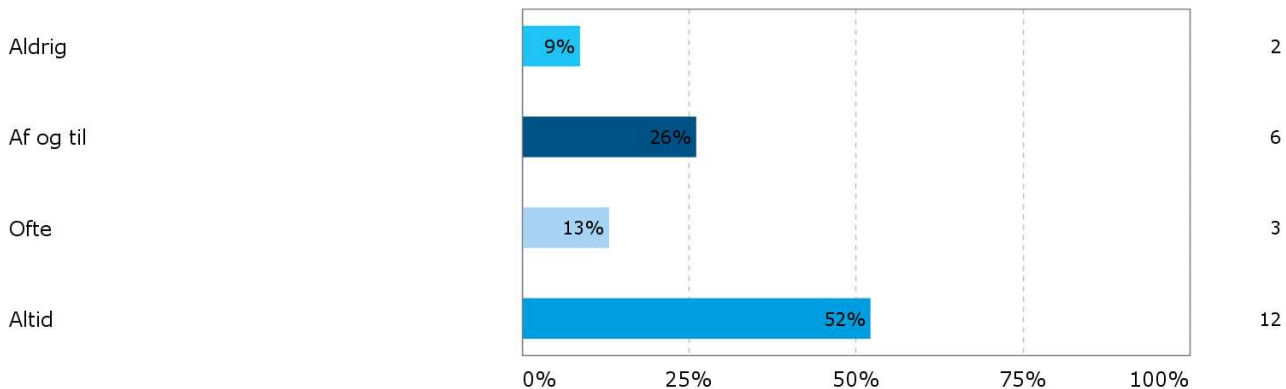
### Efter flytning



## Hvor ofte tænder du én eller flere arbejdslamper?

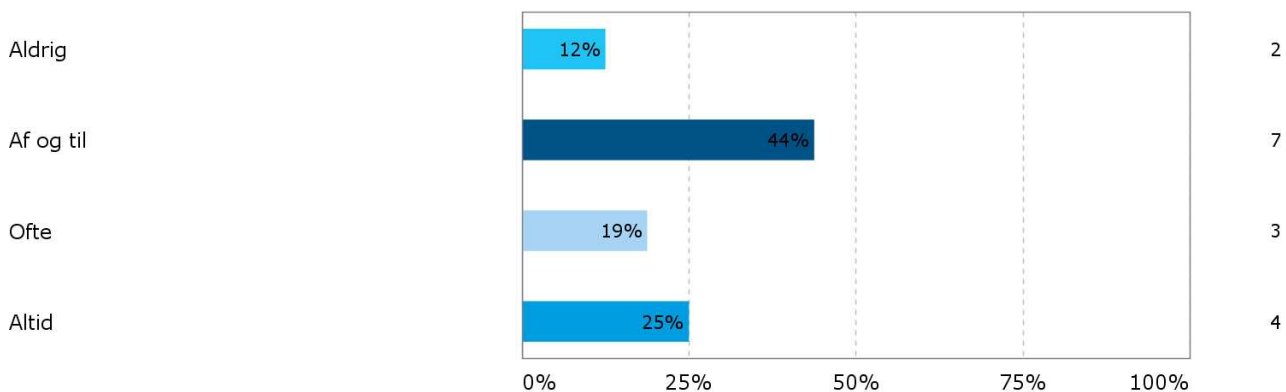
### Om vinteren

Før flytning



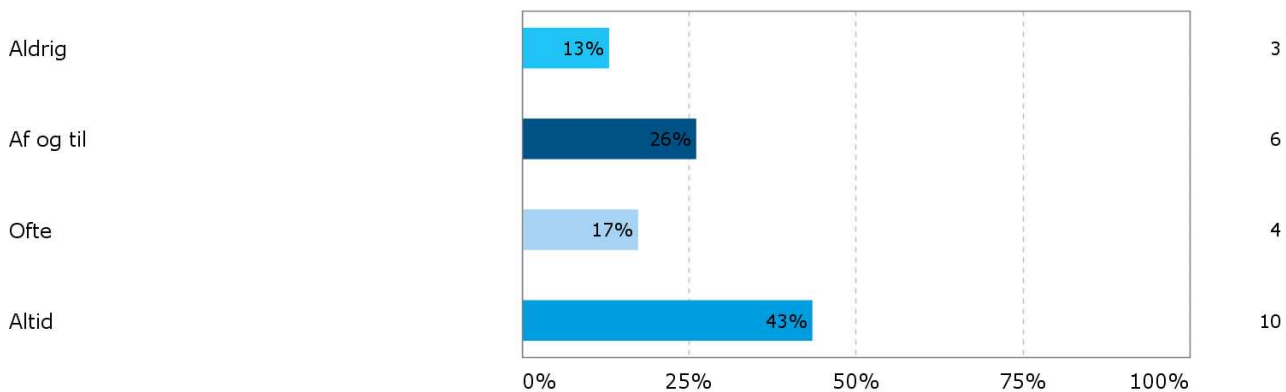
### Om vinteren

Efter flytning

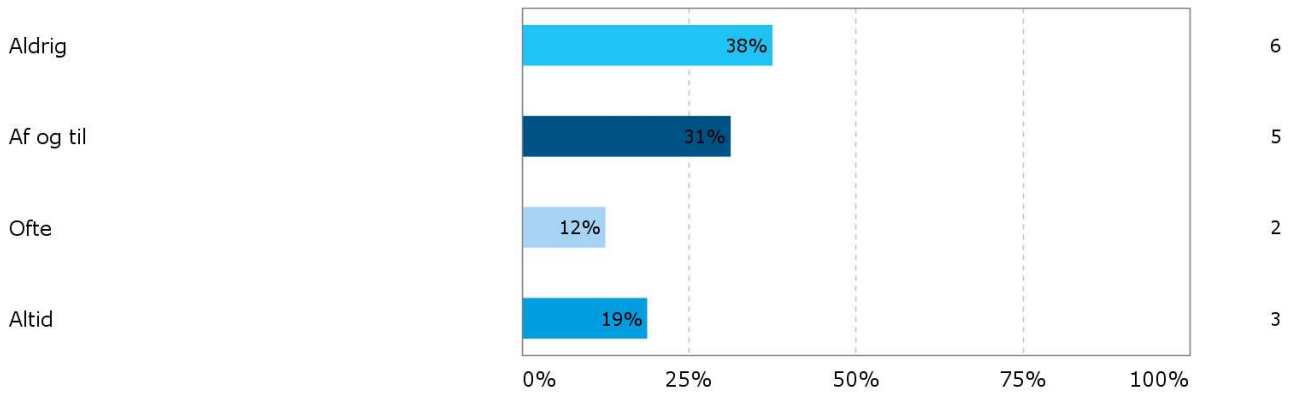


### Om forår / efterår

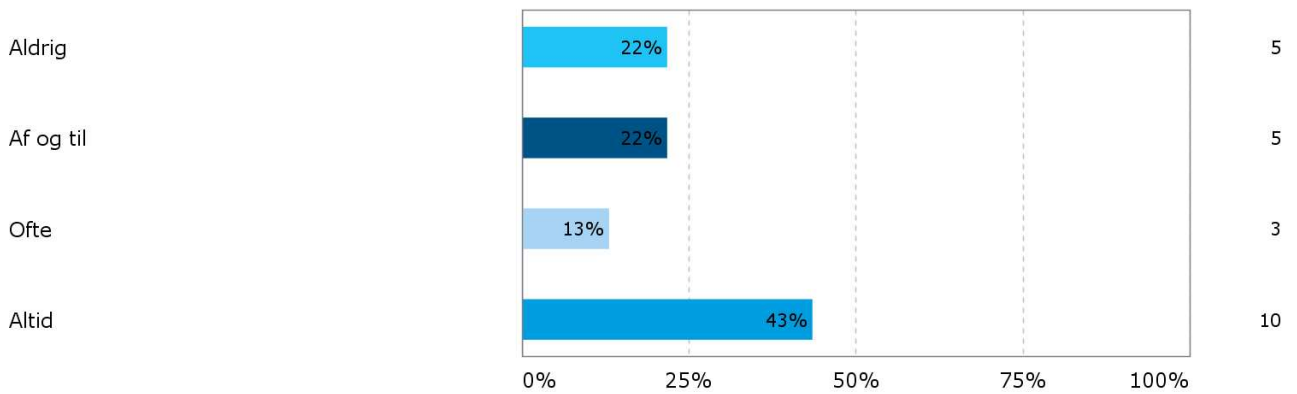
Før flytning



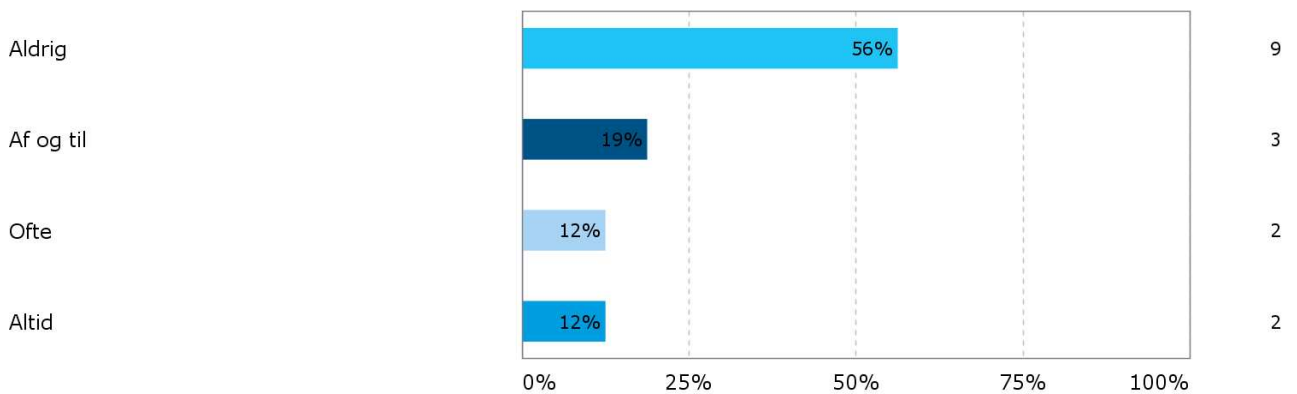
### Om forår / efterår Efter flytning



### Om sommeren Før flytning



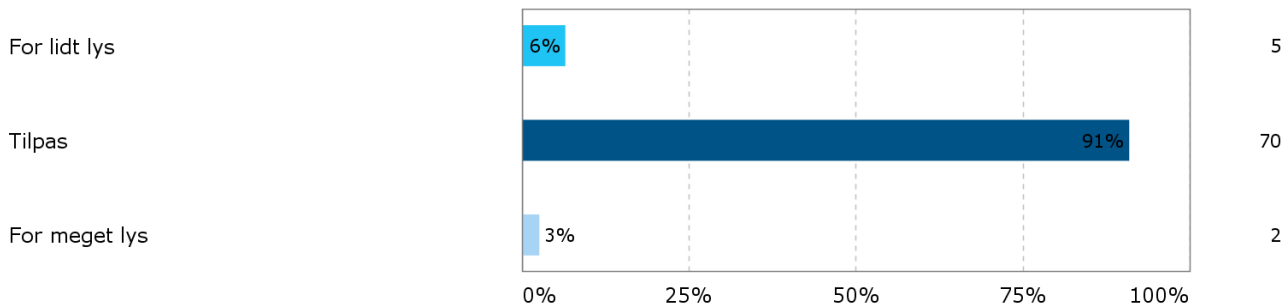
### Om sommeren Efter flytning



## Hvordan vurderer du belysningsniveauet fra den elektriske belysning alene?

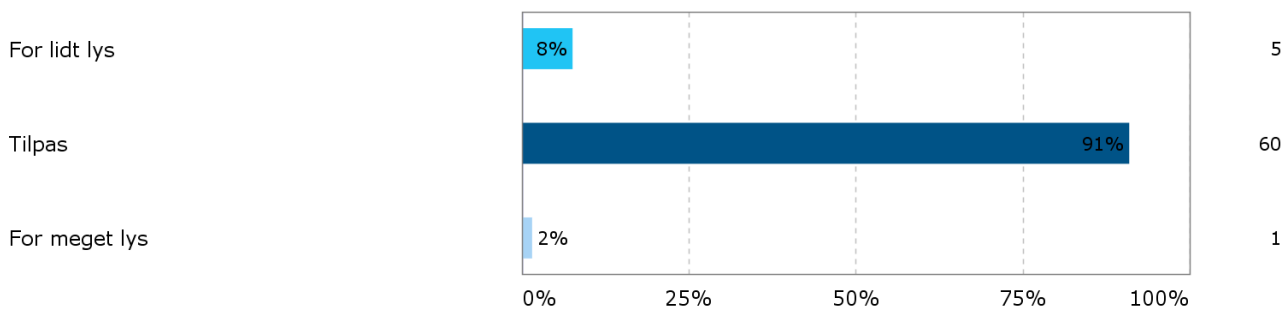
### I kontoret som helhed

Før flytning



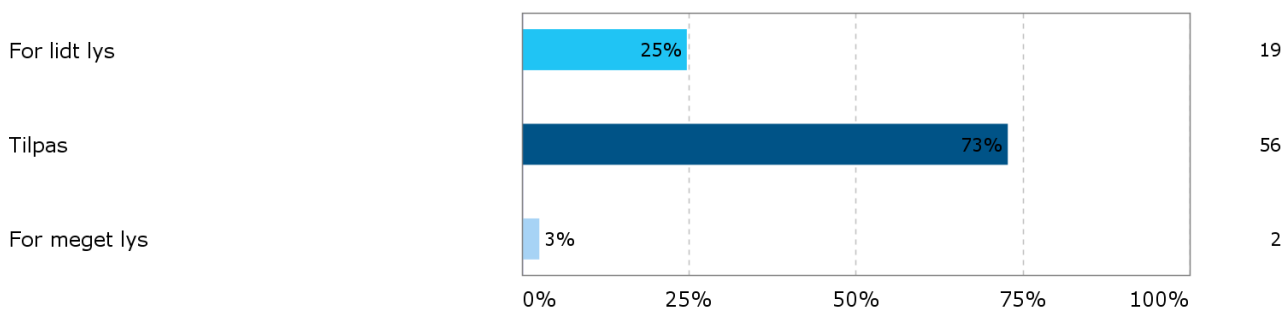
### I kontoret som helhed

Efter flytning

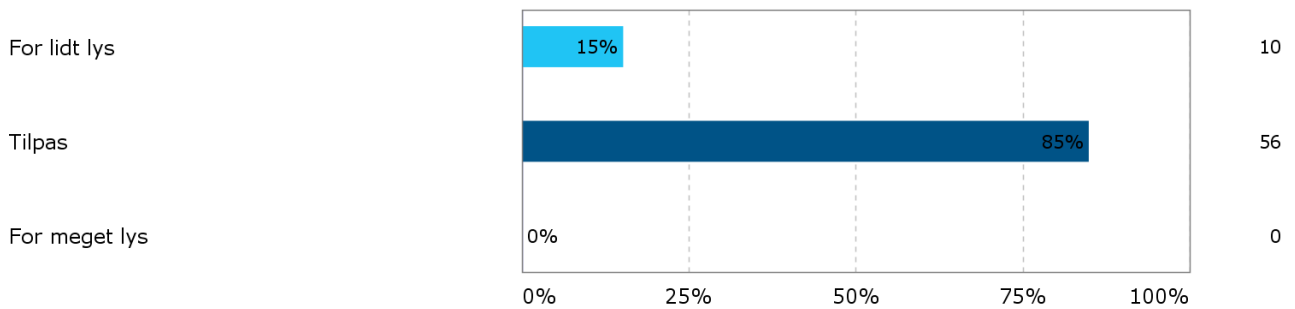


### Som arbejdsbelysning

Før flytning

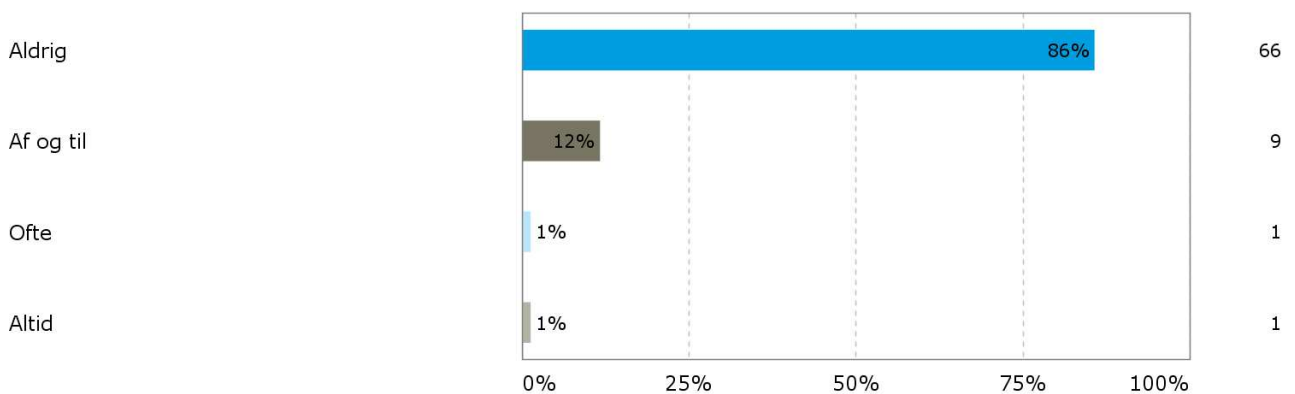


## Som arbejdsbelysning Efter flytning

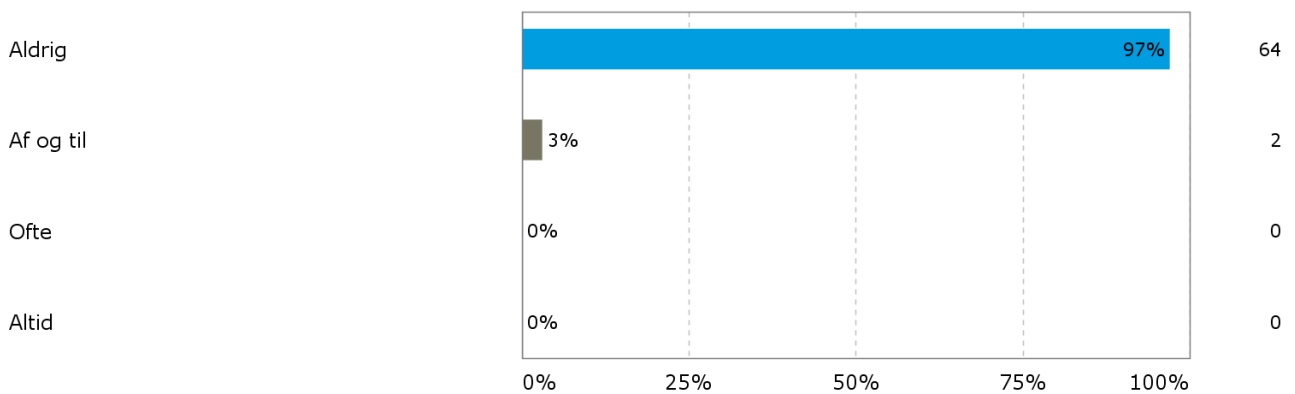


## Giver den elektriske belysning:

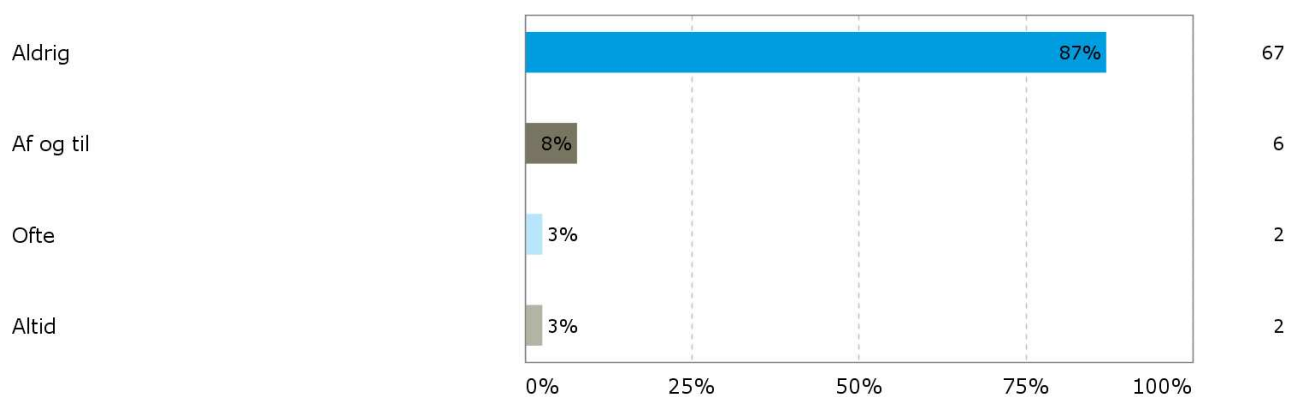
### Generende reflekser i din edb-skærm Før flytning



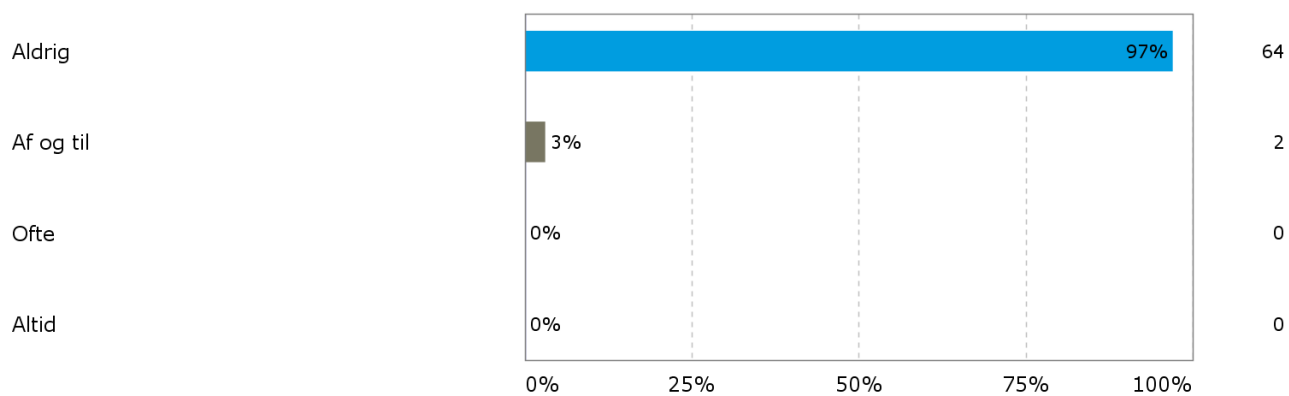
### Generende reflekser i din edb-skærm Efter flytning



## Anledning til blænding Før flytning

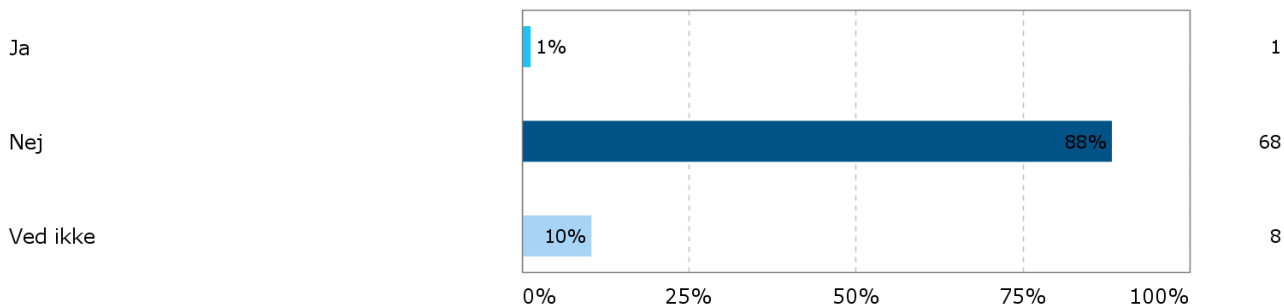


## Anledning til blænding Efter flytning

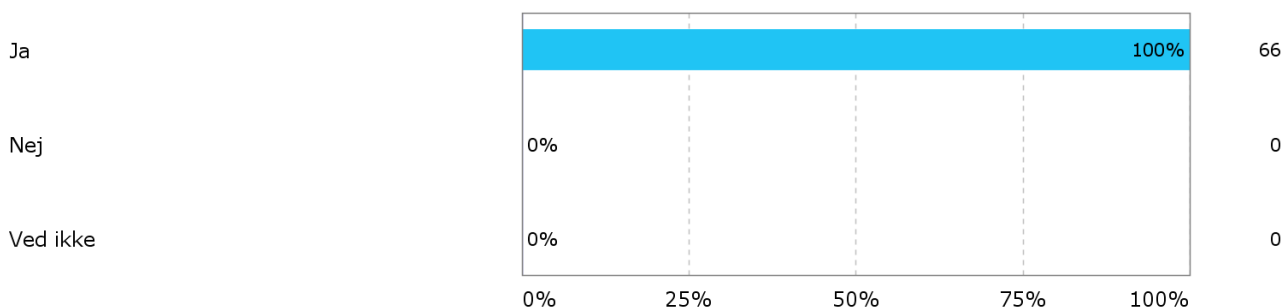


## Er lyset i dit kontor styret af automatik?

Før flytning



Efter flytning

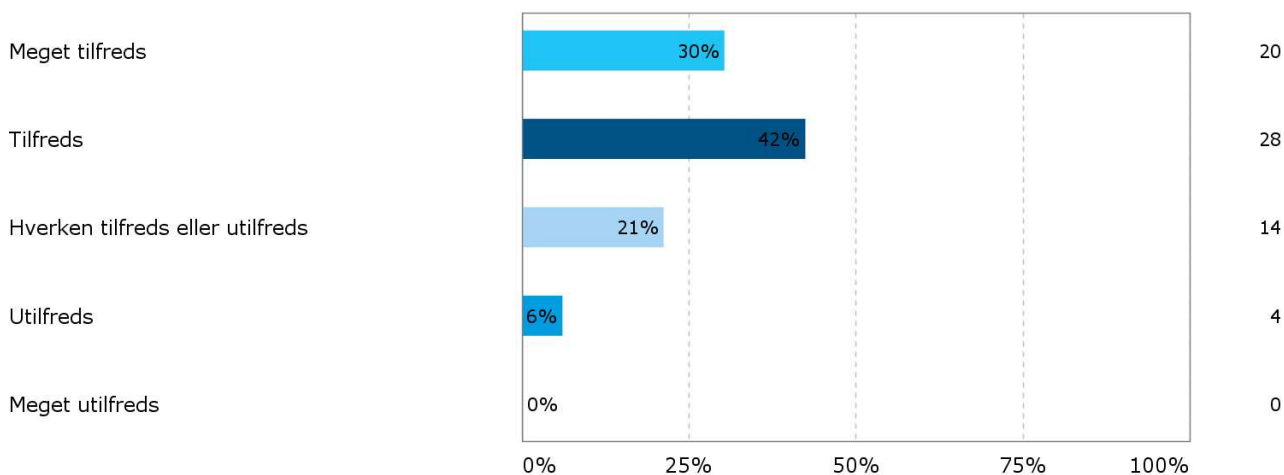


## I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med, at lyset reguleres automatisk?

Før flytning

Der er ikke automatisk regulering af lyset før flytningen

Efter flytning



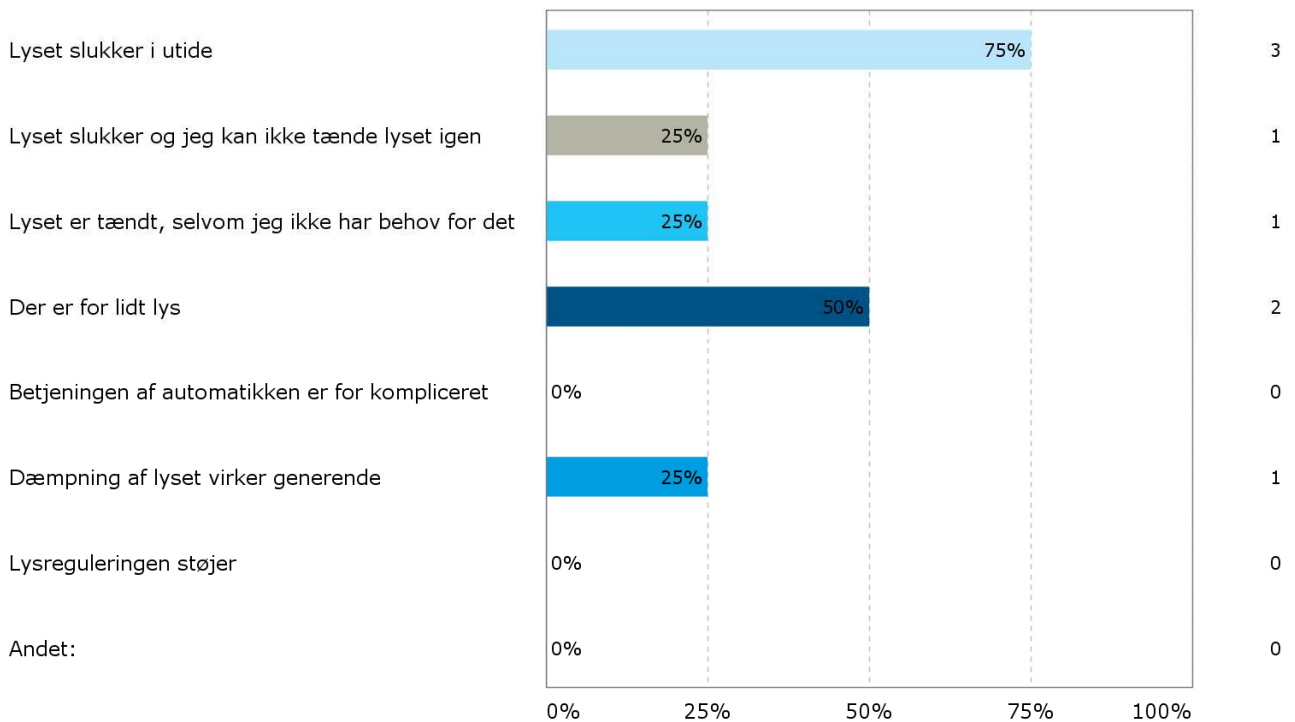


## Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med lysets regulering, hvad er årsagen?

Før flytning

Der er ikke automatisk regulering af lyset før flytningen

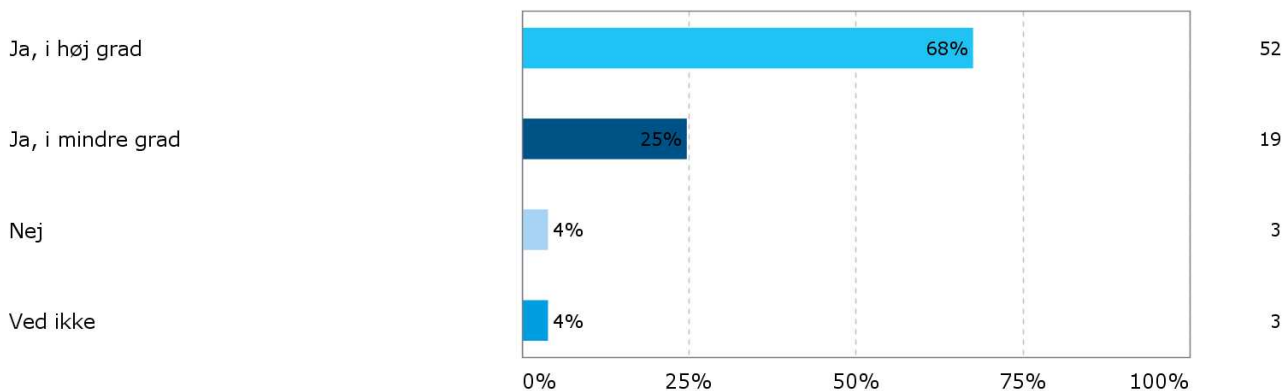
Efter flytning



## Forventninger til den nye kontorbygning

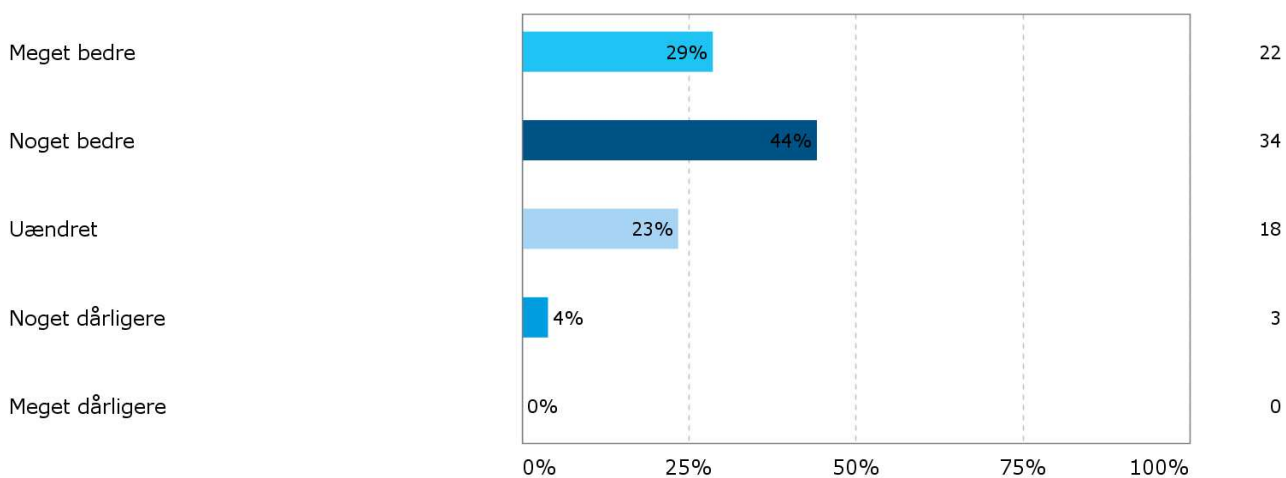
I de næste spørgsmål ønsker vi at høre hvilke forventninger du har til at flytte til Jeres nye kontorbygning.

### Glæder du dig til at flytte til det nye hus?

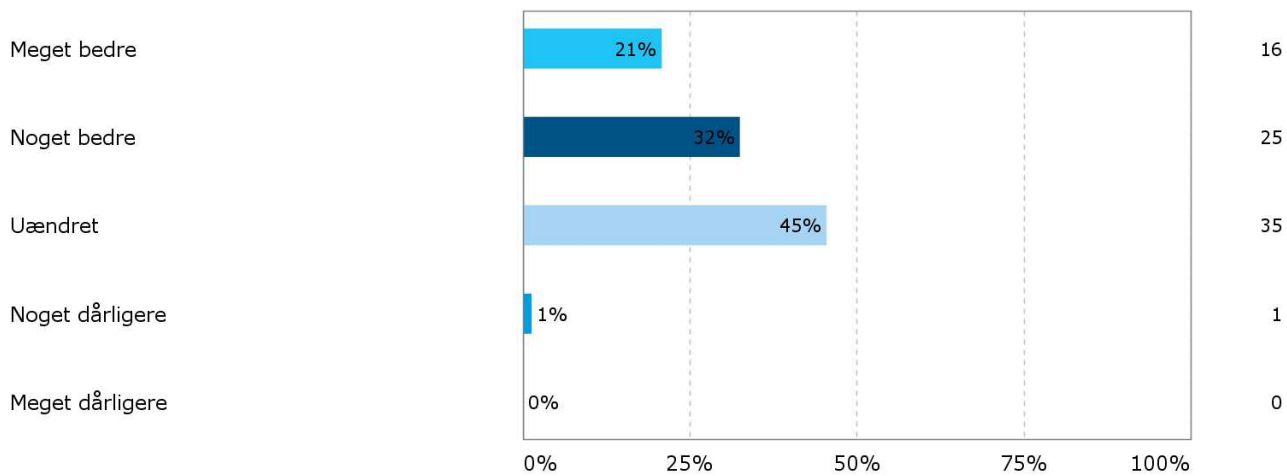


### I hvilken grad tror du følgende forhold kan blive bedre eller dårligere i det nye hus?

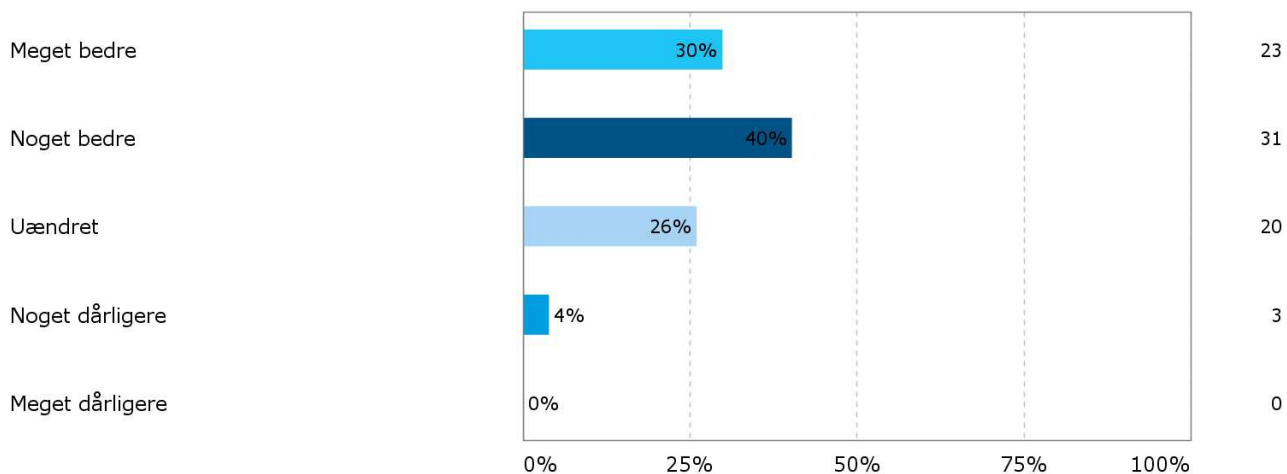
#### Temperaturforhold



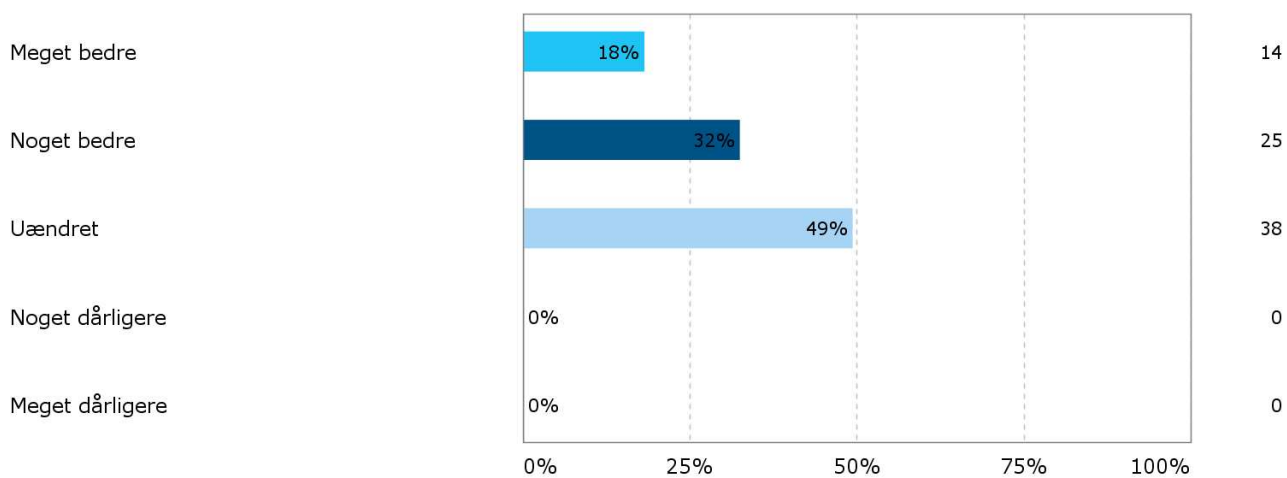
## Træk



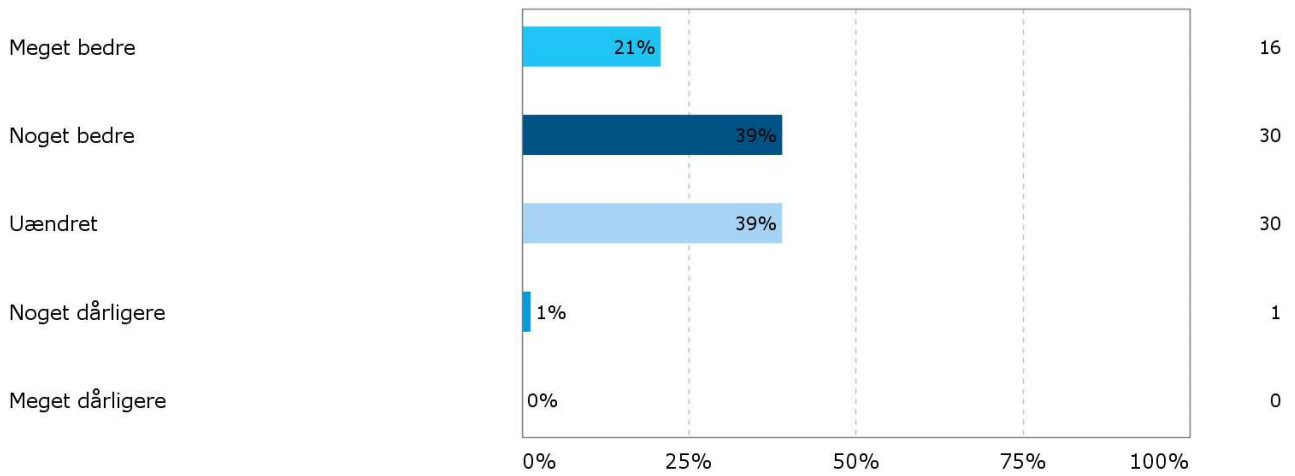
## Luftkvalitet



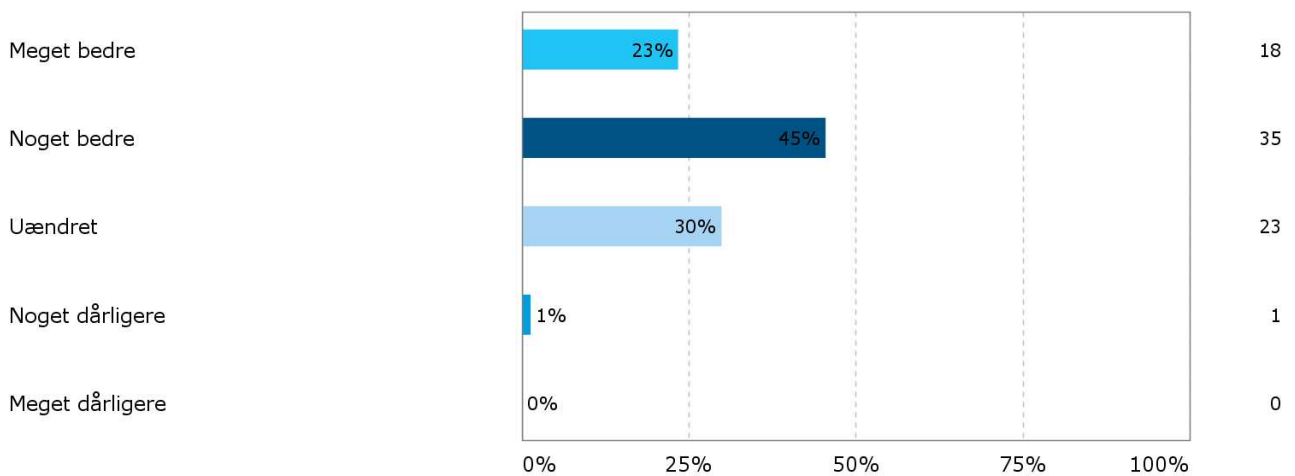
## Forhold vedrørende støv og snavs



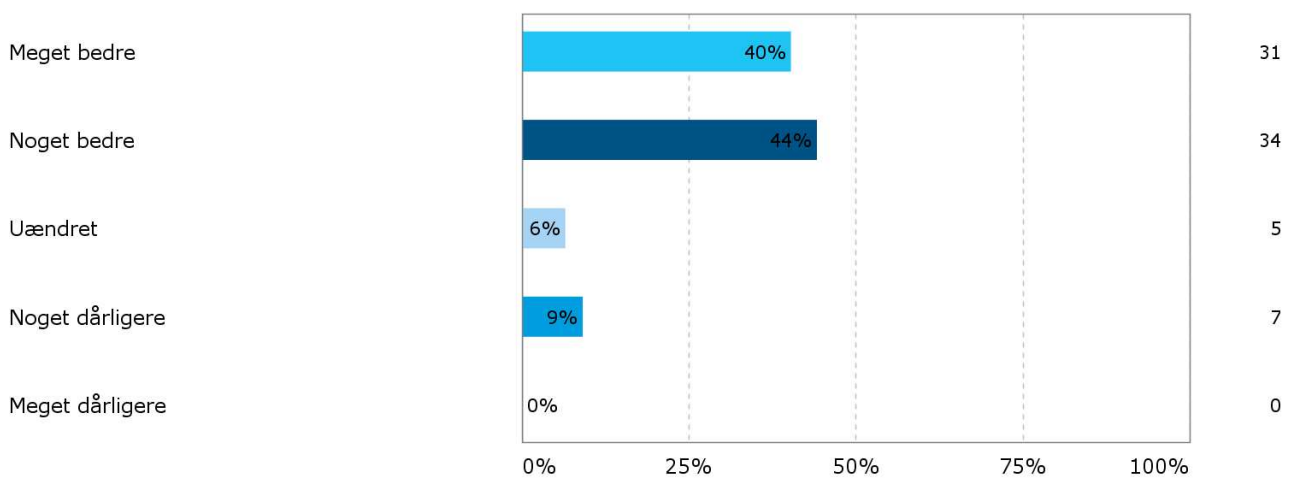
## Belysningsforhold



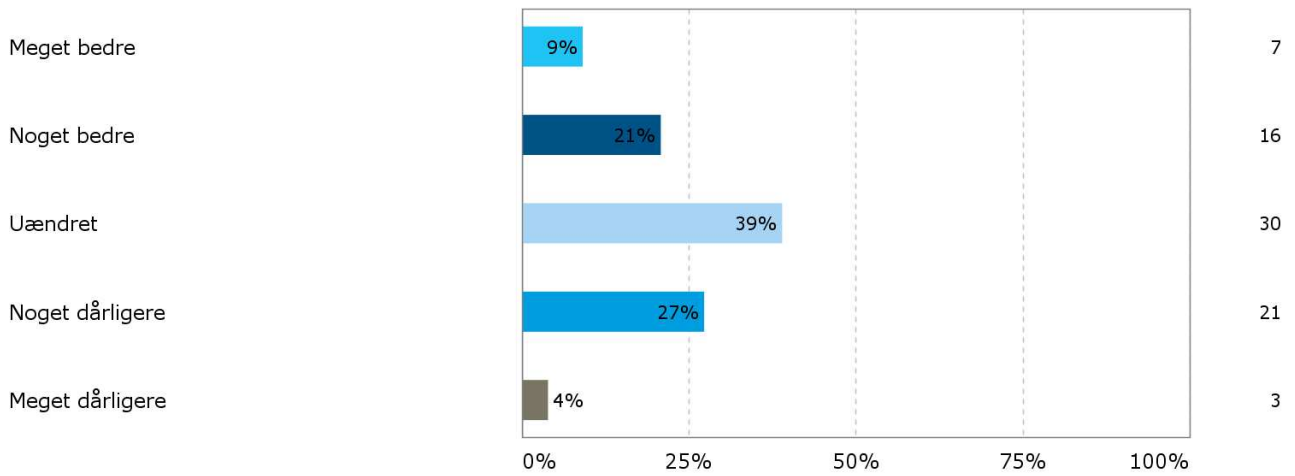
## Dagslysforhold



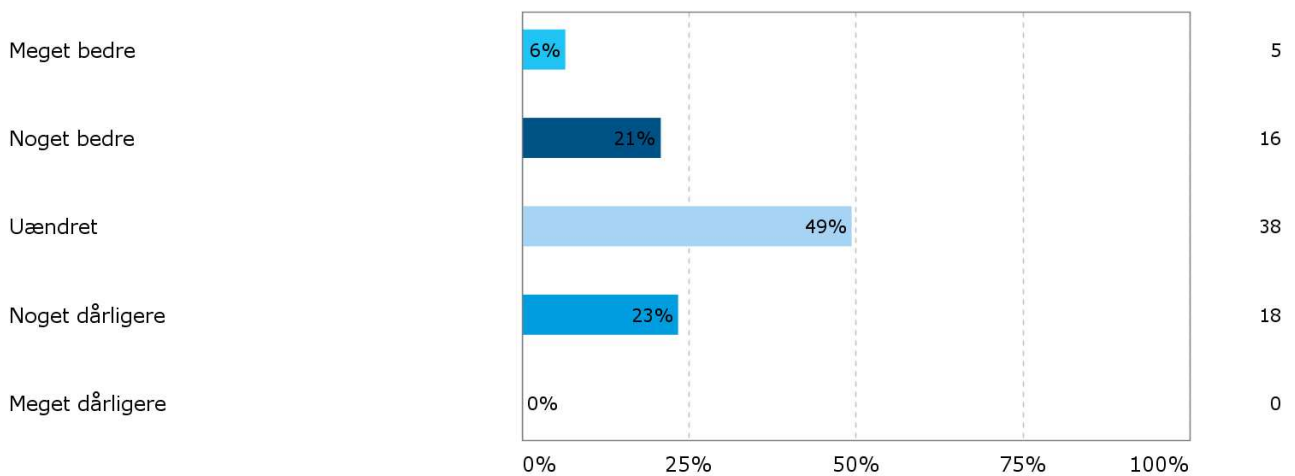
## Udsigt



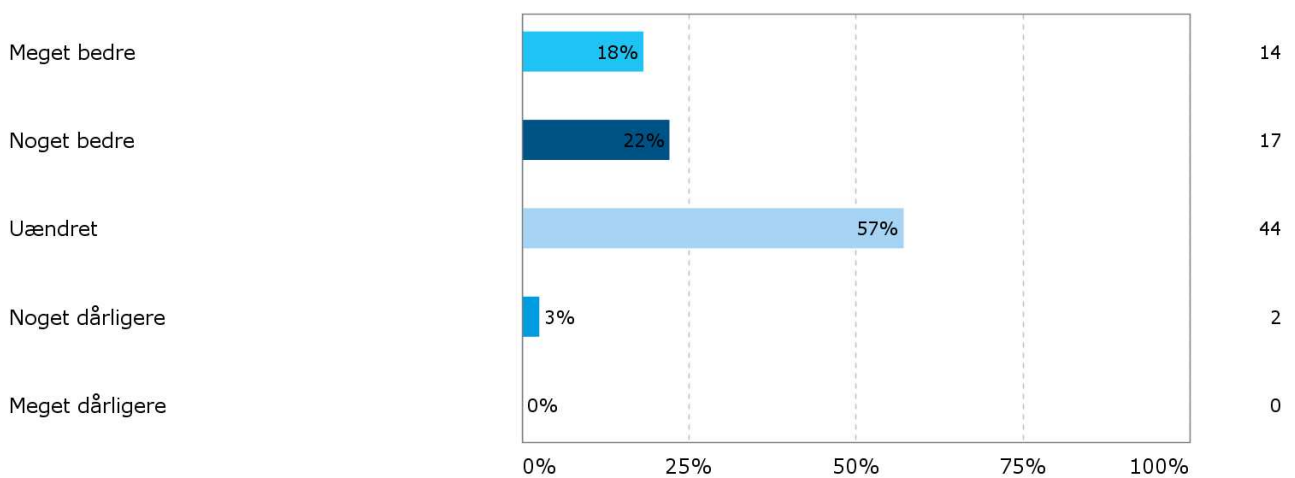
## Lyd og støj fra kolleger



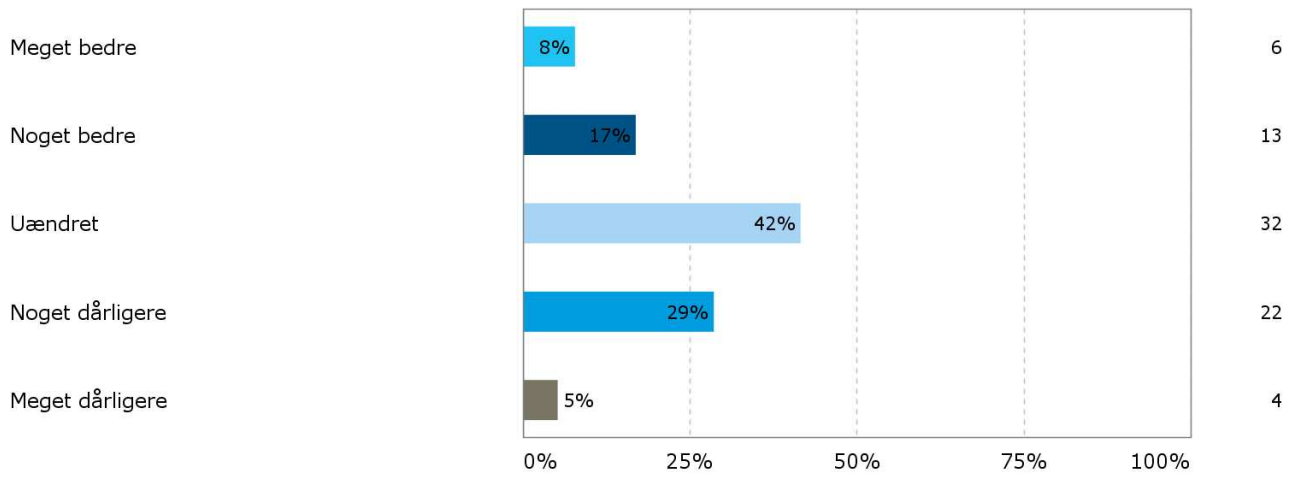
## Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.



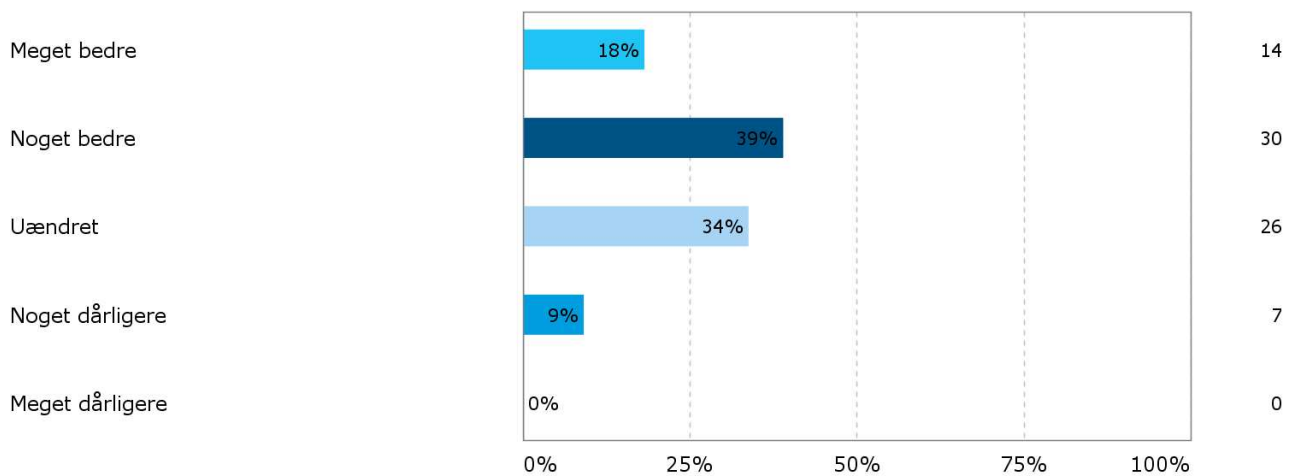
## Lyd og støj udefra



## Mulighed for at lufte ud



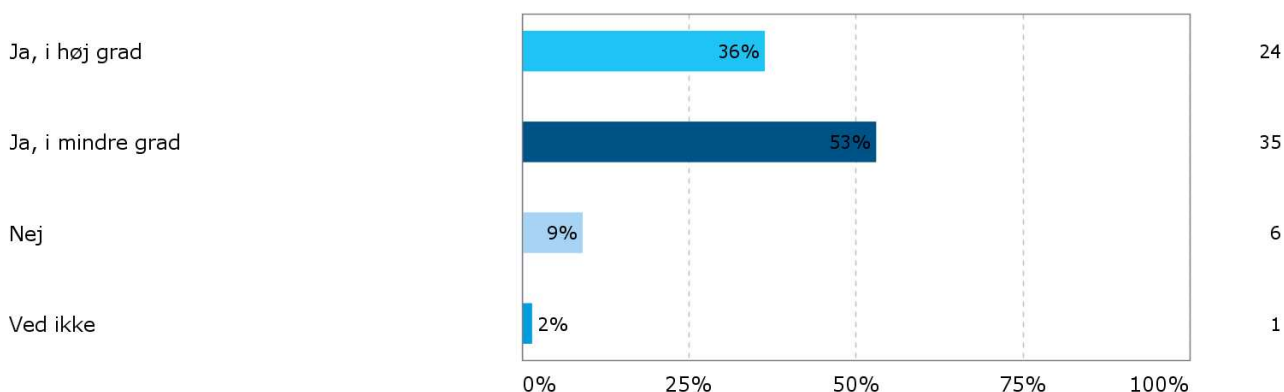
## Solafskærmning



## Den nye kontorbygning.

De næste spørgsmål handler om dine oplevelser i den nye kontorbygning og dit kontor, herunder sammenligning med dit tidligere kontor.

### Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger?



### Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

Pga. støj, uro, forstyrrelser, varme og dårlig luft vil jeg tro arbejdsydelsen er gået ned med 1/3 men det var lidt forventet af et storkontor med så meget glas og lave reoler.

Nu sidder jeg lidt afskærmet, men der er noget støj.

Samlet set, ja. Men stadig plads til forbedringer på ventilation og temperatur. Støjen er alt for høj, men en naturlig følge af storkontor. Lys og udsyn er helt uovertruffen på min plads.

Alt for meget støj fra kollegaer. Der mangler respekt eller måske bare omtanke. Taler for højt i mobiltelefon, taler højtlydt med besøgende, glemmer at anvende stillerum og mødelokaler. Tror egentlig ofte det er ubevidst, tror ikke der er nogen der bevidst vil genere deres kollegaer. Men yderst dårlig indretning og for mange arbejdspladser i forhold til hvad kontoret blev konstrueret eller dimensioneret til i planlægningen af byggerier. Måske også lidt et problem at der er flere fagområder, ikke samme arbejdsrytme.

Vi har stadig problemer med ventilation og solafskærmning efter 14 mdr. Vinduer i ventilations-skakt åbner/lukker mange gange om dagen og det larmer alt for meget, der må være en db-grænse for denne form for støj. Solen/dagslyset er ekstremt generende da solafskærmningen kører til og fra som vinden blæser, dette støjer iøvrigt også, og så er det et "must", at vi selv kan styre solafskærmningen.

Ventilationen er der først nu ved at værre styr på, så det har ikke været til så megen gavn endnu. Der er ingen sensor ved min arbejdsplads til belysning så jeg er lidt afhængig af at andre bevæger sig :-)

Støjniveau er meget højt både fra kollegaer og fra kantinen.

Bygningen og kontorlandsakbet er i sin helhed ok, men der mangler stadig en del udbedring af fejl og mangler. Dette bevirker en generel utilfredshed med hele byggeriet.

Jeg fornemmer glasset bærer lyden og støjen kan derfor, nogle gange bæres rundt i kontormiljøet. Opdeling af kontoret med støjskærme ville nok hjælpe på problemet, vi kunne måske deles lidt op i de fagområder, man arbejder i og derved bibeholde den faglige sparring storrumskontorer giver.

Gode pladsforhold, god belysning, store vinduer og heraf fint med daglys! Men, varmekonfort, temp. styring har til dato været meget dårlig. Megt lummert om sommeren, mangler køling!! Ville være rigtig godt, hvis der var mulighed for at åbne et vindue, men grundet den fine elektronik, kan dette ikke lade sig gøre?

Jeg havde forventet mere støj hele tiden. Nogle gange er der problemer med at ventilationen støjer meget, men det er vist ordnet nu.

Mener ikke åbne kontor landskaber er en god løsning, eftersom der er meget unødvendig støj. Når vi ikke har teams så er alt "snak" i kontoret ikke relevant, og derfor støj. Udsigten til kantinen kan være en ulempe når der afholdes større møder, eftersom jeg kan sidde og hilse på næsten alle deltagerne.

Der er fortsat mange problemer med at styre de tekniske installationer så de fungerer optimalt. Den automatiske styring fungerer dårligt eller slet ikke. Det er for svært at komme igennem til de der har ansvaret for at det fungerer.

Er ikke tilhænger af store åbne kontormiljøer. snak, støj og mobiltelefoner påvirker stærkt min koncentration og arbejder derfor også meget hjemme.

Den automatiske udskiftning af luft virker ikke, luften er tit tung op af dagen. Vinduerne til den indvendige skagt køre op og i, og det larmer, og det er ikke ensbetydende med friskt luft. Dage med sol og lidt skyer køre de automatiske skodder frem og tilbage. Vi bør selv kunne styre dem. Speciel om vinteren når solen står lavt, er det et problem med sol i pc-skærmen.

Der er meget støj. Loftbelysningen virker "kold", det er umuligt at få frisk luft. Vi sidder tæt - nærmest som sild i en tønde - og farverne er sort/hvid. Der er ingen privat "sfære". Det har hjulpet at få de mange glasdøre dekoreret. skodderne larmer, når de kører for - og de kører på underlige tidspunkter...

Der har været mange begyndervanskeligheder, bl.a. ventilationen har larmet en del samt træk, de automatiske solcelleskodder kører ustanseligt for, selv i gråvejrs så det bliver "mørk" indendørs. vippevinduerne i det panoptiske rum falder ned, foreløbigt 2 stk.

Luften er tør, temperaturen er svingende, automatisk solafskærmning virker tilfældig - meget mørkt, når de kører for i hele kontoret.

Der skal arbejdes med ventilationsstyringen, styring for solafskærmning samt lysstyringen. Men alt i alt er jeg meget glad for de nye rammer. Dog er jeg utryk ved de nedfaldne rude i det pan optiske rum i kantinen. Med venlig hilsen Morten Eriksen

Fint med storrumskontorer, giver et bedre samarbejde.

Jeg synes det er ofte vi har problemer med temperatur og træk gener. Vi har altid en ekstra trøje med på job, uanset årstid. I mødelokalerne hvor der er automatisk styring af solafskærmning kniber det med at se materialer på projektor, der er behov for anden og mere brugerstyret sol/lysafskærmning. Indretning og lyd synes jeg er godt, herunder fleksibiliteten med stillerum

Grunden til denne besvarelse er, at jeg mangler at kunne åbne et vindue og at jeg ofte misser med øjnene imod lyset fra de store vinduespartier jeg sidder ved på 2. sal.

Der har været for store udsving på temperaturen og træk

Jeg synes indeklimaet er for dårligt. Det føles aldrig som luften bliver skiftet ud, og der er aldrig en frisk luft på kontoret. for meget larm,

Lyse åbne lokaler

Finder bygningen og lokaler lyse og venlige og meget inspirerende at arbejde i.

Jeg er glad for at komme ind i den nye bygning, men siden vi er flyttet ind, så har jeg flyttet plads over, hvor der er mange telefoner der ringer, folk der snakker og afdelingens køkken er lige ved min plads, så når folk samles der, så larmer det nemt.

Der er alt for meget støj

Med et intelligent hus, som vi er flyttet ind i, havde jeg meget store forventninger til både indeklima, støj, sikkerhed, belysning og varme. Man sidder tilbage med et indtryk af, at det ville være rarere selv at kunne påvirke/indstille, altså manuel styring. I starten var vi meget generet af støj fra ventilation og en konstant susen, hvilket resulterede i ørepine. Det hjalp at flytte plads. Det ville også være rarere hvis alle skriveborde kunne stå ud for et vindue end ud for en væg. Og så er det meget irriterende, at nabobelysningen slukkes, så snart der ikke sidder nogen ved bordene. Ens "egen" belysning er ikke nok i et stor kontor.

Jeg savner at kunne åbne vinduet, specielt om sommeren.

I Brædstrup frøs vi meget om vinteren, da der var hybridventilation, som krøb under bordene. Samt radiatorerne, som skulle holde det væk ikke virkede, da temperaturstyringen sad på modsatte side 2 meter over gulv. Desuden var belysningsanlægget ældre.

De store vinduer mod nord giver meget store kontraster, - dæmpet lys i kontor kontra diffus sollys og sol på snedække om vinteren.

der er træk i rummet så det er ikke til at sidde med korte bukser om sommeren. det skal siges at jeg har slidt i knæene så jeg er også mere følsom end andre.

Et meget ekstrovert miljø, der ikke egner sig til introverte personer.

Meget god akustik. Rigtig skønt med det panoptiske rum - det giver en fantastisk rumfølelse. Loungemiljøerne og stille kontorer er rigtige gode. Skønt med åbenheden i kontoret.

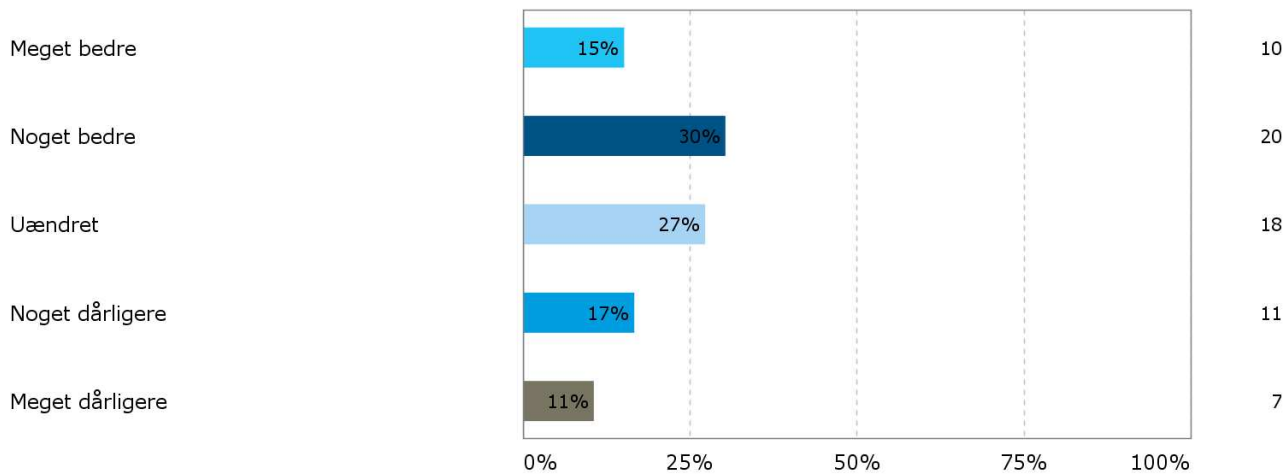
Jeg er meget generet af støj i lokalet fra andre medarbejdere. Snak, afbrydelser, andres telefoner osv. Det var hvad jeg forventede.

Den naturlige ventilations funktion og virkning kan være meget varierende.

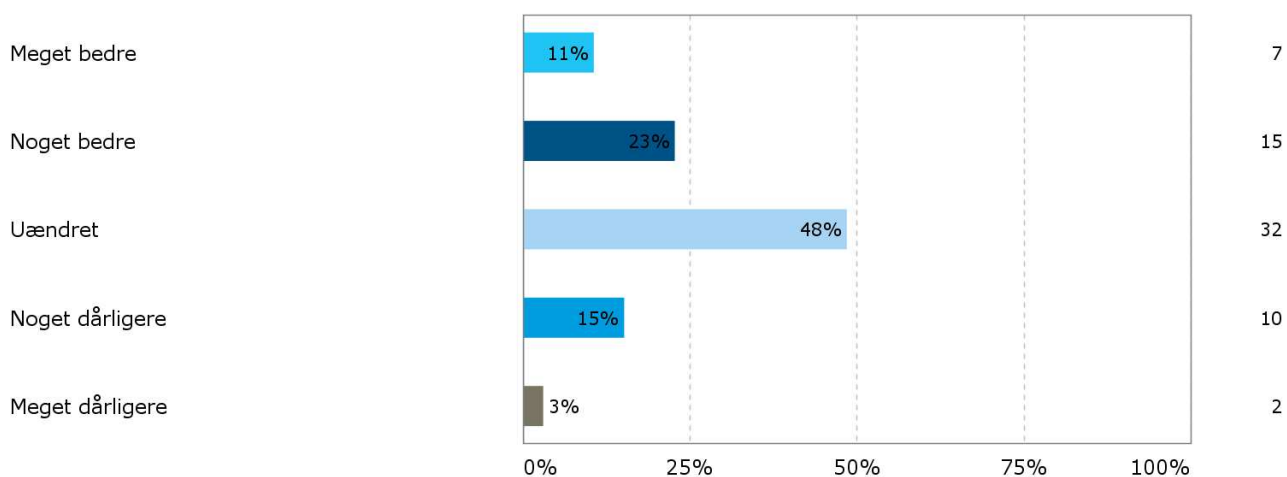


## I hvilken grad er følgende forhold bedre eller dårligere i den nye bygning?

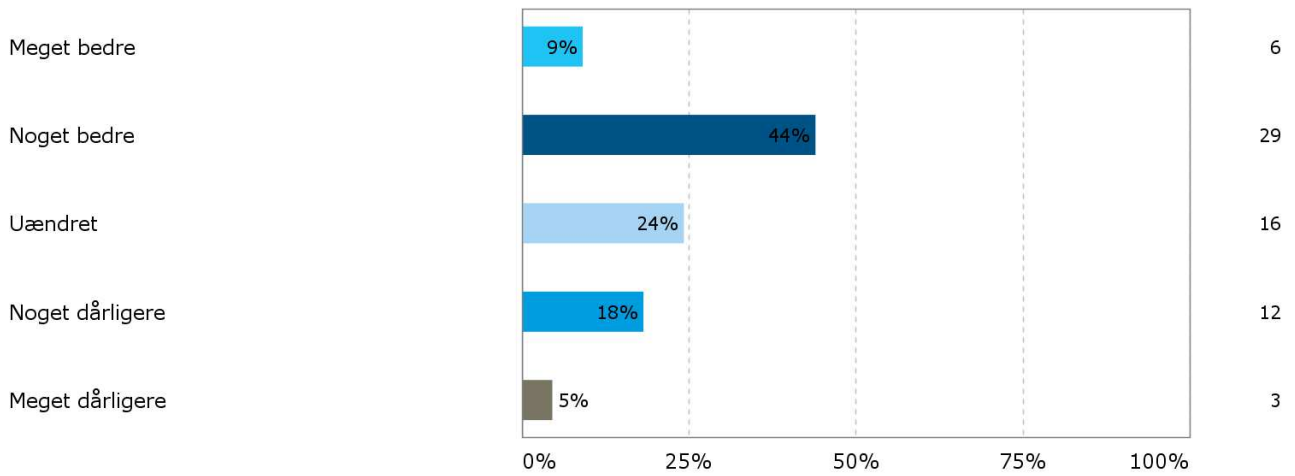
### Temperaturen



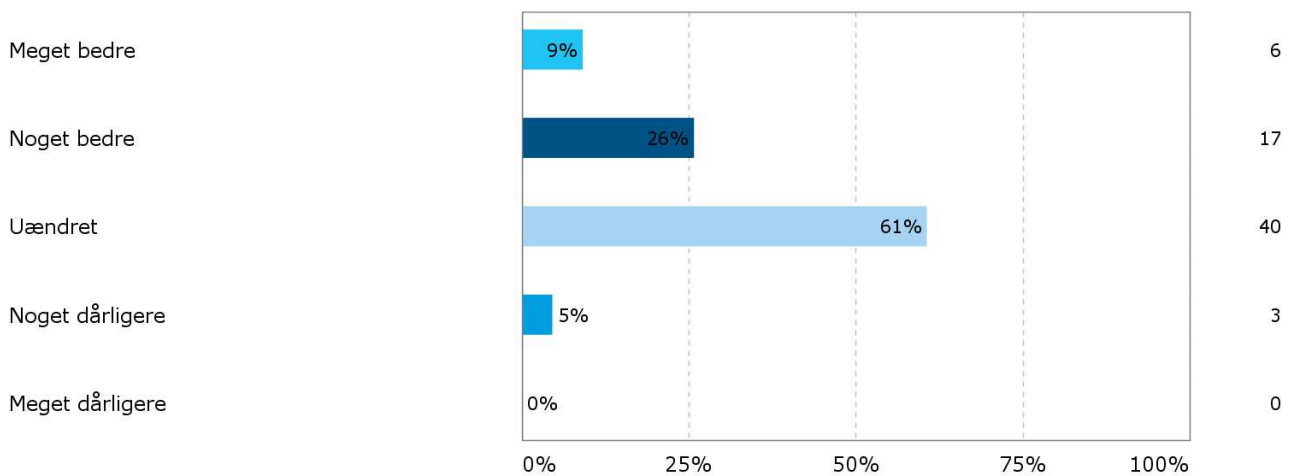
### Træk



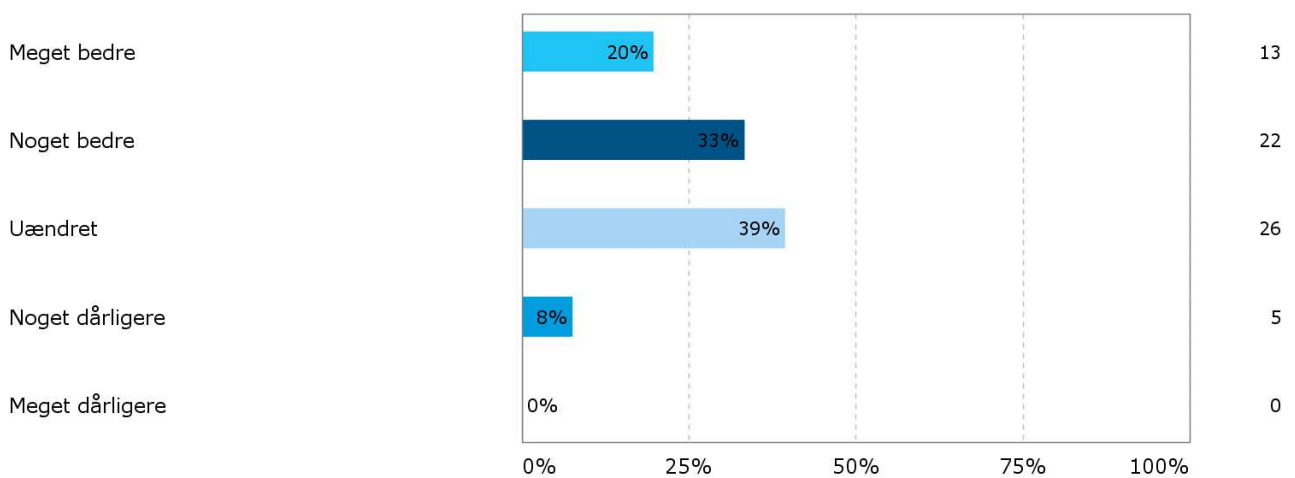
## Luftkvaliteten



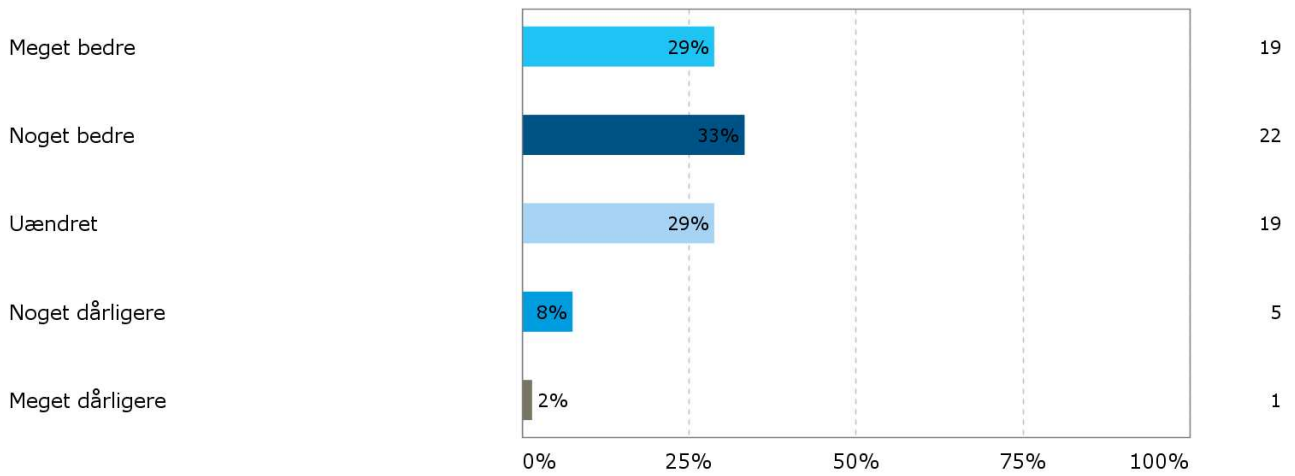
## Støv og snavs



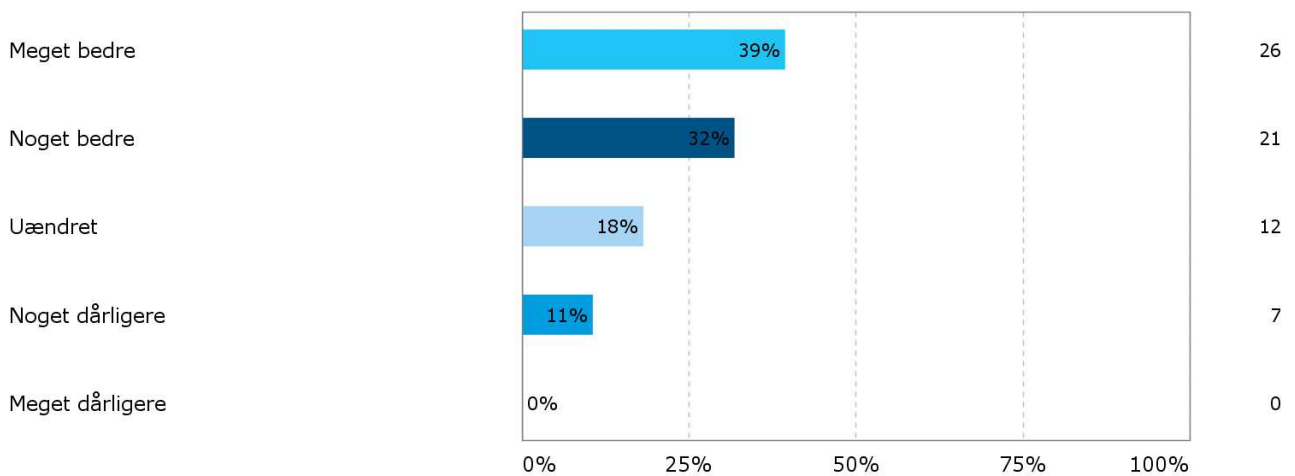
## Belysningen (den elektriske)



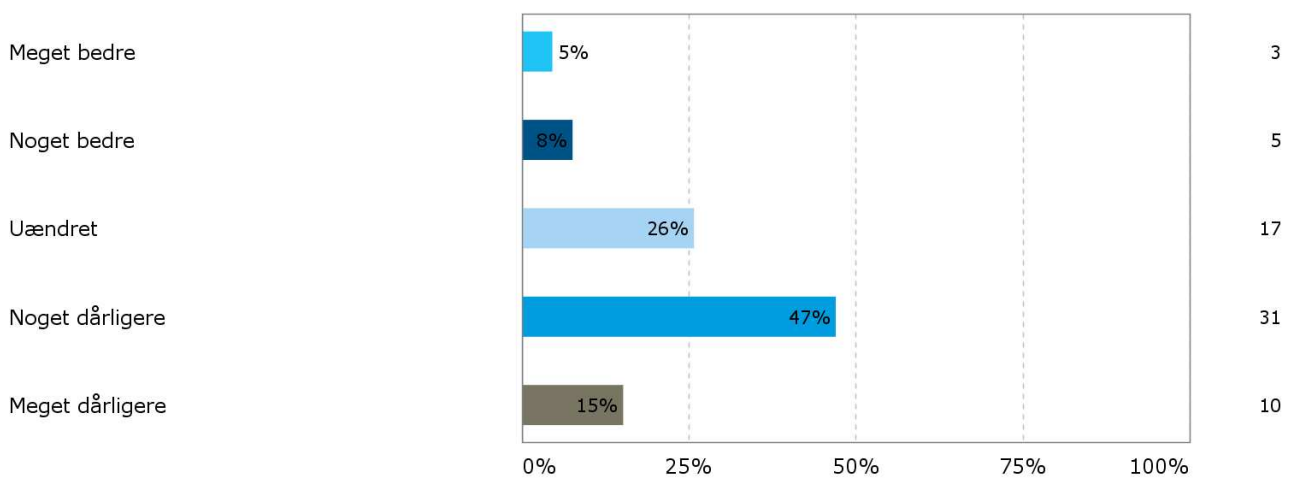
## Dagslyset



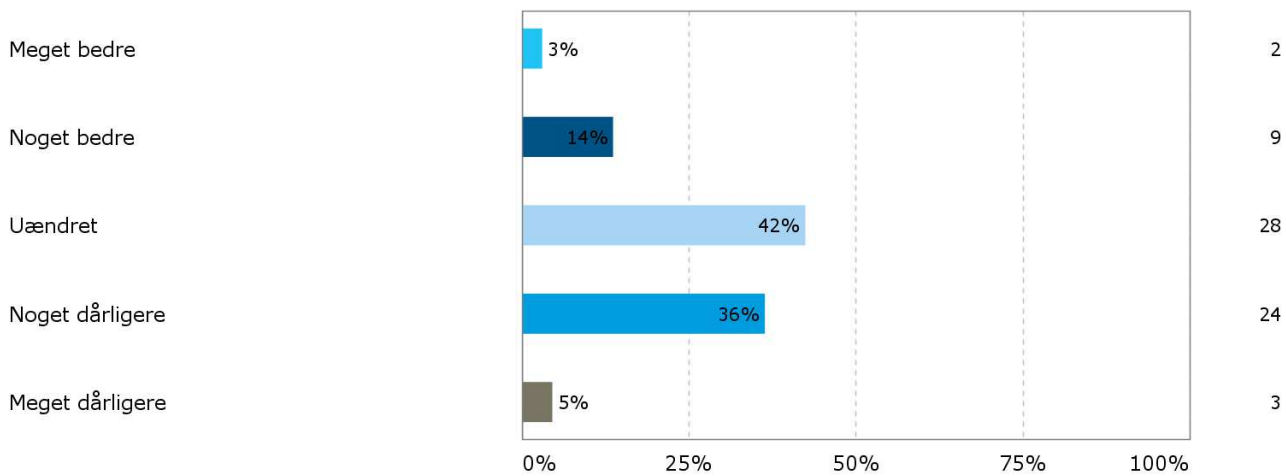
## Udsigten



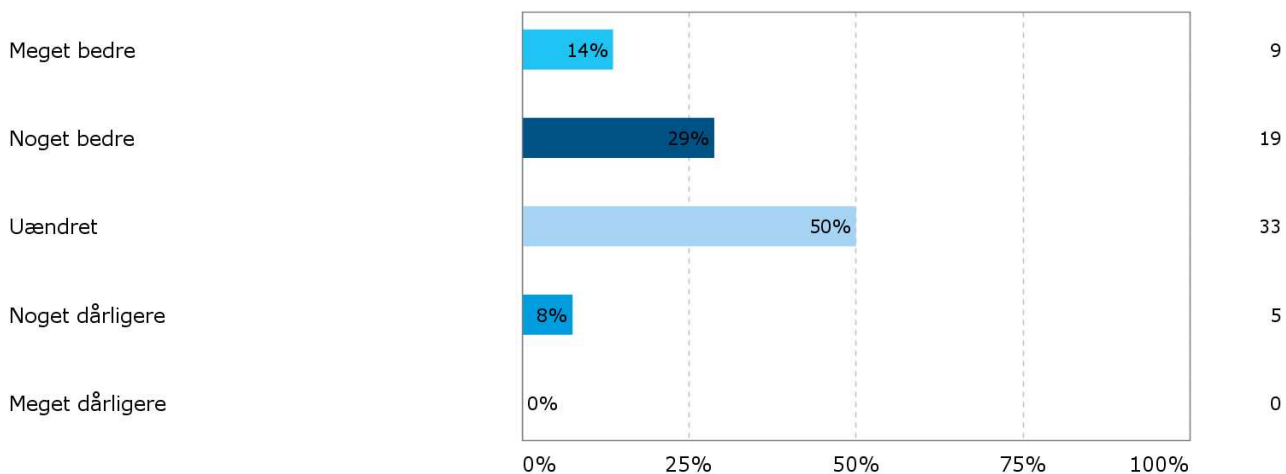
## Lyd og støj fra kolleger



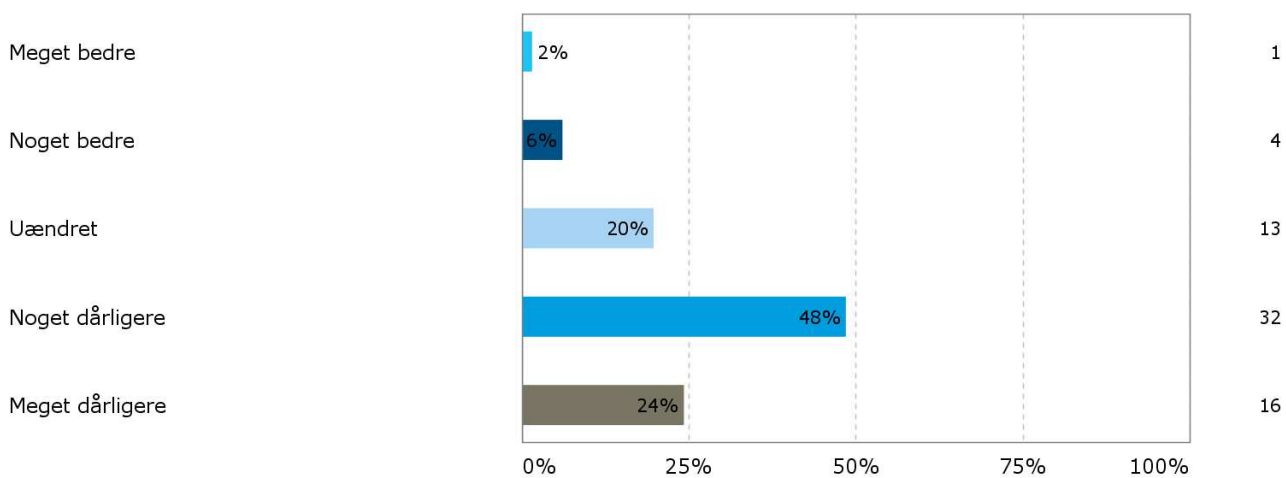
## Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.



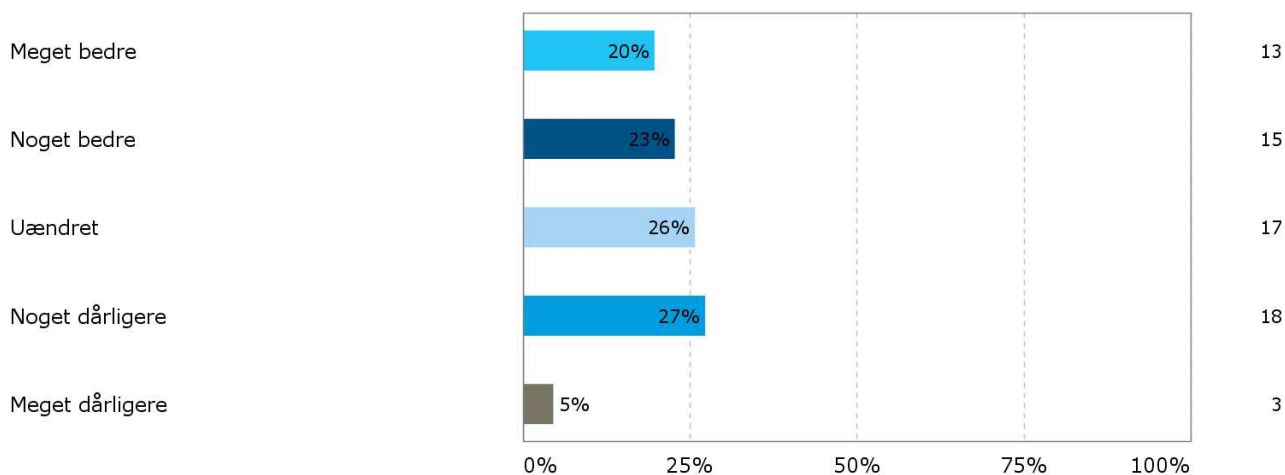
## Lyd og støj udenfra



## Muligheden for at lufte ud



## Solafskærmningen



### Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

Lyd og støj fra udstyr scorer meget lavt, i den "gamle bygning" havde vi ikke denne form for støj, og som omtalt før er der unødigt meget støj fra ventilation og solafskærmning.

Ventilation støjer en del især når de står og kører frem og tilbage konstant. Mit svar bliver desværre farvet af at ventilationen stadig ikke er kommet til at fungere optimalt automatisk..

Ventilationen har ikke virket siden bygningen blev taget i brug.

Der er nu flere kollegaer i kontoret

Hænger nøje sammen med afsnittet før!!

Når himlen er lys, kan jeg godt få hovedpine ved at jeg ubevidst kniber øjnene lidt sammen Når der er problemer med ventilationen er der irriterende at man ikke kan åbne vinduer i den ene side af bygningen.

Vi på min etage (1.sal)kom fra primitive pavilloner. Derfor er vores sammenligning ikke den samme som dem, der kom fra små hyggelige kontorer i den gamle bygning. Støj i pavillon var også generende, med et stort rum.

Under lyd og støj udefra, regner jeg med den støj der er fra automatiske vinduer og skodder. Temperatur regulering og udluftning skal kunne fungere automatisk, men skodder bør vi selv kunne styre hver i sær.

I det gl. var ventilationen meget dårlig, hvilket er forklaringen til at det er blevet meget bedre. Der er dog fortsat plads til forbedringer:-)

Muligheden for at lufte ud er til stede, men placeringen af møbler ift. de vinduer som kan åbnes er ret skidt, vi skal op og klatre for at åbne. Dette også fordi vindueskarmen er meget dyb når vi har så godt isoleret som vi har

Havde tidligere enkeltmandskontor, så der vil uværgeligt være mere støj etc.

Solafskærmning og de indvendige vinduer larmer meget, specielt aktuatorerne når de gennem en hel sommer dag konstant åbner og lukker, er ret generende når man taler i telefon.

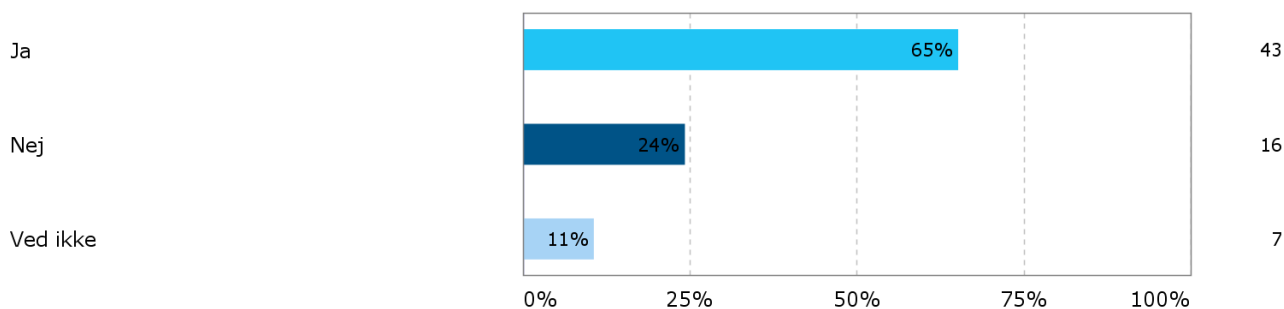
Det er svært at svare på solafskærmning, da dette ikke er nødvendigt på nordsiden. Det er også svært vedr. mulighed for udluftning, da det jo kører automatisk i den nye bygning.

når solafskærmningen kommer til at virke bliver det godt.

Det kan være problematisk, at folk ikke sætter deres telefoner på lydløs - specielt, når de ikke er til stede (evt i møde)

Solafskærmning er ikke relevant hverken før eller nu. vinduer mod nord. Udluftning er styret automatisk. Der mangler stadig lidt indregulering men virker rimeligt godt. Klimaet er væsentligt bedre end tidligere. Jeg er meget generet af støj fra koleger. Det var jeg også tidligere men det er blevet værre. det er et større kontor nu.

## Har du personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i sommerperioden?



### Du må meget gerne angive hvilke problemer du har oplevet

Varme, dårlig luft

Dårlig ventilation. spjældene åbner ikke. tilsyneladende problemer med software og følere.

Fejl på Brandalarm, ventilation der ikke er i orden.

Solafskærmning virker ikke som forventet. Ventilationen virkede ikke i en meget varm periode. Vinduer faldt ned fra 1., 2. og 3. sal, er netop sket igen :( Generelt er der for meget baggrundsstøj af tekniske installationer.

Ventilationen fungerer ikke og den automatiske vindues regulering kører heller ikke endnu..

Ventilationsanlægget har ikke fungeret optimalt

Solafskærmningen kører "tilfældigt". Det samme gør udluftningen.

Temperaturforhold har været meget dårlige op til ca. 26 grader sidst på dagen

Strøm udfald til EDB og anden flytbare tekniske installationer.

Temperaturer på kontoret generelt på 28 grader celsius

En del af ventilationen er via den åbne glaskorridor midt i huset. Disse ruder kører op og i, især om morgenen ved kl. 07 tiden. Hvorfor??? Tillige er der en del støj fra kantinen når disse vinduer er åbne,....

Ventilationen gik i stå. Solafskærmningen kører stadig ikke særlig godt. Når ventilationen endelig kørte var den meget kraftig og larmede - det er der styr på nu.

Der var alt for varmt, eftersom ventilationen ikke virkede. Tung luft da ser ikke skete den nødvendige udskiftning af luft.

Ingen ventilation. Vinduer lukker op og i konstant.

Meget varmt på kontoret ved høje temperaturer udenfor.

Skodderne for vinduerne, der ikke lukker på det rigtige tidspunkt Ventilationen fra det pan optiske rum

Temperatursvingninger

Temperaturen stiger i løbet af dagen og der trænger til udluftning. Det har været slemt i denne sommer, men jeg husker det ikke som et problem i sommeren 2010 da vi lige var flyttet ind.

Ingen ventilation, der har været meget varm og tung luft.

Ventilationen virkede ikke ordentligt. Så vi måtte åbne vinduerne.

Solafskærmningen reagerer for langsomt. Problemer med styring af ventilation og varme.

Solafskærmningen der køre frem og tilbage.

En hyletone...

Enten for kold eller for varmt, samt ingen ventilation der virker

Solafskærmning der ikke rullede for i flere måneder. Der har både været meget koldt og meget varmt.

Der er generelt problem med at få ventilationen til at køre.

Solafskærmningens automatiske styring har ikke været optimal.

Indkøringsproblemer med ventilations- og temperaturstyring

Solafskærmning Dårlig lugt Temperatur

Et par juni dage var der så koldt at skisokker og store trøjer blev fundet frem... Overgangen fra forår til sommer er kontoret meget koldt og det trækker.

Der har været nogle problemer med at få ventilationen til at køre rigtigt.

Temperaturforhold på grund af en stadig indregulering.

solafskærmningen køre som vinden blæser

Problemer med natkøling (har ikke virket), Manglende og støjende ventilation i mødelokaler

Det er for varmt på kontoret, cirka 26 grader

Der har været nogle udfordringer med den naturlige ventilation, at den ikke kunne afkøle tilfredsstillende

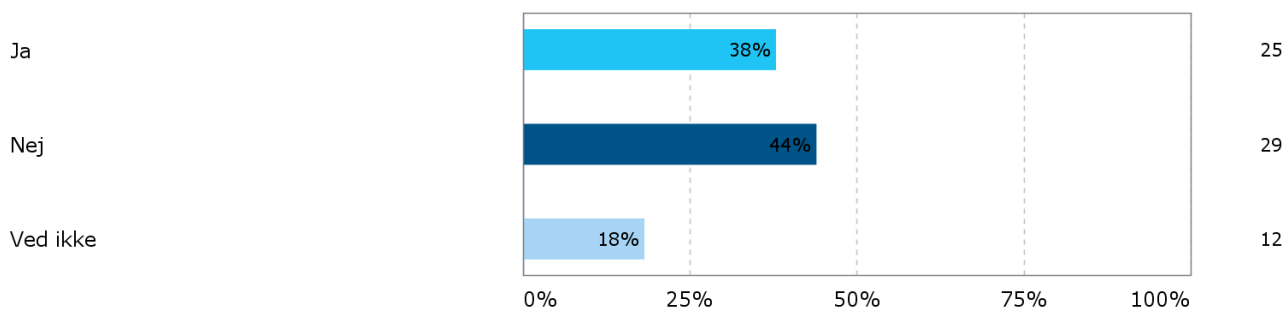
Dårlig regulering, med efterfølgende høje reumpemperaturer og tung og stillestående luft.

Træk fra ventilation ved naturlig ventilation.

træk gener og for højt CO2 niveau i lokalet.

Manglende effekt af natkøl og naturlig ventilation

## Har du personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i vinterperioden?



### Du må meget gerne angive hvilke problemer du har oplevet

Varme og dårlig luft

Fejl på Brandalarm, ventilation der ikke er i orden.

Solafskærmning og teknisk støj

Samme som om sommeren.

Som sommer

Skodderne for vinduerne, der ikke lukker på det rigtige tidspunkt Ventilationen fra det pan optiske rum

Temperatursvingninger

Skodderne er ikke så stort et problem om sommeren, det er være om vinteren hvor solen står lavt.

De har meget svært ved at styre temperaturen - det er for koldt.

Der var problemer med støj, træk & undertryk fra ventilationen da vi flyttede ind. Det strakte sig fra aug. - dec. sidste år.

Der faldt også store glasplader ned i kantinen fra det store indvendige vent.tårn, da beslagene ikke kunne holde når den naturlige ventilation vil have dem til at åbne. Der faldt endnu en ned i denne uge - så det var heldigt, at ingen kom til skade.

Solafskærmningen reagerer for langsomt. Problemer med styring af ventilation og varme.

For høj temperatur i vinter

Ventilationsanlægget enten for varm eller for kold samt træk. Endvidere solafskærmning der køre frem og tilbage.

Samme som sommer

Meget koldt og træk

Solarskærmningens automatiske styring har ikke været optimal.

Indkøringsproblemer med ventilations- og temperaturstyring

Temperatur Solafskærmning

I vinterperioden kørte solafskærmningen hele tiden for vinduerne, uden der dog var sol men masser af sne ;-)

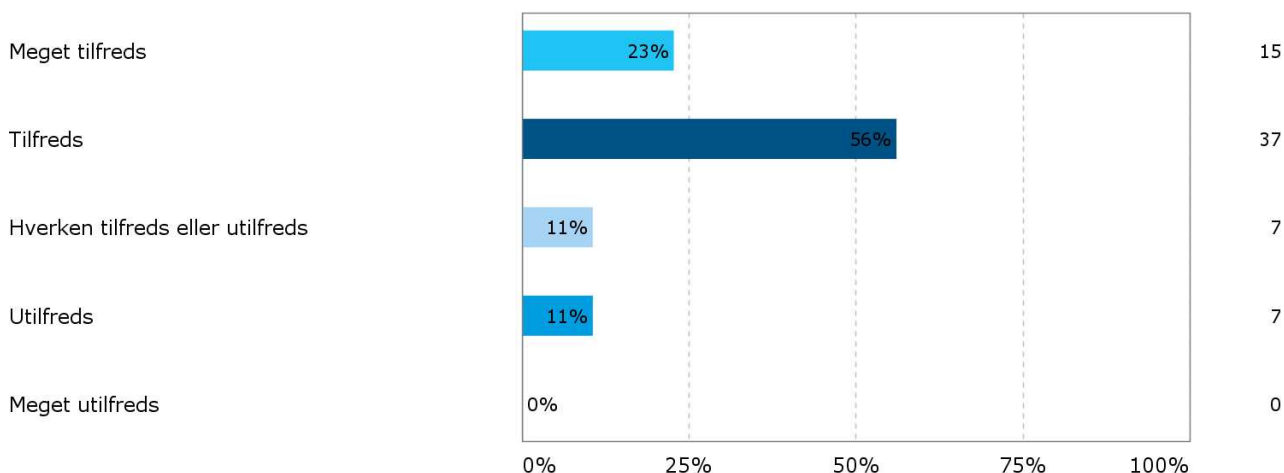
Manglende varme

temperaturforhold på grund af stadig indregulering.

solafskærmningen køre som vinden blæser

Problemer med udfald på kompressor for køle/frost rum. Udfald på varmepumpe for varmtvandsproduktion. Lyset regulere underligt og ikke jævnt på de forskellige etager.

## Alt i alt, hvor tilfreds er du med de fysiske rammer i dit nye kontor?



### Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

Den gode udsigt og god belysning (dagslys + lamper) kan ikke opveje generne vedr. storkontorets larm og støj og konstante forstyrrelser!

Det er fint, men mangler solafskærmning, vi selv kan regulere.

Tilfreds med pil nedad så længe vi ikke kan styre solafskærmningen, og forhåbentlig kan der gøres noget ved den tekniske støj.

Jeg er i det store hele meget tilfreds med de nye rammer. Hvis bare man kunne få styr på de vinduer og man selv kunne komme til at regulere dem når automatikken ikke kan finde ud af hvornår solen skinner. Synes det er under al kritik at der skal gå et år hvor det stadig ikke er på plads og vi ingen muligheder har overhovedet for afskærmning især nu hvor vi går vinterperioden i møde med lav sol !! Temperaturen har været meget svingende især i sommer, men håber det ikke er et tilbagevendende problem, for pt kører det fint..

Det er svært at koncentrere sig, hvilket går ud over effektiviteten, og man er meget udkørt når dagen er omme.

Forventer de får styr på temperatuen, det er jo nok indkørings vanskeligheder

Der er meget støj som gør det svært at fordybe sig i sit arbejde.

Bortset fra tekniske installationer fungerer bygningen fint.

Dejlige lyse lokaler, og arkitektonisk flot.

Det er selvfølgelig bedre end den pavilion vi kom fra - alt er jo fint og nyt

Jeg synes her er dejligt lyst.

Er tung i hovedet pga. det dårlige indeklima.

Jeg syntes det er en meget fin ny bygning vi sidder i. Problemet er bare, at vi alle snakker/taler i telefon næsten

konstant, det er vore job i denne afdeling, og så vil der blive meget menneske støj, især når vi taler i telefon eller med hinanden. Det giver forstyrrelser.

Alt for mange personer i samme rum, det giver meget støj, effektiviteten er derfor reduceret væsentligt.

Er glad for fælleskontoret og dagslyset

Se tidligere svar - Dog skal gentages det med de nedfalden rude i det pan optiske rum i kantinen.

Det er meget generende med temperaturen og når der er træk

Hvis der var adgang til frisk luft og afskærmning for solen ville mit svar være "meget tilfreds" :-)

Det er planlagt, at der vil blive individuel styring af solafskærmningen. Dette vil være en stor forbedring og eliminere de væsentligste gener, jeg har oplevet.

Lidt for meget støj indimellem, men så hører jeg bare musik

Jeg er alt i alt rigtig glad for vores nye bygning, og jeg syntes der bliver bedre og bedre styr på styringen af lys, ventilation og varme. Men ville blive glad for at de indvendige vinduer holdt op med at køre konstant frem og tilbage, da det larmer og har en træls lyd specielt når man taler i telefon.

Der er plads. Der er lyst og en fin temperatur.

Generelt er jeg tilfreds, men det at vi nu sidder alle sammen og kan se hinanden har gjort, at en del af det sociale, vi tidligere havde er forsvundet, da du nu skal "have en grund" til at gå over til en kollega. Derudover er det også blevet for nemt for nogle at afbryde fx samtaler, da der ikke længere er fysiske grænser, der kan få folk til at vente, til det bliver ens egen tur...

Generelt tilfreds. For højt støjniveau og for lidt hensyntagen og omtanke fra kolleger.

Generelt er jeg tilfreds, men der mangler støj skærme. Der kan i peioder være problemer med støj fra kollegaer Vi sidder 16-20 peroner i sammae lokale, hvor der ikke er rumdeling som er højere end 80 cm



# Andet

**Er der andet, positivt eller negativt, som du ønsker at fremhæve eller blot gerne vil nævne, kan du skrive det her:**

Nedfaldsvinduer i kantinen giver anledning til utryghed. Meget støj fra kantinen omkring måltiderne.

Der er en del støj fra kollegaer og telefoner. Der sker ganske vist megen spontan videndeling, men også mange forstyrrelser. Jeg står/sidder ved nordvendt panoramavindue, men formidabel udsigt og meget behageligt og jævnt lysindfald. Derfor ingen erfaring med sollysindfald eller behov for afblænding. Temperaturen kan svinge meget, særligt hvis udetemperatur er over 20.gr. Spjældene lukker pludselig og der kommer ingen frisk luft. Der er ikke mulighed for at åbne et vindue, men jeg har aldrig oplevet træk. Der bliver gjort fint rent, under de givne omstændigheder (inventar, kabler, ryddede borde). Loftlys er altid tændt, men styret af sensorer. Godt og jævnt lys. Jeg har kun meget sjældent brug for arbejdslampen. Der kunne være sparet mange klik, ved at have flere spørgsmål på hver side.

Positivt at der på trods af, at vi sidder 20 personer sammen, ikke er generende støj fra kolleger.

En lang indkøringsperiode og manglende interesse fra ansvarlige personer for at udbedre fejl og mangler.

Flotte nye lokaler

Der er manglende opfølgning på fejl og mangler. De der har ansvaret for at styre teknikken har ikke tilstrækkeligt opsyn med det og ser hvad der sker.

Heldigt at vi har undgået personskade med de mange nedfaldne ruder inde i bygningen... Alt er nyt og fint, vi mangler ikke noget, andet end lidt privatliv i de små grupper vi arbejder i. Storrums kontorer er ikke vejen frem, hvis der skal bestilles noget. Det ved vi jo fra de mange undersøgelser. Koncentrationen falder stærkt som dagen går.

Huset er flot og kantinen er lækker (ikke kun maden) - og oplevelsen ved at være i kantinen er god og hyggelig. Underligt, at man har lavet WC'er til H og D.

Med et stigende antal telefonmøder stiger støjniveauet markant.

Mulighed for koncentration og fordybelse ved arbejdspladsen ikke optimal p.g.a. lyde/støj fra kollegaer

Generelt er det en god bygning. Men der er meget støj og uro. Vi kom mere hinanden "ved" i det kontormiljø vi kom fra. Det er en dejlig lys bygning men ikke lys nok ved de individuelle arbejdspladser, når man skal sidde og læse i længere tid.

Når nu, vi skal sidde i åbne rum, mener jeg, det kan være sund fornuft at bryde rummet et par gange af fx lidt højere reoler, så eventuelle støjgener formindskes. Der er i bund og grund ingen grund til, at vi kan høre telefonsamtalen nede i den anden ende af rummet. Derudover er jeg også overbevist om, at det vil skabe mere ro, at rummet bliver brudt. Både profiltypemæssigt, fysisk og synsmæssigt.

## Diskussion og konklusioner

Generelt er der opnået en pæn høj svarprocent sammenlignet med tilsvarende spørgeskemaundersøgelser. Det vurderes at det hovedsageligt skyldes engagement fra både virksomhed og medarbejderes side, men muligheden for at erhverve sig en vingave kan også have haft betydning.

Det specielle ved denne spørgeskemaundersøgelse i forhold til de fleste andre undersøgelser i kontormiljøer er at denne er todelt, med en undersøgelse før og efter en flytning til en ny kontorbygning.

Medarbejderne er flyttet fra flere mindre til færre større kontormiljøer, hvor ingen har sit eget kontor. Blandt de medarbejdere der før flytningen delte kontor med andre, var der ifølge dem selv før flytningen i gennemsnit 11 medarbejdere i kontoret (varierende fra 2 til 20) og efter flytningen i gennemsnit 35 i deres nye kontor (varierende fra 3 til 80). Indretningen af kontormiljøerne i den nye kontorbygning giver mulighed for nogen grad af personlig fortolkning, da det ikke er helt tydeligt, pga. løse vægge, at fastlægge hvor kontorrummet afgrænses.

### Forventninger og opfyldelse af forventninger

Inden flytningen var der store forventninger blandt medarbejderne til den nye kontorbygning. Hele 93% af medarbejderne gav udtryk for at de glædede sig til at flytte til det nye hus.

Der var generelt forventninger til bedre fysiske omgivelser. 73% forventede at temperaturforholdene blev bedre, 53% forventede at trækforholdene blev bedre, 70% forventede at luftkvaliteten blev bedre, 50% forventede at forhold vedrørende støv og snavs blev bedre, 60% forventede at belysningsforholdene blev bedre, 68% forventede at dagslysforholdene blev bedre, 84% forventede en bedre udsigt, 40% forventede mindre lyd og støj udefra og 57% forventede bedre forhold med hensyn til solafskærmning. Der var ikke forventningerne om bedre forhold med hensyn til lyd og støj fra kolleger og lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc., samt muligheden for at lufte ud.

Efter flytning til den nye kontorbygning blev medarbejderne spurgt i hvilken grad de samme forhold var blevet bedre eller dårligere. For alle parametre var der både medarbejdere der fandt at forholdene var blevet bedre og dårligere. Forholdet mellem hvor mange der fandt at forholdene var blevet bedre og dårligere (% bedre/% dårligere) kan bruges som et mål for om det generelt er blevet bedre. For følgende forhold var der en klar overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet bedre efter flytningen: Udsigten (71%/11%), Dagslyset (62%/10%), Belysningen (den elektriske) (53%/8%), Lyd og støj udefra (43%/8%). For følgende forhold var der en mindre overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet bedre efter flytningen: Luftkvalitet (53%/23%), Temperatur (45%/28%), Træk (34%/18%), Støv og snavs (35%/5%). For Solafskærmningen var der kun en lille overvægt der fandt det var blevet bedre (43%/32%). For følgende forhold var der en klar overvægt af medarbejdere der fandt at det var blevet dårligere efter flytningen: Muligheden for at lufte ud (8%/72%), Lyd og støj fra kolleger (13%/62%), Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. (17%/41%).

Medarbejdernes overordnede forventninger må siges at være opfyldt langt hen ad vejen. På det brede spørgsmål "Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger?" svarede 89% ja (36% Ja, i høj grad og 53% Ja, i mindre grad). På det andet brede spørgsmål "Alt i alt, hvor tilfreds er du med de fysiske rammer i dit nye kontor?" svarede 79% at de var tilfredse (23% Meget tilfredse og 56% Tilfredse). I forbindelse med de to spørgsmål var der mulighed for at komme med uddybende kommentarer. Der var positive kommentarer om bygning og lokaler, lysforhold og udsyn/udsigt.

Men flere gav udtryk for at der stadig er plads til forbedringer, ikke mindst når det gælder støj fra medarbejdere og installationer. Der blev givet forslag til forbedringer ved at medarbejdere udviser mere hensyn og benytter stillerum og mødelokaler. En foreslår at bryde rummet af fx lidt højere reoler, så eventuelle støjgener fra kolleger der sidder langt væk mindskes. Der ønskes også forbedringer mht. solafskærmning så man selv kan styre den og så den ikke bevæger sig så tit og tilsyneladende ulogisk. Ventilation nævnes også og i den forbindelse dårlig luft/lugt, for høje og lave temperaturer og træk. Nogle få udtrykker også ønske om bedre lysstyring.

### **Tekniske installationer i den nye kontorbygning**

En betydelig del af medarbejderne har personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i sommerperioden (65%) og vinterperioden (38%). For sommerperioden bliver der nævnt problemer med ventilationsanlæg, vinduer der åbner og lukker og solafskærmning. Det resulterer i oplevelser af dårlig luft/lugt, for høje temperaturer, træk og støj fra tekniske installationer. For vinterperioden bliver der nævnt problemer med ventilationsanlæg og solafskærmning. Det resulterer i oplevelser af dårlig luft/lugt, for høje og lave temperaturer, træk og støj fra tekniske installationer.

### **Indeklima**

Der blev spurgt ind til hvad medarbejderne mente om indeklimaet i forhold til de syv parametre Temperaturen, Træk, Luftkvaliteten, Støv og snavs, Lyset, Lyd og støj fra kolleger og Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.. Der blev benyttet en 5 punktskala gående fra Meget Utilfreds (1) til Meget Tilfreds (5) for de syv parametre.

Før flytningen varierer gennemsnitsværdien på 5-punktskalaen for de syv parametre fra 3,2 (Lyd og støj fra kolleger) til 3,7 (Lyset). Der udtrykkes således relativt mindst tilfredshed med Lyd og støj fra kolleger og mest tilfredshed med Lyset. Gennemsnittet af de syv parametre er 3,4.

Efter flytningen varierer gennemsnitsværdien på 5-punktskalaen for de syv parametre lidt mere, nemlig fra 2,9 (Lyd og støj fra kolleger) til 3,9 (Støv og snavs). Der udtrykkes således relativt mindst tilfredshed med Lyd og støj fra kolleger og mest tilfredshed med Støv og snavs. Gennemsnittet af de syv parametre er 3,3.

Hvis gennemsnittet af de syv parametre tages som et udtryk for "det samlede" indeklima kan der ikke ses nogen forskel mellem før og efter flytningen, men der er både forhold der er blevet bedre og dårligere.

Ud fra hvor mange procent af medarbejderne der er tilfredse og utilfredse med hver af de syv parametre kan de rangordnes med den bedste parameter først. Før flytningen: Lyset, Træk, Temperaturen, Støv og snavs, Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc., Luftkvaliteten, Lyd og støj fra kolleger. Efter flytningen: Støv og snavs, Lyset, Træk, Luftkvaliteten, Temperaturen, Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc., Lyd og støj fra kolleger.

Der er sket en klar forbedring med hensyn til parameteren Støv og snavs, mens forholdene Træk, Luftkvalitet og Lyset er nogenlunde uforandret. Tilfredsheden med Lyd og støj fra kolleger og Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc. og Temperaturen er faldet.

Undersøgelsen bekræfter således hvad der er vist i andre og større undersøgelser, nemlig at det er forbundet med udfordringer at tilvejebringe gode indeklimaforhold i åbne kontormiljøer. Foruden de direkte gener, tyder svarene omkring kontrol, se nedenfor, også på, at utilfredsheden hænger sammen med, at den enkelte har ringere mulighed for at tilpasse indeklimaet til sine egne behov, når vedkommende sidder i storrums kontor.

## Kontrol

Før flytningen oplevede mellem 31% og 40% af medarbejderne at de "slet ikke" havde kontrol over Temperaturen, Ventilation og udluftning, Solafskærmning og Belysning (i loftet). Dette tal er steget til mellem 85% og 91% efter flytningen. Medarbejderne oplever altså at have betydelig mindre kontrol efter flytningen. På spørgsmålet om de gerne ville have mere kontrol svarede mellem 78% (Ventilation og udluftning) og 56% (Belysning) bekræftende. Dette er i overensstemmelse med at lyset er den af de undersøgte indeklimaparametre der er mest tilfredshed med. At mellem 17% og 39% "slet ikke" ønske mere kontrol må være et udtryk for tilfredshed med forholdene som de er blandt disse medarbejdere.

Større undersøgelser har dokumenteret en positiv effekt af at medarbejdere oplever kontrol af indeklimaparametre. Hvis muligheden for reel og oplevet kontrol derfor bliver øget til et niveau som det var hensigten fra starten af byggeprojektet, vurderes det at det vil have en positiv effekt på det oplevede indeklima.

## Vinduer og udsigt

En af vinduets vigtige funktioner er, at skabe udsyn til omgivelserne i det fri.

Vinduesstørrelsen i den nye kontorbygning vurderes som "tilpas" af hele 95% af medarbejderne, mod 87% i de tidligere bygninger. Medarbejderne er betydeligt mere tilfredse med udsigten (81% mod 41%), mere tilfredse med størrelsen af vinduerne (86% mod 74%) og mere utilfredse med muligheden for udluftning (43% mod 17%). Der er samme tilfredshed (83%) med placeringen af arbejdsplads før og efter flytningen.

Den større tilfredshed med udsigten i den nye bygning må tilskrives at der i højere grad er udsigt til naturlandskab, gårdmiljø, himmel, træer og beplantning og mindre udsigt til høje og lave bygninger, trafik. Der er mere udsigt til industri men det modsvares tilsyneladende af de andre forhold.

## Direkte sollys

Omkring halvdelen af alle medarbejderne oplevede tidspunkter på dagen, hvor der kom direkte sollys ind ved deres arbejdsplads både før og efter flytningen. I den nye kontorbygning har langt de fleste af disse (79 %) vinduer mod syd. Af de som har direkte sollys er der 16% som det ikke generer, mens 28% ofte eller altid er generet efter flytningen mod 8% før flytningen. Resten generes kun af og til. Når der er direkte sollys på medarbejdernes arbejdsplads er; lidt færre generet af varme fra solen efter flytningen, lidt flere generet af direkte sollys ved arbejdspladsen. Reflekser i edb-skærm fra direkte sollys giver større gener efter flytning.

## Solafskærmning

I den nye kontorbygning er der indført automatisk solafskærmning i modsætning til før flytningen og det ved medarbejderne. I direkte sollys oplever de at den automatiske solafskærmning reguleres ofte (48%) eller altid (29%) mens det sker sjældnere når der ikke er direkte sollys. Af kommentarerne fremgår det ligeledes at flere oplever gener ved solafskærmningen. 94% af medarbejderne angiver at de ikke har mulighed for manuelt at ændre på den automatiske solafskærmning, selv om det havde været meningen fra starten. Implementeringen af den individuelle styring trak imidlertid ud. En årsag var, at det var EnergiMidt's egen IT-afdeling, der skulle udarbejde og idriftsætte den portal-løsning der skulle anvendes. Denne opgave blev dog som følge af generel travlhed og indpasning af forskellige andre nye systemer nedprioriteret. En lære heraf kan derfor være, at det kan være fordelagtigt at en opgave som denne indeholdes i byggeprojektet, da den derfor vil blive tildelt større fokus og resourcer.

Før flytningen havde langt hovedparten af medarbejdere i direkte sollys mulighed for at benytte gardiner. De blev brugt flittigt (ofte eller altid) af 59% i direkte sollys. Denne mulighed var ikke tilstede efter flytningen. Dette afspejles i at flere er utilfredse (57%) med sine muligheder for at kunne afskærme for solen efter flytningen i forhold til før flytningen (3%). Blandt de utilfredse angives følgende årsager til utilfredsheden: Den automatiske styring er generende, ikke mulig at betjene og solafskærmningen støjer.

### **Dagslys**

Der er stor tilfredshed (87%) med både dagslyset i kontoret generelt og ved arbejdspladserne i den nye kontorbygning. I de gamle kontorbygninger var tilfredsheden lavere med både dagslyset i kontoret generelt (69%) og ved arbejdspladserne (73%).

Medarbejderne vurderede at dagslysniveauet ved deres arbejdspladser i højere grad er "tilpas" i den nye kontorbygning end i de gamle bygninger. 95% (mod 77%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om foråret/efteråret, 89% (mod 75%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om sommer og 86% (mod 58%) vurderer at dagslysniveauet er tilpas om vinteren.

Medarbejderne oplevede kun i begrænset omfang generende reflekser i deres edb-skærme på grund af lyset fra vinduet. Før flytningen angav hele 100% at lyset aldrig eller af og til gav reflekser mod 92% efter flytningen. Der var ligeledes kun i begrænset omfang oplevelser af blænding på grund af lyset fra vinduet. Før flytningen angav hele 99% at lyset aldrig eller af og til gav anledning til blænding mod 95% efter flytningen.

### **Elektrisk belysning**

En effektiv reduktion af elforbruget til belysningen forudsætter, at lyset slukkes, når der ikke er behov for det.

Medarbejdende blev bedt om at angive, hvor ofte de arbejder ved dagslys alene, dvs. uden at tænde den kunstige belysning. Generelt er belysningen tændt uanset tid på året, lidt mindre i den nye kontorbygning. Her angav 85% at de aldrig arbejder med dagslys alene om vinteren, om forår/efterår arbejder 73% aldrig med dagslys alene, mens 62% aldrig arbejder med dagslys alene om sommeren.

I undersøgelsen blev medarbejderne bedt om at angive, hvor ofte loftsbelysningen er tændt i arbejdstiden på de forskellige årstider. Loftsbelysningen er ikke tændt helt så meget i den nye kontorbygning som i de gamle bygninger og der er en tydelig forskel i vurderingen af anvendelsen af loftsbelysningen på de forskellige årstider. I den nye bygning er loftsbelysningen tændt altid eller ofte i 94% af tiden om vinteren, i 92% af tiden forår/efterår og i 77% af tiden om sommeren. Det viser at belysningen er tændt ofte, selv på tidspunkter af året hvor der normalt burde være tilstrækkelig med dagslys. Der er således tale om en ikke uvæsentlig besparelsesmulighed, som burde kunne realiseres, såfremt belysningen zoneopdeles og reguleres efter dagslysfaldet.

Medarbejderne angiver at 24% har en eller flere arbejdslamper mens 76% ikke har en arbejdslampe. Blandt de få medarbejdere der har en eller flere arbejdslamper er 63% tilfredse og kun 6% utilfredse i den nye kontorbygning. Medarbejderne blev bedt om at angive, hvor ofte de tænder én eller flere arbejdslamper på de forskellige årstider. Arbejdslamperne er ikke tændt helt så meget i den nye kontorbygning som i de gamle bygninger og der er en tydelig forskel i hvor ofte de er tændt på de forskellige årstider. Arbejdslamperne er tændt mindre end loftsbelysningen. I den nye bygning er arbejdslamperne tændt altid eller ofte i 44% af tiden om vinteren, i 31% af tiden forår/efterår og i 24% af tiden om sommeren. Det burde overvejes om større anvendelse af arbejdslamper ville kunne reducere behovet for loftsbelysning og dermed reducere elforbruget.

Generelt var der tilfredshed med den elektriske belysning i kontorerne, lidt større tilfredshed i den nye kontorbygning, hvor 83 % angiver, at de er tilfredse eller meget tilfredse med belysningen generelt i kontoret og 77% angiver, at de er tilfredse eller meget tilfredse med loftsbelysningen ved deres arbejdsplads.

Den forholdsvis store tilfredshed med belysningen i kontoret bør ses i sammenhæng med, hvordan medarbejderne vurderer belysningsniveauet fra den elektriske belysning alene. Hele 91% finder belysningsniveauet tilpas i kontoret som helhed (både før og efter flytning) og 73% og 85% finder at arbejdsbelysningen er tilpas før og efter flytningen, mens 15 %, finder niveauet for lavt som arbejdsbelysning i den nye bygning. Hertil kommer at hele 97% angiver at den elektriske belysning aldrig giver generende reflekser i edb-skærmene eller er anledning til blænding i den nye kontorbygning. Det er lidt bedre end før flytningen.

I den nye kontorbygning er lyset styret automatisk i modsætning til de gamle kontorbygninger hvor der ikke var automatisk styring af lyset. 72% af medarbejderne angiver at være tilfredse eller meget tilfredse med at lyset reguleres automatisk. Kun 6% (4 personer) angiver at være utilfredse. 3 personer angiver at lyset slukker i utide og 2 personer at der er for lidt lys.

## Anbefalinger

Ovenstående svar og konklusioner fra spørgeskemaundersøgelsen er specifikke for EnergiMidt's kontorbygning, men de vurderes at være relevante at tage i betragtning ved lavenergibyggeri mere generelt. I det følgende uddrages nogle anbefalinger omkring hvad der bør fokuseres på for at opnå en høj grad af brugertilfredshed i kontorbygninger med lavt energiforbrug.

Det er muligt at etablere kontorbyggeri med et lavt energiforbrug, som langt hen ad vejen lever op til bygningsbrugernes forventninger. Der er dog plads til forbedringer på en række områder og for at opnå en højere grad af brugertilfredshed, anbefales det at fokusere på følgende:

- Tekniske installationer bør virke fra dag ét for at opfylde medarbejdernes forventninger.
- For at mindske støjgener er medarbejdere nødt til at udvise hensyn og bl.a. benytte stillerum og mødelokaler når de skal benytte telefoner eller har samtaler. Anvendelsen af højere reoler på strategiske steder vil kunne mindske støjgener fra kolleger man alligevel ikke arbejder tæt sammen med.
- For at afhjælpe det tab af personlig kontrol der følger af at arbejde i et storrumskontor, bør der i et vist omfang være muligheder for at medarbejderne personligt kan styre parametre som solindfald, elektrisk belysning og temperatur.
- Solindfaldet bør kunne styres af den enkelte medarbejder ved en form for solafskærmning. Hvis den styres automatisk bør den ikke bevæger sig for tit og tilsyneladende ulogisk og det bør ikke være forbundet med støjgener når den bevæger sig.

Ud fra resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen og praktiske erfaringer i bygningen i øvrigt kan der opstilles en række yderligere anbefalinger:

- Vær bevidst om, at introduktion af ny teknologi skaber en høj grad af forventning blandt medarbejderne.
- Vær opmærksom på, at indkøring af ny teknologi typisk er langstrakt og udfordrende. Det er vigtigt, at medarbejderne fra starten gøres opmærksom på dette forhold, og selv om de er blevet det – som i dette tilfælde – giver det alligevel anledning til forundring og en vis grad af utilfredshed, når noget ikke virker hensigtsmæssigt.
- Vær forberedt på, at uforudsete hændelser kan ske og medføre forsinkelser. I dette tilfælde gav nedfald af vinduer fra det panoptiske rum anledning til utryghed, og har bevirket, at

reguleringen af den naturlige ventilation er sat ud af drift indtil en endelig løsning på problemet er fundet.

- Overvej nøje, om en given opgave skal løses internt eller eksternt. Sørg for at der allokeres den nødvendige tid til de interne medarbejdere, som måtte have til opgave at implementere den nye teknologi. Efterhånden som dagligdagen tager over, presser andre opgaver sig på, hvilket kan medføre at de øvrige medarbejdere får en opfattelse af, at der ikke tages seriøst hånd om de u hensigtsmæssigheder, de oplever.
- Sørg for, at så meget som muligt er på plads fra dag 1 efter indflytning i ny kontorbygning. En del af den utilfredshed, der er rapporteret i spørgeskemaundersøgelsen, kunne have været undgået, hvis systemet til individuel styring af solafskærmningen havde fungeret efter hensigten. At denne løsning efter 1,5 år stadig ikke er udrullet er ikke hensigtsmæssigt.
- Det er vigtigt at have en bevidst strategi for, hvilke indeklima-parametre, der skal kunne ændres af brugerne og hvilke, der styres centralt. Hvis det i implementeringsfasen besluttet at ændre i strategien, skal dette tydeligt kommunikeres ud til medarbejderne for at afstemme forventningerne.
- I de tilfælde, hvor medarbejderne ikke tidligere har siddet i storrumskontorer, er det meget betydningsfuldt at der fra ledelsens side fokuseres på de udfordringer, dette giver. Hos EnergiMidt har man således brugt tid på at drøfte fælles spilleregler for, hvorledes man optræder overfor hinanden i et sådan miljø, og det anbefales eksempelvis at:
  - Sætte telefoner på lydløs
  - Brug stillerum til uformelle møder frem for at stå ved din arbejdsplads – og derved forstyrre de omkringsiddende kolleger.
  - Tænk over, hvad du "forstyrre" dine kolleger med.
  - Sidder du det rigtige sted i forhold til den opgave, du arbejder med? Ville det evt. være mere hensigtsmæssigt at sidde i et stillerum eller tage en hjemmearbejdsdag (for de medarbejdere, der har mulighed for dette).
- Man skal have forståelse for og forsøge at indrette sig efter det faktum, at mennesker er forskellige: På trods af det arbejde, der er gjort i forhold til storrumskontorer, angiver en hel del stadig, at de føler sig forstyrret af støj fra kollegaer.
- Vær opmærksom på, at små ændringer – som måske endda kan være omkostningsfrie - nogle gange kan gøre en stor forskel. I spørgeskemaundersøgelsen ses en del klager over støj fra kantinen i frokostpausen – der grundet de mange medarbejdere strækker sig over 1,5 time. Ifald ventilationsruderne i det panoptiske rum var tvangslukkede hovedparten af dette tidsrum, kunne denne støjkilde elimineres betydeligt.

## **Appendix 1**

### **Spørgeskemaundersøgelse 1, juni 2010**

#### **Spørgeskemaet**

På de følgende sider ses en uredigeret eksporteret version af spørgeskemaet som den fremkommer ved anvendelse af SurveyXact. Det viste layoutet af spørgeskemaet er ikke identisk med layoutet som respondenterne besvarede direkte på [www](#). Teksten svarer til det som respondenterne blev præsenteret for på [www](#).



**Kære medarbejder,**

Denne undersøgelse har fokus på det fysiske indeklima, herunder primært belysning og vinduer. Til orientering er der ingen spørgsmål om det psykiske arbejdsmiljø.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger. Du kan, hvis ønsket, besvare skemaet ad flere omgange, idet dine svar bliver gemt automatisk. Du skal klikke dig hen til det sted hvor du var når du afsluttet. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.



Eventuelt spørgsmål kan stilles til Jens Christoffersen, Projektleder, Direkte 9940 2389, Mobil 2944 4973 eller på e-mail: [jsc@sbi.dk](mailto:jsc@sbi.dk)

Blandt alle personer, som udfylder spørgeskemaet trækkes der lod om 3 x 3 flasker god vin.

På forhånd tak for hjælpen.

Jens Christoffersen  
Statens Byggeforskningsinstitut  
(SBI), Aalborg Universitet

### **Generelt om kontoret, du arbejder i.**

Der skelnes mellem kontoret som helhed (hele rummet) og din arbejdsplads eller dit arbejdsområde i rummet (de nærmeste omgivelser).

Arbejdspladsen eller arbejdsområdet er altså det sted, hvor du primært opholder dig, når du udfører dit daglige arbejde, fx PC arbejde.

**Hvor længe har du arbejdet i det nuværende kontor ?**

\_\_\_\_\_

**Hvor mange timer om ugen er du normalt i kontoret ?**

\_\_\_\_\_

Vi vil gerne vide hvordan en typisk arbejdsdag fordeler sig på forskellige arbejdsopaver. Du bedes angive hvor mange timer du ca. benytter til følgende opgaver:

Hvis Ja, skriv antal timer per  
dag (fx 2,5)

	Ja	Nej	
Arbejde ved PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Arbejde ved skrivebord, fx læse, skrive	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til telefon	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til møder "i huset"	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til uformelle møder, samarbejde, videndeling	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til arbejde ude af huset (hjemme, møder "ude af huset" m.m.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til andet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____

**Deler du kontor med andre ?**

- (2)  Nej
- (1)  Ja, hvor mange er I i alt \_\_\_\_\_

**Sidder du ved det samme sted, når du arbejder?**

- (1)  Af og til
- (2)  Ofte
- (3)  Altid

### Hvor langt væk fra vinduet opholder du dig, når du sidder og arbejder:

	Mindre end 4 meter fra vinduet	Mere end 4 meter fra vinduet
Ved et skrivebord	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>
Ved en PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>

### Når du ser op, hvad er hovedsagelig din synsretning

*Afkryds gerne flere*

	Mod Vindue	Mod en væg, skærmvæg eller lave reoler	Ud i kontoret
Ved et skrivebord	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Ved en PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

### Angiv hvor tilfreds eller utilfreds du er med indeklimaet ved din arbejdsplads:

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Temperaturforhold	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Træk	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Luftkvalitet	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Forhold vedrørende støv og snavs	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Belysningsforhold	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Lyd og støj fra kolleger	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Hvor meget kontrol har du over følgende forhold i dit kontor:

	Slet ikke	I mindre grad	I nogen grad	I høj grad	Ikke relevant / Ved ikke
Temperatur	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Ventilation og udluftning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Solafskærmning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Belysning (loft)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

## Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i.

I denne del bliver du spurgt om, hvordan du oplever forskellige forhold i forbindelse med vinduerne i dit kontor.

Synes du vinduet (eller vinduerne) ved din arbejdsplads er:

- (1)  For små
- (2)  Tilpas
- (3)  For store

**Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med følgende forhold i forbindelse med vinduet (eller vinduerne) ved din arbejdsplads:**

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Udsigten gennem vindue(r)	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Udluftningsmuligheden	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Størrelsen af vinduet (eller vinduerne)	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Placering af arbejdsplads i forhold til vindue(r)	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

**Hvad lægger du især mærke til, når du ser ud ?**

- (1)  Naturlandskab
- (2)  Høje bygninger
- (3)  Trafik
- (4)  Gårdmiljø
- (5)  Himmel
- (6)  Lave bygninger
- (7)  Parkeringsplads
- (8)  Vand
- (9)  Træer og beplantning
- (10)  Glasdækket gård/atrium
- (11)  Industri
- (12)  Andet: \_\_\_\_\_

## Direkte sollys i kontoret, du arbejder i.

Spørgsmålene vil koncentrere sig om *direkte sollys* i dit kontor og på din arbejdsplads. *Direkte sollys* er det lys, der kommer ind gennem vinduet, alene fra solen.

**Er der tidspunkter på dagen, hvor der kommer direkte sollys ind ved din arbejdsplads ?**

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

**Hvilken orientering har dit vindue(r)?**

- (1)  Nord
- (2)  Øst, jeg har sol om formiddagen
- (3)  Syd, jeg har sol midt på dagen
- (4)  Vest, jeg har sol om eftermiddagen

**Hvor hyppigt er du generet af direkte sollys ved din arbejdsplads ?**

- (1)  Aldrig
- (2)  Af og til
- (3)  Ofte
- (4)  Altid (når solen skinner)

**Angiv i hvilken grad du er generet, når der er direkte sollys ved din arbejdsplads:**

	<b>Ikke generet</b>	<b>Lidt generet</b>	<b>Meget generet</b>
Generet af varme fra solen	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Generet af direkte sollys ved min arbejdsplads	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Generet af reflekser i min edb-skærm fra direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

**Er solafskærmningen i dit kontor styret automatisk?**

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

**Hvor hyppigt reguleres den automatiske afskærmningen:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
I direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Uden direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**Kan du manuelt ændre på din automatiske solafskærmning?**

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke



**Hvis der er en solafskærmning (inklusive gardiner), hvor hyppigt benytter du da afskærmningen:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
I direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Uden direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med dine muligheder for at kunne afskærme for solen ?**

- (5)  Meget tilfreds
- (4)  Tilfreds
- (3)  Hverken tilfreds eller utilfreds
- (2)  Utilfreds
- (1)  Meget utilfreds

**Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med solafskærmningen, hvad er årsagen ?**

- (1)  Afskærmer utilstrækkeligt for det direkte sollys
- (2)  Forhindrer udsyn
- (3)  Blænder, når solen skinner
- (4)  Farver lyset
- (5)  Ikke muligt at betjene
- (6)  Betjeningen er vanskelig
- (7)  Solafskærmningen støjer
- (8)  Den automatiske styring er generende
- (9)  Andet: \_\_\_\_\_

## Dagslys i kontoret og dagslyset ved din(e) arbejdsplads(er).

Spørgsmålene vil koncentrere sig om dagslys i dit kontor og ved din arbejdsplads. Vi refererer til dagslys som det lys fra vinduerne, der ikke er direkte sollys.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med dagslyset i kontoret generelt og ved din arbejdsplads

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Dagslyset generelt i kontoret	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Dagslyset ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Hvordan vurderer du dagslysniveauet ved din arbejdsplads:

	For lidt lys	Tilpas	For meget lys
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Om forår/efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

**Hvor ofte sker det, at du arbejder med dagslyset alene, uden at den elektriske belysning er tændt:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår/efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**Giver lyset fra vinduet:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
Generende reflekser i din edb-skærm	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Anledning til blænding	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

## Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er).

Spørgsmålene vil koncentrere sig om den elektriske belysning i dit kontor og ved din arbejdsplads.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med lyset fra den elektriske belysning i kontoret generelt og ved din arbejdsplads

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Belysningen generelt i kontoret	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Loftsbelysningen ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Arbejdslampen ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Hvor ofte er loftsbelysningen tændt:

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår / efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

Angiv antal arbejdslamper ved skrivebordet på din arbejdsplads?

(1)  Ingen

(2)  Skriv hvor mange: \_\_\_\_\_

**Hvor ofte tænder du én eller flere arbejdslamper:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår / efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**Hvordan vurderer du belysningsniveauet fra den elektriske belysning alene:**

	<b>For lidt lys</b>	<b>Tilpas</b>	<b>For meget lys</b>
I kontoret som helhed	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Som arbejdsbelysning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

**Giver den elektriske belysning:**

	<b>Aldrig</b>	<b>Af og til</b>	<b>Ofte</b>	<b>Altid</b>
Generende reflekser i din edb-skærm	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Anledning til blænding	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**Er lyset i dit kontor styret af automatik ?**

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

**I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med, at lyset reguleres automatisk?**

- (5)  Meget tilfreds
- (4)  Tilfreds
- (3)  Hverken tilfreds eller utilfreds
- (2)  Utilfreds
- (1)  Meget utilfreds

**Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med lysets regulering, hvad er årsagen?**

- (1)  Lyset slukker i utide
- (2)  Lyset slukker og jeg kan ikke tænde lyset igen
- (3)  Lyset er tændt, selvom jeg ikke har behov for det
- (4)  Der er for lidt lys
- (5)  Betjeningen af automatikken er for kompliceret
- (6)  Dæmpning af lyset virker generende
- (7)  Lysreguleringen støjer
- (8)  Andet: \_\_\_\_\_

## **Forventninger til det nye kontorbygning.**

I de næste spørgsmål ønsker vi at høre hvilke forventninger du har til at flytte til Jeres nye kontorbygning.

**Glæder du dig til at flytte til det nye hus**

- (1)  Ja, i høj grad
- (2)  Ja, i mindre grad
- (3)  Nej
- (4)  Ved ikke

I hvilken grad tror du følgende forhold kan blive bedre eller dårligere i det nye hus?

	Meget bedre	Noget bedre	Uændret	Noget dårligere	Meget dårligere
Temperaturforhold	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Træk	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Luftkvalitet	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Forhold vedrørende støv og snavs	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Belysningsforhold	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Dagslysforhold	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Udsigt	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra kolleger	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj udenfra	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Mulighed for at lufte ud	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Solafskærmning	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

## Personlige oplysninger

### Er du

(1)  Mand

(2)  Kvinde

### Alder?

\_\_\_\_\_

**Hvilken af de følgende arbejdsfunktioner svarer bedst til din arbejdsprofil?**

- (1)  Ledende funktion (direktion, afdelingschef)
- (2)  Fagansvarlig, gruppeleder, etc.
- (3)  Sekretær funktion
- (4)  Kundeservicering (omstilling, support af kunder (telefon/skrank), inkasso etc.)
- (5)  Administrativ funktion (budget/regnskab, HR etc.)
- (6)  Projektledelse (projektledelse og –koordinering)
- (7)  Forretningsudvikling (udvikling af - og opfølgning på - nye forretningsområder)
- (8)  Teknisk funktion (opmåling, projektering, ledningsregistrering etc.)
- (9)  Ekstern funktion (energirådgivning, kvalitetssikring, salg til - og rådgivning af - kunder)
- (10)  Produktudvikling (produktmanagement, produktudvikling etc.)
- (11)  Intern support (IT, pedel, kantinedrift etc.)
- (12)  Logistik (lager- og bygningsdrift)
- (13)  Andet: \_\_\_\_\_

Tak for din deltagelse i undersøgelsen. Din besvarelse er nu gemt og du kan derfor lukke din browser.

Du er nå med lodtrækning om 3 x 3 flasker god vin.

Med venlig hilsen  
Jens Christoffersen



## **Appendix 2**

### **Spørgeskemaundersøgelse 2, september-oktober 2011**

#### **Spørgeskemaet**

På de følgende sider ses en uredigeret eksporteret version af spørgeskemaet som den fremkommer ved anvendelse af SurveyXact. Det viste layoutet af spørgeskemaet er ikke identisk med layoutet som respondenterne besvarede direkte på [www](#). Teksten svarer til det som respondenterne blev præsenteret for på [www](#).

## **Kære medarbejder hos EnergiMidt,**

Først tak fordi du udfyldte spørgeskemaet i juni sidste år inden du flyttede til jeres nye bygning. Det er vi meget glade for og håber at du vil hjælpe os igen ved også at udfylde dette spørgeskema. Det er meget vigtigt for undersøgelsen, at vi får besvarelser fra de samme personer i denne omgang.

Lige som sidst er der fokus på det fysiske indeklima, herunder primært belysning og vinduer.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger. Du kan, hvis du ønsker det, besvare skemaet ad flere omgange, idet dine svar bliver gemt automatisk. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.

Hvis du svarer senest d. 7. oktober 2011, vil du få en flaske god vin.



**På forhånd tak for hjælpen**

Eventuelle spørgsmål kan rettes  
til undertegnede.

Med venlig hilsen  
Henrik

Henrik N. Knudsen, Ph.d.,  
Seniorforsker  
tlf. 9940 2394, mb. 2662 2128,  
e-mail: hnk@sbi.dk  
Statens Byggeforskningsinstitut  
(SBI)/Aalborg Universitet

## **Generelt om kontoret, du arbejder i.**

Der skelnes mellem kontoret som helhed (hele rummet) og din arbejdsplads eller dit arbejdsområde i rummet (de nærmeste omgivelser).

Arbejdspladsen eller arbejdsområdet er altså det sted, hvor du primært opholder dig, når du udfører dit daglige arbejde, fx PC arbejde.

Hvor længe har du arbejdet i den nye kontorbygning?

—

Hvor mange timer om ugen er du normalt i kontoret?

\_\_\_\_\_

Hvordan fordeler en typisk arbejdsuge sig på forskellige arbejdsopgaver? Du bedes angive hvilke arbejdsopgaver du har og hvor mange timer du ca. benytter på dem:

Angiv antal timer per uge (fx  
2,5 eller 0)

	Ja	Nej	
Arbejde ved PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Arbejde ved skrivebord, fx læse, skrive	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Taler i telefon	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til møde "i huset"	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Til uformelle møder, samarbejde, videndeling	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Arbejder ude af huset (hjemme, møder "ude af huset" m.m.	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____
Andet	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	_____

### Deler du kontor med andre?

- (2)  Nej
- (1)  Ja, hvor mange personer er I i alt \_\_\_\_\_

### Sidder du ved det samme sted, når du arbejder?

- (1)  Af og til
- (2)  Ofte
- (3)  Altid

### Hvor langt væk fra vinduet opholder du dig, når du sidder og arbejder?

	Mindre end 2,5 meter fra vinduet	Mere end 2,5 meter fra vinduet
Ved et skrivebord	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>
Ved en PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>

### Når du ser op, hvad er hovedsagelig din synsretning?

*Afkryds gerne flere*

	Mod Vindue	Mod en væg, skærmvæg eller lave reoler	Ud i kontoret
Ved et skrivebord	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Ved en PC	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

**Angiv hvor tilfreds eller utilfreds du er med indeklimaet ved din arbejdsplads i forhold til følgende forhold:**

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Temperaturen	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Træk	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Luftkvaliteten	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Støv og snavs	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyset	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra kolleger	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

**Hvor meget kontrol har du over følgende forhold i dit kontor?**

	Slet ikke	I mindre grad	I nogen grad	I høj grad	Ikke relevant / Ved ikke
Temperaturen	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Ventilation og udluftning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Solafskærmning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Belysningen (i loftet)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

### Ville du gerne have mere kontrol over følgende forhold i dit kontor?

	Slet ikke	I mindre grad	I nogen grad	I høj grad	Ikke relevant / Ved ikke
Temperaturen	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Ventilation og udluftning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Solafskærmning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>
Belysningen (i loftet)	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(5) <input type="checkbox"/>

## Vinduer og udsigt i kontoret, du arbejder i.

Denne del handler om, hvordan du oplever forskellige forhold i forbindelse med vinduerne i dit kontor.

### Synes du vinduerne ved din arbejdsplads er?

- (1)  For små
- (2)  Tilpas
- (3)  For store

### Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med følgende forhold i forbindelse med vinduerne ved din arbejdsplads:

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Udsigten gennem vinduerne	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Muligheden for udluftning	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Størrelsen af vinduerne	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Placering af arbejdsplads i forhold til vinduerne	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

### Hvad lægger du især mærke til, når du ser ud?

- (1)  Naturlandskab
- (2)  Høje bygninger
- (3)  Trafik
- (4)  Gårdmiljø
- (5)  Himmel
- (6)  Lave bygninger
- (7)  Parkeringsplads
- (8)  Vand
- (9)  Træer og beplantning
- (10)  Glasdækket gård/atrium
- (11)  Industri
- (12)  Andet: \_\_\_\_\_

### Direkte sollys i kontoret, du arbejder i.

De næste spørgsmål handler om direkte sollys i dit kontor og på din arbejdsplads. *Direkte sollys* er det lys, der kommer ind gennem vinduet, alene fra solen.

### Er der tidspunkter på dagen, hvor der kommer direkte sollys ind ved din arbejdsplads?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke



### Hvilken orientering har dit/dine vindue(r)?

- (1)  Nord
- (2)  Øst, jeg har sol om formiddagen
- (3)  Syd, jeg har sol midt på dagen
- (4)  Vest, jeg har sol om eftermiddagen

### Hvor hyppigt er du generet af direkte sollys ved din arbejdsplads?

- (1)  Aldrig
- (2)  Af og til
- (3)  Ofte
- (4)  Altid (når solen skinner)

### Angiv i hvilken grad du er generet af nedenstående forhold, når der er direkte sollys ved din arbejdsplads:

	Ikke generet	Lidt generet	Meget generet
Varme fra solen	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Direkte sollys ved min arbejdsplads	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Reflekser i min edb-skærm fra direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

### Er solafskærmningen i dit kontor styret automatisk?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

### Hvor hyppigt reguleres den automatiske solafskærmning?

	Aldrig	Af og til	Ofte	Meget ofte
I direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Uden direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

### Har du mulighed for manuelt at ændre på den automatiske solafskærmning?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

### Hvis der er en solafskærmning (inklusive gardiner), hvor hyppigt benytter du da afskærmningen?

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
I direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Uden direkte sollys	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

### I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med dine muligheder for at kunne afskærme for solen?

Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

### Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med solafskærmningen, hvad er årsagen?

- (1)  Afskærmer utilstrækkeligt for det direkte sollys
- (2)  Forhindrer udsyn
- (3)  Blænder, når solen skinner
- (4)  Farver lyset
- (5)  Ikke muligt at betjene
- (6)  Betjeningen er vanskelig
- (7)  Solafskærmningen støjer
- (8)  Den automatiske styring er generende
- (9)  Andet: \_\_\_\_\_

## Dagslys i kontoret og dagslys ved din(e) arbejdsplads(er).

De næste spørgsmål handler om dagslys i dit kontor og ved din arbejdsplads. Dagslys er det lys fra vinduerne, der ikke er direkte sollys.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med dagslyset i kontoret generelt og ved din arbejdsplads

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Dagslyset generelt i kontoret	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Dagslyset ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

### Hvordan vurderer du dagslysniveauet ved din arbejdsplads?

	For lidt lys	Tilpas	For meget lys
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Om forår/efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

### Hvor ofte sker det, at du arbejder ved dagslyset alene, uden at den elektriske belysning er tændt?

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår/efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

### Giver lyset fra vinduet:

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Generende reflekser i din edb-skærm	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Anledning til blænding	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

## Elektrisk belysning i kontoret og ved din(e) arbejdsplads(er).

De næste spørgsmål handler om den elektriske belysning i dit kontor og ved din arbejdsplads.

Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med lyset fra den elektriske belysning i kontoret generelt og fra loftsbelysningen

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Belysningen generelt i kontoret	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Loftsbelysningen ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Hvor ofte er loftsbelysningen tændt i arbejdstiden?

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår / efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

Angiv antal arbejdslamper ved dit skrivebord?

- (1)  Ingen
- (2)  Skriv hvor mange: \_\_\_\_\_

### Angiv hvor tilfreds eller utilfreds, du er med lyset fra din arbejdslampe ved din arbejdsplads

	Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
Arbejdslampen ved min arbejdsplads	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

### Hvor ofte tænder du én eller flere arbejdslamper?

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Om vinteren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om forår / efterår	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Om sommeren	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

### Hvordan vurderer du belysningsniveauet fra den elektriske belysning alene?

	For lidt lys	Tilpas	For meget lys
I kontoret som helhed	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>
Som arbejdsbelysning	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>

### Giver den elektriske belysning:

	Aldrig	Af og til	Ofte	Altid
Generende reflekser i din edb-skærm	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Anledning til blænding	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

**Er lyset i dit kontor styret automatisk?**

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

**I hvilken grad er du tilfreds eller utilfreds med, at lyset reguleres automatisk?**

- (5)  Meget tilfreds
- (4)  Tilfreds
- (3)  Hverken tilfreds eller utilfreds
- (2)  Utilfreds
- (1)  Meget utilfreds

**Hvis du er utilfreds eller meget utilfreds med lysets regulering, hvad er årsagen?**

- (1)  Lyset slukker i utide
- (2)  Lyset slukker og jeg kan ikke tænde lyset igen
- (3)  Lyset er tændt, selvom jeg ikke har behov for det
- (4)  Der er for lidt lys
- (5)  Betjeningen af automatikken er for kompliceret
- (6)  Dæmpning af lyset virker generende
- (7)  Lysreguleringen støjer
- (8)  Der er for meget lys
- (9)  Andet: \_\_\_\_\_

## Den nye kontorbygning.

De næste spørgsmål handler om dine oplevelser i den nye kontorbygning og dit kontor, herunder sammenligning med dit tidligere kontor.

### Lever den nye kontorbygning op til dine forventninger?

- (1)  Ja, i høj grad
- (2)  Ja, i mindre grad
- (3)  Nej
- (4)  Ved ikke

Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

---

---

### I hvilken grad er følgende forhold bedre eller dårligere i den nye bygning?

	Meget bedre	Noget bedre	Uændret	Noget dårligere	Meget dårligere
Temperaturen	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Træk	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Luftkvaliteten	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Støv og snavs	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Belysningen (den elektriske)	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Dagslyset	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Udsigten	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>



	Meget bedre	Noget bedre	Uændret	Noget dårligere	Meget dårligere
Lyd og støj fra kolleger	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj fra udstyr, ventilation, telefon etc.	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Lyd og støj udenfra	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Muligheden for at lufte ud	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>
Solafskærmningen	(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

---



---

Har du personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i sommerperioden?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

Du må meget gerne angive hvilke problemer du har oplevet

---



---

Har du personligt oplevet problemer med bygningens tekniske installationer i vinterperioden?

- (1)  Ja
- (2)  Nej
- (3)  Ved ikke

Du må meget gerne angive hvilke problemer du har oplevet

---

---

Alt i alt, hvor tilfreds er du med de fysiske rammer i dit nye kontor?

Meget tilfreds	Tilfreds	Hverken tilfreds eller utilfreds	Utilfreds	Meget utilfreds
(5) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(1) <input type="checkbox"/>

Du må meget gerne uddybe din besvarelse:

---

---

## Andet

Er der andet, positivt eller negativt, som du ønsker at fremhæve eller blot gerne vil nævne, kan du skrive det her:

---

---

# Personlige oplysninger

## Er du

- (1)  Mand
- (2)  Kvinde

## Alder?

\_\_\_\_\_

## Hvilken af de følgende arbejdsfunktioner svarer bedst til din arbejdsprofil?

- (1)  Ledende funktion (direktion, afdelingschef)
- (2)  Fagansvarlig, gruppeleder, etc.
- (3)  Sekretær funktion
- (4)  Kundeservicering (omstilling, support af kunder (telefon/skrank), inkasso etc.)
- (5)  Administrativ funktion (budget/regnskab, HR etc.)
- (6)  Projektledelse (projektledelse og –koordinering)
- (7)  Forretningsudvikling (udvikling af - og opfølgning på - nye forretningsområder)
- (8)  Teknisk funktion (opmåling, projektering, ledningsregistrering etc.)
- (9)  Ekstern funktion (energirådgivning, kvalitetssikring, salg til - og rådgivning af - kunder)
- (10)  Produktudvikling (produktmanagement, produktudvikling etc.)
- (11)  Intern support (IT, pedel, kantinedrift etc.)
- (12)  Logistik (lager- og bygningsdrift)
- (13)  Andet: \_\_\_\_\_

Din besvarelse er nu gemt og du kan derfor  
lukke din browser.

Du vil i nær fremtid modtage en flaske god vin,  
som tak for din deltagelse i undersøgelsen.

Med venlig hilsen  
Henrik N. Knudsen

## Appendix 3

### Spørgeskemaundersøgelse 1, juni 2010

#### Distributionsmail

Kære NN

Statens Byggeforskningsinstitut gennemfører i samarbejde med EnergiMidt, et forskningsprojekt som sigter imod at afdække brugerholdninger til de nye energibesparende foranstaltninger, som vil blive implementeret i jeres kommende kontorbygning.

Undersøgelsen gennemføres ved, at der udsendes et spørgeskema til ca. 90 medarbejdere både før og efter, I flytter ind i det nye hus. Der fokuseres på det fysiske indeklima, herunder primært belysning og vinduer. Til orientering er der ingen spørgsmål om det psykiske arbejdsmiljø.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger. Det vil tage ca. 20 minutter at udfylde skemaet. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.

Du kan, hvis ønsket, besvare skemaet ad flere omgange, idet dine svar bliver gemt automatisk. Du skal klikke dig hen til det sted hvor du var når du afsluttet.

For at besvare spørgsmålene før I flytter, bedes du klikke på nedenstående link og udfylde spørgeskemaet:

<http://www.survey-xact.dk/answer?key=G8HHEEJA6NJJ>

Eventuelt spørgsmål kan stilles til Jens Christoffersen, Projektleder, Dir. 9940 2389, Mob. 2944 4973 eller e-mail: [jsc@sbi.dk](mailto:jsc@sbi.dk).

Blandt alle personer, som udfylder spørgeskemaet trækkes der lod om 3 x 3 flasker god vin.

På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen

Jens Christoffersen, Ph.d., Seniorforsker  
Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)  
Afdelingen for Energi og Miljø

## Rykkermail

Kære NN

Vi, Statens Byggeforskningsinstitut, har for ca. 1 uge siden fremsendt et spørgeskema i samarbejde med EnergiMidt, som sigter imod at afdække brugerholdninger til de nye energibesparende foranstaltninger, som vil blive implementeret i jeres kommende kontorbygning. Vi kan se at du desværre ikke har besvaret spørgeskemaet endnu, og håber at du vil tage dig tid til at besvare skemaet, da det er vigtigt for selve undersøgelsen at så mange som mulig besvarer.

Undersøgelsen skal afdække jeres oplevelse af det fysiske indeklima, herunder primært belysning og vinduer, både før og efter, I flytter ind i det nye hus. Til orientering er der ingen spørgsmål om det psykiske arbejdsmiljø.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger. Det vil tage ca. 20 minutter at udfylde skemaet. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.

For at besvare spørgsmålene før I flytter, bedes du klikke på nedenstående link og udfylde spørgeskemaet:

<http://www.survey-xact.dk/answer?key=G8HHEEJA6NJJ>

Eventuelt spørgsmål kan stilles til Jens Christoffersen, Projektleder, Dir. 9940 2389, Mob. 2944 4973 eller e-mail: [jsc@sbi.dk](mailto:jsc@sbi.dk).

Blandt alle personer, som udfylder spørgeskemaet trækkes der lod om 3 x 3 flasker god vin.

På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen

Jens Christoffersen, Ph.d., Seniorforsker  
Statens Byggeforskningsinstitut (SBI)  
Afdelingen for Energi og Miljø

## Appendix 4

### Spørgeskemaundersøgelse 2, september-oktober 2011

#### Distributionsmail

Kære NN

Først tak fordi du udfyldte spørgeskemaet i juni måned sidste år inden du flyttede til jeres nye bygning. Det er vi meget glade for og håber at du vil hjælpe os igen ved også at udfylde dette spørgeskema. Det er meget vigtigt for undersøgelsen, at vi får besvarelser fra de samme personer i denne omgang.

Lige som sidst er der fokus på det fysiske indeklima, herunder primært belysning og vinduer.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra dine egne vurderinger. Det vil tage ca. 20 minutter at udfylde skemaet. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.

Som tak for din besvarelse modtager du **en flaske god vin**.

For at besvare spørgsmålene, bedes du **senest d. 23. september** 2011 klikke på nedenstående link og udfylde spørgeskemaet:

<http://www.survey-xact.dk/answer?key=MSMMENZ3VHLP>

Eventuelle spørgsmål kan rettes til undertegnede.

På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen

Henrik N. Knudsen, Ph.d., Seniorforsker  
Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet  
Afdelingen for Energi og Miljø  
Tlf. 9940 2394, mb. 2662 2128  
[hnk@sbi.dk](mailto:hnk@sbi.dk)

Carl Stephansen  
EnergiMidt  
Tlf. 7015 1560  
[cst@energimidt.dk](mailto:cst@energimidt.dk)

## Rykkermail

Kære NN

I et samarbejde mellem Statens Byggeforskningsinstitut og EnergiMidt, sendte vi dig for ca. 1 uge siden et spørgeskema angående jeres nye kontorbygning. Vi kan se at du ikke har besvaret spørgeskemaet endnu. Vi håber meget at du vil tage dig tid til at besvare skemaet, da det er vigtigt for værdien af undersøgelsen at så mange som mulig svarer.

Du bedes venligst besvare de stillede spørgsmål ud fra din egen vurdering. Det vil tage ca. 20 minutter at udfylde skemaet. Alle svar bliver behandlet fuldt fortroligt.

Som tak for din besvarelse modtager du **en flaske god vin**.

For at besvare spørgsmålene, bedes du **senest d. 30. september** 2011 klikke på nedenstående link og udfylde spørgeskemaet:

<http://www.survey-xact.dk/answer?key=MSMMENZ3VHLP>

Eventuelle spørgsmål kan rettes til undertegnede.

På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen  
Henrik N. Knudsen, Ph.d., Seniorforsker  
Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet  
Afdelingen for Energi og Miljø  
Tlf. 9940 2394, mb. 2662 2128  
[hnk@sbi.dk](mailto:hnk@sbi.dk)

Carl Stephansen  
EnergiMidt  
Tlf. 7015 1560  
[cst@energimidt.dk](mailto:cst@energimidt.dk)



**Bilag 2 til slutrapport for ELFORSK projekt 341-032**

## **Validering og analyse af forbruget i EnergiMidt A/S kontorbygning**





# **Validering og Analyse af Forbruget i EnergiMidt A/S Kontorbygning**

**Af Christian H. G. Odderskov**

**Århus Maskinmesterskole - 06/06/2012**

# Titelblad

Projekttitel:	Validering og Analyse af Forbruget i EnergiMidt A/S Kontorbygning.
Projekttype:	Bachelorprojekt
Uddannelse:	Maskinmester, Professionsbachelor
Institution:	Aarhus Maskinmesterskole
Vejleder:	Henrik Kerstens, Lektor og Civilingeniør, AAMS
Projektperiode:	Forår 2012, 6. Semester
Afleveringsdato:	6. juni, 2012
Omfang:	36 Normalsider af 2400 anslag ( +67 sider bilag)
Antal Bilag:	14 Skriftlige, 1 Elektronisk (CD)  <i>Indhold af Elektronisk Bilag (indsat bagerst):</i>  <b>Rådata.xlsx</b>  <b>Forbrugsdata.xlsx</b>  <b>Forbrugsanalyse.xlsx</b>  <b>Skriftlige Bilag (Filmappe)</b>  <b>Bacheloropgave8039.pdf (Elektronisk Opgavekopi)</b>
Oplagstal:	3 Skriftlige, 1 Elektronisk
Forfatter:	Christian H. G. Odderskov (250 8039)

Dato

Christian H. G. Odderskov

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>INDLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>METODE</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>AFGRÆNSNING</b>	<b>8</b>
4.1	KILDEKRITIK	9
<b>5</b>	<b>HUSETS OPBYGNING OG FUNKTION</b>	<b>10</b>
5.1	KONTORZONERNE	10
5.2	ANLÆG 10-90	11
5.3	MÅLERE OG STRUKTURERING	11
<b>6</b>	<b>DATAINDHENTNING</b>	<b>13</b>
6.1	FREMGANGSMÅDE VED DATAINDHENTNING	13
6.1.1	SPRING OG HULLER I LOGNING	14
6.1.2	FORKERT INDSTILLEDE STRØMTRANSFORMERE	14
6.1.3	FEJLMÅLINGER	15
6.1.4	MANGLENDE CTS LOGNINGER	16
6.1.5	GRADDAGSKORREKTION	16
6.2	FORBRUGSDATA	18
<b>7</b>	<b>NØGLETAL</b>	<b>19</b>
7.1	ENERGIMIDTS TEORETISKE NØGLETAL	19
7.2	BEREGNING AF NØGLETAL FOR 2011	20
7.3	SAMMENLIGNING AF NØGLETAL	22
7.3.1	ENERGIBEHOVET	22
7.3.2	VENTILATION OG BELYSNING	22
7.3.3	ENERGIRAMMEN	23
7.3.4	KRITIK AF ELO-NØGLETAL	23
7.4	TEORETISK SCENARIO FOR 201X	24
<b>8</b>	<b>KORTLÆGNING OG GRUNDLÆGGENDE ANALYSE</b>	<b>26</b>
8.1	OVERORDNET FORBRUGSFORDELING	26
8.1.1	DIAGRAM: SAMLET ELFORBRUG I PROCENT	26
8.1.2	DIAGRAM: SAMLET ELFORBRUG PÅ MÅNEDSBASIS I KWH	27
8.1.3	SERVER	27
8.1.4	KØKKEN	28
8.1.5	KOMFORTVENTILATION	28
8.1.6	FUNKTIONEL VENTILATION	28

8.1.7	KRAFT OG EDB	29
8.1.8	AUTOMATION	29
8.1.9	BELYSNING	29
<b>8.2</b>	<b>ANLÆGSFORDELING</b>	<b>30</b>
8.2.1	DIAGRAM: ANLÆGS ELFORBRUG I PROCENT	31
8.2.2	DIAGRAM: ANLÆGS ELFORBRUG PÅ MÅNEDSBASIS I KWH	32
8.2.3	ANLÆG 10	32
8.2.4	ANLÆG 20	32
8.2.5	ANLÆG 30	33
8.2.6	ANLÆG 90	33
8.2.7	ANLÆG 70	33
8.2.8	ANLÆG 40	33
<b>8.3</b>	<b>UDVÆLGELSE AF FOKUSOMRÅDER</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>ANALYSE AF BELYSNINGSFORBRUG</b>	<b>34</b>
<b>9.1</b>	<b>BELYSNINGSFORDELING</b>	<b>34</b>
9.1.1	DIAGRAM: BELYSNINGSFORBRUG PÅ MÅNEDSBASIS I KWH	34
9.1.2	DIAGRAM: GENNEMSNITLIGT BELYSNINGSFORBRUG I KONTORZONERNE PÅ TIMEBASIS	35
<b>9.2</b>	<b>REDEGØRELSE AF DATAINDSAMLING</b>	<b>36</b>
9.2.1	KRITIK AF DATAINDSAMLING TIL DØGNFORDELINGEN	36
<b>9.3</b>	<b>ANALYSE OG OPTIMERINGSFORSLAG</b>	<b>36</b>
9.3.1	KORT OM BELYSNINGSSYSTEMET	36
9.3.2	FRA GRUNDBELYSNING TIL HOVEDBELYSNING	37
9.3.3	PLACERING AF PIR-SENSORER	37
9.3.4	GENERELLE FORSLAG	37
<b>9.4</b>	<b>ALTERNATIV BELYSNINGSINSTALLATION</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>STANDBYFORBRUG I KONTORZONERNE</b>	<b>40</b>
<b>10.1</b>	<b>STANDBYFORBRUGSFORDELINGEN</b>	<b>40</b>
10.1.1	DIAGRAM: GENNEMSNITLIGT FORBRUGSFORDELING I KONTORZONERNE PÅ TIMEBASIS	40
<b>10.2</b>	<b>TIMER PÅ STANDBY</b>	<b>41</b>
10.2.1	DIAGRAM: VARIGHEDSKURVE OVER KONTORZONERNES FORBRUG	41
10.2.2	REDEGØRELSE AF DATABEHANDLINGEN	42
10.2.3	KRITIK AF VARIGHEDSKURVEN	42
<b>10.3</b>	<b>BREGNING OG ANALYSE AF STANDBYFORBRUG</b>	<b>43</b>
<b>10.4</b>	<b>FORSLAG TIL NEDBRINGELSE AF STANDBYFORBRUG</b>	<b>44</b>
<b>11</b>	<b>KONKLUSION</b>	<b>45</b>
<b>12</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>46</b>
<b>13</b>	<b>FIGUR- OG TABELOVERSIGT</b>	<b>48</b>
<b>14</b>	<b>BIBLIOGRAFI</b>	<b>49</b>

**15 BILAG 50****15.1 BILAGSOVERSIGT 50**

<b>Nummer:</b>	<b>Navn:</b>	<b>Omfang (sider):</b>
<b>Bilag 1:</b>	<b>PowerPoint; EnergiMidts Nye Administrationsbygning</b>	<b>7</b>
<b>Bilag 2:</b>	<b>Anlægsoversigt (A3)</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 3:</b>	<b>Måleroversigt (A3)</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 4:</b>	<b>Ventilatormålinger</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 5:</b>	<b>Graddage, DMI</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 6:</b>	<b>Forbrug Fordelt på Måneder</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 7:</b>	<b>Forklaringsnøgle til Elektronisk Bilag</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 8:</b>	<b>Forudsætninger, SBI Program</b>	<b>17</b>
<b>Bilag 9:</b>	<b>Resultater, SBI Program</b>	<b>10</b>
<b>Bilag 10:</b>	<b>Energimærke</b>	<b>9</b>
<b>Bilag 11:</b>	<b>Datablad; Argus DP</b>	<b>1</b>
<b>Bilag 12:</b>	<b>Datablad; DSI-SMART Fjernbetjening</b>	<b>9</b>
<b>Bilag 13:</b>	<b>HVAC artikel, Februar 12, Årgang 48</b>	<b>4</b>
<b>Bilag 14:</b>	<b>Mailkorrespondence, Insight Building Automation</b>	<b>4</b>



## 1 Abstract

EnergiMidt A/S is a large energy supplier in the centre of Jutland. Apart from power solutions, they offer energy counselling alongside a vast number of green energy solutions with focus on sustainability. In relation to this, the new office building shows different green and energy saving applications. Recovering of the heat loss in the server units, intelligent light control, photovoltaics and ventilation powered by a natural airflow are among some of the solutions implemented.

In the summer of 2010 EnergiMidt A/S inaugurated a 5200 square meter office building with the purpose of housing a new company headquarter. Firstly the building unites a number of different departments in an open office structure. Secondly the building serves as a company showcase.

The building is classified a “Low Energy Class 2015” building, which requires a maximum energy consumption of 50,2 kWh/m<sup>2</sup>/year. The building has a usage of 27,1 kWh/m<sup>2</sup>/year, based on initial theoretical calculations. The aim of this thesis is to investigate if the office building complies with the energy class on a practical level.

The used method to investigate this is a thorough validation of the different consumption measurements registered by the building management system. Based on this information a mapping of the energy consumption is created. By studying the different consumptions in relation to each other, it is possible to spot out potential unwanted high consumptions and analyse the causes and provide solutions.

The practical results in terms of the overall consumption states an energy use of 70,9 kWh/m<sup>2</sup>/year. This is an unsatisfactory result compared to the theoretical calculations and not within the limit of the required energy frame. Problems regarding ventilation, light and heat in 2011 issued the high consumption. However based on realistic assumptions, an overall consumption of 48 kWh/m<sup>2</sup>/year is within reach.

Based on the results in this thesis the office building did not effectuate the demands of the Low Energy Class 2015 in 2011. However, the analysis states, that the demands of the energy class is possible to meet. In addition, a deeper analysis deals with the light consumption and standby consumption in the office areas. The advanced light management system has different bugs and changes in calibrations, which need to be fixed. In addition, it could be considered to turn off aesthetic lights. The standby consumption in the office areas is found to be very high when it comes to general power and electronics. A third of the overall consumption to these categories is standby use. Implementation of timers on coffee dispensers and printers, combined with general behavioural education, could potentially lower the consumption.

The thesis generally concludes that the difference between the theoretical and practical consumptions is partly caused by the lack of follow-up on the consumption. If a methodical validation was made after construction, the different issues could have been discovered early. In addition, it concludes that practical numbers do not match the theoretical.

## 2 Indledning

EnergiMidt A/S er en virksomhed med rødder i det midtjyske. Virksomheden har sine primære kompetencer indenfor energi- og bredbåndsforsyningen, men tilbyder en bred vifte af sekundære produkter til erhverv, såvel som private. EnergiMidt A/S blev stiftet i 2002, som et resultat af en sammenslutning af flere midtjyske forsyningsselskaber. Virksomheden har mere end 650 ansatte, hvoraf cirka 400 har sit daglige virke på hovedsædet i Silkeborg (Bilag 1).

EnergiMidt A/S indviede i sommeren 2010 en ny 5200m<sup>2</sup> kontorbygning, som udvidelse til hovedsædet i Silkeborg. Udover at forene forskellige afdelinger i ét samlet hus, tjener bygningen det formål, at signalere en energibevidst stillingtagen udadtil.

Denne stillingtagen har udmundet sig i flere alternative og energibesparende løsninger. Overordnet kan nævnes solceller på facade og tag, udnyttelse af servervarme til rumopvarmning og mulighed for naturlig ventilation.

I dag, efter snart to års drift af bygningen, er det på tide at samle op. Det er på tide at vende blikket tilbage og stille spørgsmålstegn til, om bygningen har levet op til de målsætninger, der i sin tid blev sat. Målsætningerne, som tog udgangspunkt i beregningssoftware og teori, var så fremragende, at de gav den nye kontorbygning en eftertragtet status som et "Lavenergiklasse 2015" hus.

Hovedformålet med denne opgave er at samle trådene. Udover aflæsning af hovedmålerne, er der generelt set ikke blevet fulgt op på byggeriets forbrugsfordeling. Det vil sige, at der som udgangspunkt ikke er vished for, om bygningen overholder målsætningerne. Inden påbegyndelsen af denne opgave, står det klart, at der opleves forskellige problematiske forhold i forbindelse med det forbrug, som logges i husets centrale tilstandskontrol og styring (CTS system).

Det vil i den forbindelse være interessant at undersøge, hvorledes bygningen i praksis klarer sig i forhold til de teoretiske betragtninger. Sammenligningen kan ske ved at sammenholde de teoretiske og praktiske nøgletal. Nøgletal, som for den praktiske sides vedkommende, skal baseres på en omfattende energikortlægning af bygningens forskellige forbrug. Den initierende problemstilling var derudover at udvælge fokuspunkter, til en dybere analyse. Det har dog vist sig, at der har været så mange udfordringer med selve dataindhentningen, at opgaven omhandler både udfordringerne i systemerne, kortlægning af elforbruget og fokusområder, hvor der kan optimeres.

Forventningen til denne opgave er, at stå tilbage med et redskab der – udover at kortlægge energiforbruget – giver en viden omkring bygningens styrker og svagheder indenfor enkelte fokusområder. Med denne viden i hånden, kan EnergiMidt prioritere og planlægge den opfølgning, der eventuelt er behov for. Problemformuleringen lyder derfor følgende:

*EnergiMidt har ikke valideret deres elforbrug i bygningen. Jeg vil derfor undersøge, hvorvidt forbruget stemmer overens teoretisk og praktisk og hvorledes det er fordelt. Herefter vil jeg udvælge relevante fokusområder, som på baggrund af analyse, udmunder i optimeringsforslag.*



### 3 Metode

Opgaven er bygget op som en tragtmodel, hvor den bevæger sig fra de generelle problemstillinger ind mod det mere specialiserede. Ydermere har opgaven en tredelt grundstruktur. Første del er en redegørelse af processen i forbindelse med energikortlægning og dataindhentning. Anden del indeholder udregning af nøgletal og præsenterer elfordelingen. Tredje del analyserer og vurderer de resultater der er opnået og udvælger to fokusområder, som vurderes interessante for bygningen. Slutteligt en kort diskussion, som har til formål at sætte forhold omkring EnergiMidts bygning i relief.

Af praktiske værktøjer er der blevet benyttet manuelle aflæsninger og målinger til indsamling af rådata, samt bygningens CTS system, hvor der er udvundet loggede målinger. Viden omkring opbygningen og funktionen af systemerne er baseret på egne observationer og erfaringer, samt tæt samarbejde med husets driftsansvarlige personel.

Af teoretiske værktøjer vil der blive brugt energikortlægning, udregning af nøgletal og varighedskurver til udarbejdelse af empiri, som baseres på viden fra valgfaget Energiledelse og generel viden fra studiet. Diskussionsafsnittet tager udgangspunkt i en artikel fundet i et teknisk tidsskrift.

### 4 Afgrænsning

EnergiMidts hovedsæde er inddelt i to bygninger; KAA og KAB. KAB er den originale kontorbygning. KAA er den nye kontorbygning og det er denne opgaven omhandler.

EnergiMidts domicil har loggede data tilbage fra efteråret 2010, men da driften på daværende tidspunkt ikke var stabil grundet indkøring og justeringer, vurderes disse data ukurante og viser derfor et skævt billede af bygningens forbrug. Disse måneders data danner derfor ikke grundlag for analysen. Da praktikperioden og dermed dataindsamlingen startede februar 2012, figurer data fra første halvdel af 2012 ikke i opgaven.

Der har været et større indledningsvist arbejde med sortering af effekt- og forbrugskurver (trends) i CTS systemet. CTS systemet er den primære kilde til indhentning af forbrugsdata til Excel. Dette indledende arbejde beskrives ikke dybdegående i opgaven.

I forbindelse med analysen af forbruget, fokuseres der kun på elforbruget, da det vurderes for bredt at medtage det samlede energiforbrug; herunder varmemeforbruget. Ligeledes omhandler opgaven generelt set ikke fokus på styring og programmering af de enkelte anlæg, men forholder sig derimod overordnet til elforbruget. Der vil i den forbindelse kun være korte beskrivelser af de forskellige anlæg. For udregningen af nøgletal er det nødvendigt at inddrage energiforbrug fra fjernvarme.

Bygningens solcelleanlæg figurerer kun kort i bygningsbeskrivelsen, da denne opgave har overvejende fokus på elforbruget. Produktionen figurerer dog på forbrugstabeller og i nøgletalsberegningerne.

Nøgletal. Der findes mange variationer og typer af nøgletal. I denne opgave er der kun udregnet nøgletal i det omfang opgaven kræver det.

Som udgangspunkt for vurderingen af bygningsrammen benyttes Bygningsreglementet 2010. Det er denne version som benyttes, da det er denne, som beskriver Lavenergiklasse 2015.

I forbindelse med standbyanalysen, analyseres der kun på kontorzonerne. Der er muligvis væsentlige standbyforbrug på de enkelte tekniske anlæg i bygningen, men disse medtages ikke grundet ønsket om at holde fokus på kontorzonerne.

#### **4.1 Kildekritik**

Flere af de oplysninger som ligger til grund for både beskrivelsen af husets anlæg og praktiske detaljer, der ligger til grund for analysen, bygger på mundtlige overleveringer fra huset driftspersonale. Heriblandt er den største kilde til information Thomas Busk Rohde, som er energirådgiver ved EnergiMidt. Han har stor indsigt i bygningen, da han har været ansvarlig for forhold omkring flere af husets anlæg, installationer og dertilhørende styringer.

Opgavens analyser og konklusioner er kun forfattet og draget på baggrund af data fra 2011. Dette kan være problematisk, da årsforbruget kan variere i forhold til driftmæssige forstyrrelser og lignende.

Yderligere kildekritik af specifikke kilder brugt i opgaven, kritiseres under de respektive afsnit.

## 5 Husets opbygning og funktion

Energiforbruget er et betydeligt fokusområde i forhold til EnergiMidts kontorbygning. Dette kapitel har til formål overordnet at beskrive bygningen og de installationer, som bidrager til driften. Generelt set er de forskellige anlæg opbygget som separate enheder. Imidlertid bevirker samspillet imellem dem, at det ofte er nødvendigt af opfatte dem som et integreret netværk.

### 5.1 Kontorzonerne

Bygningen har et åbent kontormiljø med et vekslende antal møderum på første, anden og tredje sal. Stuen er indrettet med spisesal, køkken, stort mødelokale og loungeområde. Centralt for disse etager er en glasindrammet skakt – også benævnt det panoptiske rum. Det panoptiske rum er rygraden i den naturlige ventilation. Det naturlige ventilationssystem er projekteret til at have driftstid i sommerhalvåret.



Figur 3: KAA udefra (Bilag 1)



Figur 2: Det Panoptiske Rum (Bilag 1)

Klimaskærmen er den grundlæggende forudsætning for et lavt energiforbrug. Ydervæggene er kraftigt isolerede, men det er de store glaspartier, der specielt er blevet rettet fokus mod. De trelags termoruder lukker udover masser af lys også varme ind. Dette kombineret med en god klimaskærm, kan give udfordringer i forhold til at holde bygningen komfortabel ved kraftigt solindfald. Derfor er der på bygningens øst-, syd- og vestside placeret motoriserede solskodder, som automatisk lukker af for solen, hvis nødvendigt. Skodderne tjener imidlertid også et andet formål. De udgør - sammen med stuevinduerne i kantinen, et udpluk af ydervæggene og panelerne på taget – bygningens solcelleanlæg med en samlet installeret effekt på 55,5 kWp (Bilag 1). Derudover er lys, varme og ventilation styret centralt ved brug af infrarøde bevægelsessensorer (PIR) og Lux målere installeret i hele bygningen.

I vinterhalvåret, hvor naturlig ventilation giver dårlig komfort grundet manglende opvarmning af udeluften, overtager et moderne mekanisk ventilationsanlæg ventilationen af kontorzonerne. Der findes separat ventilation for køkkenet, som varetager komfurudsug og opvaskeanlæg. Derudover findes et anlæg i henholdsvis øst- og vestfløjen, som varetager ventilation af toiletter og kopirum. Den naturlige ventilation kan kun erstatte den mekaniske ventilation af kontorzonerne.

## 5.2 Anlæg 10-90

Det følgende afsnit er baseret på anlægsoversigten (Bilag 2)

Bygningen er opvarmet af radiatorer. Radiatorerne får, sammen med varmepladerne i kontor- og køkkenventilationen, varmeenergi fra en varmepumpe i kælderen. Varmepumpen, benævnt anlæg 10, er koblet på en hovedstreng. Hovedstrengen er den åre som muliggør udnyttelsen af overskudsvarme fra kælders server- og kølerum. Strengens primærfunktion er at forbinde anlæg 20, der producerer varmt brugsvand, anlæg 30 der er køkkenets køle- og frostanlæg, samt anlæg 40, der er selve varmetilførslen fra serverrummene. I samspil med anlæg 40, er anlæg 70 og 90 installeret. Disse tre anlæg varetager kølingen af serverrummene og ind- og udkobler afhængigt af husets varmebehov. Anlæg 70 er et frikøleanlæg, hvis formål er at bidrage til køling af serverinstallationen. Frikøling benytter, til forskel fra normale køleanlæg, ikke en kompressor i kølekredsen. Anlæg 90 er et hybridkøleanlæg der anvender to forskellige kølemidler, som dog har mulighed for frikøling i lighed med anlæg 70. Hvert af disse anlæg har en køleffekt på cirka 100 kW. Serverrummets varmeafgivelse er projekteret til 200 kW ved maksimal ydelse, hvilket vil sige, at afhængigt af årstid skal minimum to af disse anlæg være i drift.

Anlæg 60 er et gulvvarme anlæg, som hindrer skabelsen af permafrost under frostrummet. Anlæg 80 er et nødkølingsanlæg og indgår ikke i den daglige drift.

## 5.3 Målere og strukturering

På baggrund af bygningens tekniske dokumentation har det været muligt at fremstille en hovedoversigt over bygningens elmålere (Bilag 3). Dette afsnit har til formål at beskrive de forskellige målertyper, der er benyttet og hvilke tanker, der ligger bag strukturen, da det har været basis for indhentningen af rådata.

Bygning benytter to forskellige metoder til at foretage el-målingerne. Alle målere på hovedoversigten, som har præfixet "P" – eksempelvis udvendig belysning (P200) – er en fysisk måler, som kan aflæses i en eltavle. Den anden type forbrugsregistrering beror på effektmålinger, der er foretaget for enkelt elmotor.

Udgangspunktet er overblik og kontrol. Hvis der tages udgangspunkt i hovedoversigten ses strukturen og inddelingen af elmålere for bygningen. Den første opdeling sker ude i transformatorstationen. Transformatorstationen består af to transformatorer, som både forsyner bygning KAA og KAB. Forsyningen af hovedtavlerne i KAA er en kombination af stikledninger fra begge transformatorer.

Som afbildet på måleroversigten, er der fem hovedtavler. Hovedmåleren (P4) – som ikke må forveksles med en egentlig hovedmåler – måler primært det samlede forbrug fra kontorzonerne og kælders automatiktavle (P16). Køkkenmåleren (P7) dækker over køle- og frostrummet samt alle køkkenrelaterede applikationer – dog ikke køkkenets ventilationsanlæg, som er tilknyttet kælders automatiktavle (P16). De to følgende tavler – server A og server B – har ingen bimålere og sørger primært for forsyning til server og netværksrum, samt tilhørende funktionelle ventilationssystemer. Derudover er varmepumpen VP10, som er tilknyttet centralvarmesystemet for kontorzonerne, også forsynet herfra. Det kan yderligere bemærkes, at server- og netværksrum er forsynet gennem to

separat UPS-anlæg, som sikrer kontinuerlig drift i tilfælde af driftsforstyrrelser. Sidste hovedtavle er den, der forsyner kølegården, hvor anlæg 70 og 90 er placeret.

Struktureringen fra hovedtavlen (P4) og fremefter er tilrettelagt for at skabe overblik over forbruget i de enkelte kontorzoner. Undertavlerne er placeret på de enkelte etager.

Hver sal har opdelt forbruget i fem kategorier; lys, kraft, EDB, automatik og solceller.

Lys dækker over etagens totale forbrug til lofts- og gangbelysning. Eventuelle arbejdslamper kan ikke måles separat.

Kraft dækker over etagens totale forbrug fra stikkontakter. Det er forbrug til blandt andet te-køkken, hæve/sænkeborde og monitører i mødelokaler. Det er på denne gruppe, det førnævnte skrivebordslys eventuelt er tilsluttet.

EDB er gruppen, hvor alt elektronisk databehandling er tilsluttet. Det gælder alle arbejdsstationer og printere. Arbejdsstationerne består af en bærbar pc i dockingstation og én til to monitører. Der er som udgangspunkt ingen stationære pc'er i kontormiljøet. Der er printere i både øst- og vestenden af bygningen med et samlet tal på omkring seks pr. etage.

Automatik dækker - for stuen, første og anden sals vedkommende - over de funktioner, som arbejder passivt og aktivt for at styre indeklimaet. Det er forsyningen til controllere, spjældmotorer i ventilationssystemet og de forskellige følere, som måler temperatur, bevægelse og CO2 niveau. Automationsgruppen på tredje sal adskiller sig fra de resterende ved yderligere at forsyne de ventilationsanlæg, der står for at ventilere printerområder og toiletter.

I forhold til solcellerne er det vigtigt at bemærke, at de ikke altid er koblet på den sal, hvor de er installeret, på trods af at dette fremgår af måleroversigten. Baggrunden for denne uregelmæssighed, er inverterkapaciteten på de enkelte etager. Det er naturligvis vigtigt at bemærke, at solcellerne er strømproducerende og derfor ikke er medregnet i forbruget.

Automatiktavlen i kælderen (P16) forsyner alle tekniske applikationer i kælders store teknikrum. Disse installationer er kontorets komfortventilation, køkkenets ventilationsanlæg, diverse indblæsninger og udsug til server- og kompressorrum, samt et større antal cirkulationspumper.

Alle de nævnte installationer og målere er koblet til bygningens CTS-system. CTS systemet er det system, som muliggør en udvidet kontrol og styring, sammenlignet med ældre decentrale styringsformer. I EnergiMidts kontorbygning har der fra projekteringsfasens start, været stor fokus på, at alle husets systemer skulle være centraliserede for at have mulighed for energistyring.

## 6 Dataindhentning

I forbindelse med dataindhentningen har der været et antal udfordringer, som besværliggjorde energikortlægningen. Det følgende kapitel beskriver udfordringerne, deres mulige årsager og hvilke metoder og antagelser, der er blevet brugt til at opnå brugbare datasæt. Forud for dette er det dog relevant at vide, hvorledes selve dataindhentningen er foregået.

### 6.1 Fremgangsmåde ved dataindhentning

CTS systemet lagrer kun data fra målerne, hvis det er blevet programmeret til det. Således, er hver enkelt måler sat til at lagre umiddelbart efter bygningens idriftsættelse. Dette gør det muligt – med detaljegråd ned til et minut – at følge den enkelte enheds forbrug. Rent visuelt ændrer opløsningen sig i takt med at tidsintervallet øges. Det betyder praktisk set, at hvis der ønskes en opløsning på et minut, kan denne maksimalt ses over et tidsinterval på to døgn. I den anden ende af skalaen bliver opløsningen til ottetimers gennemsnitsværdier, hvis tidsintervallet sættes til et år. Serverens loggeinterval på et minut er den højest mulige opløsning. Det er dog muligt at følge aktuelle forbrug ned til fem-sekunders intervaller.

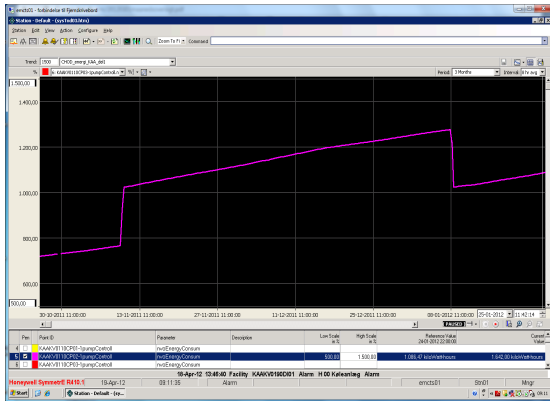
Rent praktisk er denne opløsning unødvendig høj, når det kommer til lagring af et årsforbrug. Af hensyn til dataindsamlingen vælges et kompromis mellem tilstrækkelig opløsning, der sikrer en nøjagtighed, samt nemhed ved dataeksport. Der vælges et tre-måneders tidsinterval, som muliggør en opløsning på én time. Intervaller på netop én time, er yderligere fordelagtig ved omregningen fra totalmåling til forbrugsmåling. At vælge importen i tre-måneders intervaller gør det muligt, at indhente resultaterne fordelt på kvartaler. Dette sammenholdt med at dataindhentning kun skal udføres i fire trin for at importere et årsforbrug, er et godt kompromis.

I arbejdet omkring de loggede målerdata, har kontrol været vigtig. Kontrol har været vigtig, da de loggede data beviseligt ikke har haft den validitet, som der indledningsvist var antaget. Eksempler som understøtter denne påstand fremgår herunder.



### 6.1.1 Spring og Huller i Logning

I nogle tilfælde kunne der konstateres spring og huller i de loggede data. Huller skyldes som udgangspunkt kommunikationsfejl i datakommunikationen mellem måler og CTS system (Nielsen, 2012)(Bilag 13). Billederne herunder er øjeblikbilleder fra CTS programmet. Billedet til venstre viser et dataspring og billedet til højre et datahul.



Figur 5: CTS Logningshop (Eigen Tilvirkning)



Figur 4: CTS Logningshul (Eigen Tilvirkning)

Følgende tages udgangspunkt i loggehullet. I dette tilfælde kan det på den grafiske afbildning ses at forbrugslogningen er lineær (Figur 4). Derved forstås, at forbruget er konstant stigende over tid. Hullet i logningen kan dermed erstattes af data der har samme progression som et tidsudsnit, svarende til den manglende måling. Hvis en linje med samme hældning og tidsinterval kan indsættes i datahullet, gælder denne antagelse. Rent praktisk lukkes hullet ved at udregne de manglende værdier. Dette er eksemplificeret herunder.

Ved et interval fra 8000 –10 000 kWh ved et cellehul fra 500–900, kan progressionen pr. celle udregnes.

$$\text{Stigning pr. celle} = \frac{kWh, \text{ slut} - kWh, \text{ start}}{\text{Cellenummer, slut} - \text{Cellenummer, start}} = \frac{10000 - 8000}{900 - 500} = 5 \text{ kWh/Celle}$$

Progressionen adderes herefter til hver enkelt celle, således at hver celle stiger med 5 kWh, indtil hullet er lukket.

I forhold til spring i logningen, er årsagen ukendt. Gennem e-mail korrespondance med en kompetencehavende person i bygningsautomation, forklares sådanne hændelser med en mulig fejl i kommunikationen – i lighed med logningshullerne. Der er imidlertid ikke en problematik han har set før. Korrespondancen fremgår af bilag 14.

### 6.1.2 Forkert Indstillede Strømtransformere

I forbindelse med forbrugsberegningerne er det flere steder i målerstrukturen muligt at afstemme forbrug. Følgene tages to scenarier op, hvor afstemningen afslørede uregelmæssigheder.

Ved afstemning af forbrug på automatiktavlers bi-måler i kælderen, P16 (Bilag 3) burde en summering af de enkelte forbrug ækvivalere bi-målerens forbrug. Summeringen kan ikke fortages med fuldstændig nøjagtighed, da forsyningen til et antal controllere, følere og switche ikke bliver logget. Ved summering

tegnede der sig imidlertid et billede af, at bi-måleren registrerede et forbrug dobbelt så stort, som det reelle. Ved gennemgang af den pågældendes tavles dokumentation, samt anden bygningsdokumentation, stod der, at den installerede strømtransformator havde et omsætningsforhold på 300/5.

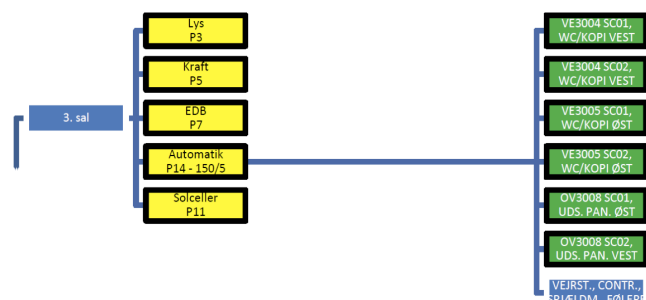
For at afgøre sandheden i dette foretoges kontrolmålinger i selve tavlen. Det viste sig efter strømmålinger med tangamperemeter og visuel inspektion, at den faktisk installerede strømtransformator havde et omsætningsforhold på 150/5. Med den viden i hånden blev målerindstillingerne ændret, hvilket gav en korrekt visning. De forbrugsmålinger, der blev foretaget fra bygningens idriftsættelse indtil indstillingsændringerne fandt sted, er således en faktor to mindre, end det faktiske forbrug. Dette blev løst ved at multiplicere de påvirkede data med en faktor to.

Ved dataindhentningen blev det klarlagt at måleren i køkkentavlen var itu. Eftersom dette var tilfældet var det ikke muligt at finde forbrugsdata for denne post internt i bygningen. Efter studering af bygningens dokumentation blev det dog synliggjort, at denne tavle bliver forsynet af sin egen stikledning fra transformerstationen placeret udenfor bygningen. Det viste sig, at der er opsat en elmåler i transformerstationen foran stikledningen, som dog ikke er integreret i CTS systemet. Fremgangsmåden blev derfor at lave to aflæsninger i transformerstationen med et repræsentativt tidsrum, for derefter at opskalere det beregnede forbrug til et gennemsnitligt månedsforbrug. Imidlertid viste det sig, at alle målere i transformerstationen, afregningsmålerne undtaget, ikke var blevet indstillet i forhold til deres strømtransformere. De stod alle indstillet til et omsætningsforhold på 5/5. Ved at trække på interne kilder ved EnergiMidt, blev dokumentation vedrørende omsætningsforholdene opdateret og målerne blev slutteligt indstillet i forhold til deres korrekte omsætningsforhold. Først derefter blev det muligt at lave korrekte aflæsninger på måleren og dermed anskueliggøre køkkenets forbrug.

### 6.1.3 Fejlmålinger

Ved kontrol af forbrugsmålingerne mellem tredje sals automatikmåler (P14) og de enkelte forbrugere tilknyttet denne, blev en uoverensstemmelse konstateret. De enkelte forbrugere gav sammenlagt et væsentligt lavere forbrug end bi-måleren. Efter kontrol af tavlen, blev det bevist, at uoverensstemmelsen ikke skyldtes en forkert indstillet strømtransformator. Tredje sals automatiktavle indeholder, i modsætning til anden og første sal, forsyning til ventilationsanlæggene for kopirum/toiletter. På den baggrund var fokus rettet mod ventilationsanlæggenes forbrugslogging.

Der foretoges kontrolmålinger direkte i tavlen. De målte værdier kunne derefter sammenholdes med de af CTS systemets registrerede datalogning. Metoden til denne målemetode var at tage manuel styring over ventilations-systemet og køre det under forskellige belastninger og aflæse på henholdsvis den manuelle måling og CTS systemets effektmåling.



Figur 6: Målerudsnit 3. Sal (Egen Tilvirkning)



Dette er muligt i forhold til dette ventilationssystem, da den eneste variabel er ventilationsmotorens omdrejningshastighed. Der er med andre ord ikke variable indblæsningsdyser, som har betydning for effektforholdene. Efter granskning af ventilationssystemets komponenter, viser årsagen til den lave forbrugsregistrering at være nøjagtigheden af kommunikationen mellem ventilatormotoren og CTS systemet. Elmotorerne videresender afrundede værdier i kW med én decimal til CTS-logningen. Da ventilationsmotorerne opererer med effekter mellem 0,1 og 0,6 kW, bevirker dette afvigelser mellem det loggede og reelle forbrug.

Følgende eksempel tydeliggør denne problematik. Hvis det reelle forbrug er 0,05 kW, melder motoren en effekt på 0,1 kW. Hvis forbruget ændres til 0,14 kW, melder motoren stadigvæk en effekt på 0,1 kW. Dette giver en måltolerance på 0,9 kW. Det giver i store tal en mulig afvigelse på op mod 100 procent, hvis der tages udgangspunkt i de lave forbrug.

Ud fra denne viden, har det været muligt at rekonstruere realistiske forbrugsdata ved hjælp af varighedskurver baseret på frekvensomformernes datalogninger og de manuelle aflæsninger. Detaljerne omkring denne udfordring er ikke medtaget i opgaven. På bilag 4 ses de forbrugs aflæsninger, som dannede grund for denne udfordring.

#### 6.1.4 Manglende CTS logninger

Ved import af data fra CTS systemet var en indledende kontrol af målerne vigtig. Den nemmeste måde at foretage denne kontrol er ved visuel inspektion af de effektkurver, som logningerne baseres på. I nogle tilfælde manglede kurven fuldstændigt, hvilket betød, at der ikke var blevet logget på den aktuelle måler. Dette var eksempelvis tilfældet med cirkulationspumpen til anlæg 60. Metoden til at imødegå denne problematik er at programmere enheden til datalogning i CTS-systemet og ud fra den nye logning, beregne et gennemsnit, som kan repræsentere den periode, hvor der ikke blev logget. Når denne metode benyttes, er det vigtigt at vurdere den enkelte forbruger i forhold til årstidsvariationer eller lignende.

#### 6.1.5 Graddagskorrektion

En væsentlig del af formålet med databehandlingen og den følgende kortlægning er, at kunne sammenligne resultaterne på tværs af kolde og varme år og geografiske placeringer. Opgaven har ikke fokus på varmeforbruget, men i forhold til beregning af nøgletal, benyttes der graddagskorrigerede data. Dette afsnit er derfor medtaget for at beskrive, hvorledes et varmeforbrug graddagskorrigeres.

Graddagekorrektion foretages ved hjælp af nedenstående formel (El- og Vvs-Branchens Uddannelsessekretariat, u.d.):

$$\text{Graddagskorrigeret forbrug} = \frac{(\text{Forbrug}(GAF) [kWh]) * \text{Graddage, normalår} [Grd]}{\text{Graddage, pågældende periode} [Grd]} = [kWh]$$

Der skelnes mellem GUF (graddageuafhængigt forbrug) og GAF (graddageafhængigt forbrug). Det er kun GAF som skal korrigeres. I forhold til EnergiMidts bygning er det derfor kun det forbrug, som går til rumopvarmning der skal korrigeres. Forbrug til opvarmning af varmt vand, antages konstant uanset udetemperatur og skal derfor ikke korrigeres. Ovenstående formel er lavet med henblik på at korrigere kilowatttime forbrug. Eftersom GAF praktisk talt multipliceres med et graddageforhold, kan eksempelvis olie- og gaskvantiteter indsættes i stedet.

Det kritiske punkt i graddagskorrektion er ofte det datasæt, som angiver antallet af graddage i normalåret. Som udgangspunkt er alle kilder lige gode. Men når det ønskes at sammenligne to års varmeforbrug er sammenligningen kun valid, hvis der er gjort brug af samme kilde – *hver gang*. Hvis dette ikke er tilfældet, er sammenligningen ubrugelig. De enkelte kilder tager afsæt i vejrdata, som varierer på flere faktorer. Normalår varierer på tidsintervallets længde, historisk og geografisk placering. Nogle tager tilmed højde for klimatisk ustabilitet i forhold til naturfænomener og lignende. Denne opgave benytter sig af graddage fra Dansk Meteorologisk Institut (DMI). DMI vurderes som valid i forhold til indsamling af vejrdata. DMI indsamler sine data fra 45 forskellige geografiske placeringer i Danmark og normalåret er baseret på tal fra 1961 til 1990 (Danmarks Meteorologiske Institut, 2012).

Metoden til at udregne antallet af graddage pr. år, baseres naturligvis på månedsdata, som igen bygger på dagsdata. De beregnes ud fra en gennemsnitstemperatur på 17 grader celsius. Hvis gennemsnitstemperaturen et døgn eksempelvis er 5 grader, giver det et antal graddage på  $17-5=12$  dage. I sommerhalvåret, hvor gennemsnitstemperaturen kan komme over 17 grader, bliver graddagsantallet ikke negativt. Nul er den laveste værdi. Årsagen til at 17 grader er valgt som det springende punkt, bunder i den antagelse, at bygninger behøver rumopvarmning under denne temperatur. I de måneder, hvor bygningen ikke har et varmeforbrug, sættes graddagene dog til nul. Benyttede graddage til korrektion er vedhæftet på bilag 5.

## 6.2 Forbrugsdata

Dette afsnit har til formål at præsentere de overordnede forbrugsdata. De bygger overvejende på de indhentede data fra CTS systemets logning, men som nævnt i de forrige afsnit, er der flere steder benyttet manuelle aflæsninger til at bestemme forbrug.

Forbrug, som præsenteres i tabellen, er medtaget for at bidrage til overskuelighed over de enkelte kategoriers årsforbrug. De samme data fremgår også af bilag 6, hvor de enkelte kategoriers forbrug også fremgår på månedsbasis.

Hvis der ønskes mere detaljerede forbrugsdata, kan forbrugsdata for hele 2011 ses fordelt på timebasis i det vedhæftede Excel dokument "Forbrugsdata" på det elektroniske bilag. Rådata fra selve dataindhentningen forefindes ligeledes på det elektroniske bilag under navnet "Rådata". Da det kræver et kendskab til navngivningen af de individuelle målere, for at forstå kolonne-overskrifterne i de elektroniske bilag, er der i bilag 7 vedhæftet en forklaringsnøgle til navngivningssystemet.

De data som præsenteres i nedenstående tabel, benyttes som fundament til nøgletals-beregningerne i næste afsnit, samt energikortlægningen senere i opgaven.

Øverste post er solcelleproduktion, som ikke er et forbrug, men en produktion.

Anvendelse	kWh/år
Solceller	25.710
Centralvarmesystem	169.508
Varmt Vand	27.872
Komfortventilation	32.222
Funktionel Ventilation	18.108
Belysning	72.975
Kraft	35.338
EDB	8.542
Automation	23.840
Anlæg 10	44.598
Anlæg 20	5.911
Anlæg 30	23.256
Anlæg 40	629
Anlæg 60	-
Anlæg 70	18.169
Anlæg 80	-
Anlæg 90	22.561
Server A	136.920
Server B	134.724
Køkken	95.482

Tabel 1: Forbrug, 2011 (Bilag 6)

## 7 Nøgletal

Det følgende kapitel vil omhandle bygningens nøgletal. Praktiske og teoretiske nøgletal, som har relevans for opgaven, udregnes og sammenlignes. Dette kapitel vurderer yderligere om EnergiMidts kontorbygning overholder Lavenergiklasse 2015.

### 7.1 EnergiMidts Teoretiske Nøgletal

De nøgletal, som bygningens energiklassificering tager udgangspunkt i, er beregnet før bygningens egentlige idriftsættelse. De bygger på forbrug beregnet i et program, der hedder Be06. Programmet er lavet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI). Forudsætningerne for disse beregninger er vedlagt i bilag 8 og resultaterne er vedlagt i bilag 9. Værdier, som benyttes derfra, fremlægges dog i tabellen herunder. Bygningens areal er 5200 m<sup>2</sup>.

Tabel 2: Teoretiske Forbrug ( (EnergiMidt A/S, 2010)

Anvendelse (*produktion)	Forbrug [kWh/år]	Nøgletal [kWh/m <sup>2</sup> /år]
Ventilation	19739	3,8
Belysning	36526	7,02
Varmepumper (10+20)	38937	7,49
Apparatur	73194	14,08
Solceller	44920*	8,64*

Det er beregnet, at Bygning KAA er energimærket med et samlet energibehov på 27,1 kWh/m<sup>2</sup>/år. Selve energimærket er vedhæftet i bilag 10. Energimærket dækker over de behov, som bygningen har for tilførsel af energi til opvarmning, ventilation, køling, varmt brugsvand og belysning. Det er altså ikke bygningens totale tilførsel, der er væsentlig, men kun tilførslen til de ovennævnte kategorier. Kategorien apparatur i tabellen ovenfor, bygger på en teoretisk antaget forbrugsværdi med udgangspunkt i et standardforbrug pr. kvadratmeter. Den overordnede årsagen til, at det kun er de fem kategorier, der danner grund for energiberegningen er, at disse kategorier giver udtryk for bygningens energiforbrugende kvaliteter. Solcelleproduktionen indgår også i beregningen, da denne el produktion kan fratrækkes det samlede forbrug. Til information har bygningen ikke et kølebehov.

Beregningerne tager udgangspunkt i de retningslinjer, som er stillet til rådighed af Statens Byggeforskningsinstitut (Thomsen & Aggerholm, 2000). Her fremgår det, at forbrug til ventilation og belysning skal multipliceres med en faktor 2,5 for at tilskynde valget af lavenergiløsninger i disse installationer. Imidlertid skal solcelleproduktionen også multipliceres med en faktor 2,5, da det ønskes at stimulere installationen af vedvarende energiløsninger.

Ud fra disse retningslinjer kan energirammen beregnes. Indledningsvist udregnes energiforbruget, uden solcelleproduktionen er fratrukket. Dette er for at anskueliggøre det *rene* forbrug:

$$\text{Energiforbrug, teori} = (2,5 \times (3,8 + 7,02)) + 7,4 + 14,08 = 48,7 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Bygningens forbrug på 48,7 kWh/m<sup>2</sup>/år skal derefter fratrækkes solcelleproduktionen multipliceret med en faktor 2,5:

$$\text{Energiramme, teori} = 48,7 - (2,5 \times 8,64) = 27,1 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Med solcelleproduktionens belønning i energirammen bliver resultatet 27,1 kWh/m<sup>2</sup>/år. Ud fra de to beregnede tal kan betydningen af det installerede solcelleanlæg dermed anskueliggøres.

For at bygningen kan kategoriseres som et Lavenergiklasse 2015 byggeri, må forbruget jævnfør Bygningsreglementet 2010 ikke overskride 41,2 kWh/m<sup>2</sup>/år (Energistyrelsen, Bygningsreglementet, 2010). Rammen fremgår i Bygningsreglementet som en formel, hvor der tages højde for bygningens areal. Beregningen af denne ses herunder:

$$\text{Krav, Lavenergiklasse 2015} = 41 + \frac{1000}{A} = 41 + \frac{1000}{5200} = 41,2 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

På baggrund af de teoretiske beregninger i Be06 overholder EnergiMidts kontorbygning kravet til Lavenergiklasse 2015.

## 7.2 Beregning af Nøgletal for 2011

Dette afsnit har til formål at beregne det faktiske nøgletal for 2011. Udgangspunktet for at beregne det faktiske nøgletal bunder i nødvendigheden i at kontrollere, om teori passer på praksis. Grundlaget for denne beregning skal naturligvis være valide forbrugsdata. Beregningsmetoden vil være den samme, som danner grund for det teoretiske tal. De forbrugsdata, som præsenteres i dette afsnit, vil, med undtagelse af energiforbruget til opvarmning, blive omtalt senere i opgaven.

Forbrug, som ligger til grund for beregning af energirammen for 2011, fremgår af tabellen herunder.

**Tabel 3: Praktiske Forbrug, 2011 (Bilag 6)**

Anvendelse (*produktion)	Forbrug [kWh/år]	Nøgletal [kWh/m <sup>2</sup> /år]
Ventilation	32222	6,2
Belysning	72975	14,03
Varmepumper (10+20)	50509	9,7
Fjernvarmeforbrug	105565	20,3
Apparatur	73194	14,08
Solceller	25710*	4,94*

Til forskel fra teoretiske forbrug fra Be06 figurerer der for 2011 et fjernvarmeforbrug. Da dette er en ekstern varmetilførsel, skal dette medregnes i energirammeberegningen. Forbruget for apparatur antages at være den samme som for den teoretiske beregning. Der kan være en variation mellem teori og praksis i forhold til denne værdi, men det har ikke været muligt at skabe et tilfredsstillende empirisk grundlag for beregning af det reelle forbrug i denne kategori.

Der er tilført 96040 kWh fjernvarme i løbet af 2011. Det antages, at dette forbrug primært bruges til produktion af varmt vand. Det totale varmtvandsforbrug for 2011 er 27872 kWh. Dermed er der 68168 kWh tilbage, som antages at være gået til opvarmning. Som det beskrives i afsnit 6.1.5., skal opvarmningsforbruget graddagskorrigeres. Dette resulterer i et opvarmningsforbrug på 77693 kWh. Samlet set giver dette et varmeforbrug på 105565 kWh inklusiv varmt vand.

Fjernvarmeforbruget figurerer ikke som et forbrug i CTS systemet, da denne varmetilførsel blev tilsluttet efter bygningens idriftsættelse. Forbruget er derfor indhentet manuelt på energimåleren i teknikælderen. Indhentningen foretages ved hjælp af en infrarød datatilslutning mellem måler og pc. Måleren har en intern hukommelse, som logger forbrugstal. Da denne installation er betragtet som midlertidig, er der ikke lavet en CTS datatilslutning.

Med udgangspunkt i forbrug fra tabel 3 beregnes det *rene* forbrug med afsæt i samme metode, som benyttet for de teoretiske tal:

$$\text{Energiforbrug, 2011} = (2,5 \times (6,2 + 14,03)) + 9,7 + 20,3 + 14,08 = 94,6 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Herefter kan solcelleproduktionen, som skal multipliceret med en faktor 2,5, fratrækkes det ovenstående forbrug:

$$\text{Energiramme, 2011} = 94,6 - (2,5 \times 4,94) = 82,2 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Dette tal overrasker negativt, da resultatet betyder, at Lavenergiklasse 2015 ikke overholdes for 2011.

Næste afsnit vil på den baggrund klarlægge de faktorer, som bevirker den store forskel mellem det teoretiske og praktiske forbrug.

### 7.3 Sammenligning af Nøgletal

Beregning af bygningers nøgletal er relevant af én hovedårsag; sammenligning. Ved at udregne nøgletal er det muligt at sammenligne forbrug på tværs af byggerier. Dette afsnit har til formål at vurdere og sammenligne de teoretiske og praktiske nøgletal. Derudover holdes disse op mod enhedsspecifikke gennemsnitsnøgletal, som tager udgangspunkt i andre kontorbyggerier.

Tabel 4 herunder samler interessante resultater fra de to forrige afsnit, samt præsenterer eksterne nøgletal gældende for kontorbyggerier (Hvenegaard, 2008). De eksterne nøgletal bygger på indberetninger til Energiledelsesordningen (ELO). Det har ikke været muligt at finde et sammenligneligt tal for det eksterne energibehov, så dette er udeladt. Samme gælder i forhold til solcelleproduktionen, da tallet er bygningsspecifikt.

Tabel 4: Sammenligning af Nøgletal (Egen Tilvirkning, 2012)

Anvendelse [kWh/m <sup>2</sup> /år] (*produktion)	Teoretisk	Praktisk (2011)	Gns. Kontorbyggerier
Ventilation	3,8	6,2	5,7
Belysning	7,0	14,0	18,8
Solceller	8,64*	4,94*	-
Energibehov	48,7	94,6	-
Energiramme	27,1	82,2	-

#### 7.3.1 Energibehovet

Et nøgletal, som kun fortæller om de forbrugende kategorier, antages praktisk. Praktisk, fordi tallet viser den halve sandhed af energirammen, da det er dette tal, man bør anskue, hvis energiforbruget skal reduceres. I forhold til energirammeberegningen, er dette tal det *rene* energibehov.

Forskellen mellem 48,7 og 94,6 kWh/m<sup>2</sup>/år er tæt på en faktor 2. Udover ventilation og belysning, som vurderes herefter, er fjernvarmetilførslen en væsentlig årsag til det overraskende høje energibehov. Årsagen til fjernvarmetilførslen beskrives senere i afsnit 8.2.3 og 8.2.4. Det teoretisk beregnede forbrug i Be06 bygger på forudsætningen af, at der ikke er et behov for ekstern varmetilslutning.

#### 7.3.2 Ventilation og Belysning

Ventilation er øverste kategori i tabel 4. Der konstateres et praktisk forbrug for 2011 på 6,2 kWh/m<sup>2</sup>/år, som er højere end det teoretiske 3,8 kWh/m<sup>2</sup>/år. Forskellen mellem de to værdier kan forklares med den udfordring, der har været omkring den naturlige ventilation i 2011. Grundet denne udfordring, som beskrives senere, har den mekaniske ventilation haft driftstid hele året. Det er intentionen, at den naturlige ventilation skal overtage i sommermånederne.

Set fra en anden vinkel, varierer det praktiske forbrug imidlertid ikke meget i forhold til gennemsnits-tallet fra ELO-indberetningerne. Det vurderes sandsynligt, da naturlig ventilation ikke er normalt forekommende i kontorbygninger og dermed reflekteres i gennemsnitsværdien. Generelt omkring ventilationsforbruget opfattes nøgletalsvariationerne derfor forklarlige og forbrugsvariationerne mellem teori, praksis og gennemsnitsnøgletallet vurderes rimelige.

Belysningsnøgletallene vidner derimod om en større variation i forhold til det projekterede. Det praktiske forbrug er dobbelt så stort, som det teoretiske. Selvom dette er tilfældet, er det praktiske imidlertid mindre end det gennemsnitlige. Forbruget kan dermed ses ud fra to synspunkter.

Vurderet ud fra gennemsnitstallene fra andre kontorbyggerier har bygningen et lavt forbrug. Ud fra det teoretiske vurderes det imidlertid højt. Anskuet fra EnergiMidts side, er der lagt mange kræfter i at skabe en belysningsløsning med meget lavt forbrug og det vurderes derfor, at forbruget er for højt. Forskellen i belysningsnøgletallene danner grund for belysningsanalysen senere i opgaven.

### 7.3.3 Energirammen

Energirammen er det tal, som energimærket udløses af. Kravet for at tilhøre Lavenergiklasse 2015 er, som fremlagt tidligere 41,2 kWh/m<sup>2</sup>/år. En sammenligning af de to forbrug på henholdsvis 27,1 og 82,2 kWh/m<sup>2</sup>/år vidner om en markant forskel. Her er tale om så meget, som en faktor 3.

Hvor det teoretiske forbrug overholder energirammen med stor margin, overholder tallet fra 2011 jævnfør Bygningsreglementet 2010 ikke engang minimumsgrænsen for nybyggeri på 71,6 kWh/m<sup>2</sup>/år. (Energistyrrelsen, 2010). Som udgangspunkt skal årsagen findes i forhold til energibehovet, hvor energiforbruget *kun* er en faktor 2 større. Sidste og afgørende faktor skal dog findes i solcelleproduktionen.

Med en praktisk produktion i 2011 på 4,94 kWh/m<sup>2</sup>/år, mod teoretiske 8,64 kWh/m<sup>2</sup>/år, nærmer det sig en halvering af det forventede. Denne konstatering, der med henvisning til afgrænsningen, ikke bliver videre behandlet, bunder i flere omstændigheder. Resultatet taler dog et klart sprog. Da solcelleproduktion bliver belønnet med en faktor 2,5 i energirammen, bevirker en dårlig faktisk produktion en *endnu* mindre rabat i energirammeberegningen. For bygningstyper som EnergiMidts erfares dermed vigtigheden af et solcelleanlæg, som redskab til at opnå den ønskede energiklassificering.

### 7.3.4 Kritik af ELO-nøgletal

Gennemsnitsnøgletallene er et resultat af energiindberetninger foretaget af energikonsulenter tilsluttet ELO-ordningen i perioden 1997 til 2002. ELO-ordningen blev i 2006 erstattet af Energimærkeordningen (Energiwiki, 2012).

De præsenterede nøgletal kan derfor kritiseres for at være forældede i forhold til de tal, der sammenlignes med. Det er EMO-ordningen, som danner baggrunden for EnergiMidts energimærkning. Det har ikke været muligt at finde gennemsnitsnøgletal fra EMO-ordningen, hvilket er grunden til at de ældre ELO-tal benyttes. I forhold til tallene, kan der sættes spørgsmålstejn ved antallet af indberetninger. Det fremgår ingen steder, hvor mange indberetninger det er, som danner grundlaget for gennemsnittet. I tillæg dertil, fremgår der ligeledes ikke, om indberetningerne er fra nye-, nyere- eller ældre kontorbyggerier. På baggrund af dette, rejser der sig endnu et interessant spørgsmål. Er indberetningerne teoretiske beregninger eller praktiske forbrug? Dette fremgår heller ikke nogle steder, men kan, som nøgletalsberegningerne bekræfter, have en markant betydning.



## 7.4 Teoretisk Scenarie for 201X

Dette afsnit har til formål at beregne et teoretisk nøgletal for energirammen, som kan afspejle det praktiske billede, der ville kunne beregnes i kommende år - kaldt 201X. Antagelserne i dette afsnit er teoretiske, men begrundede af egen viden og realistiske vurderinger. Netop derfor er dette afsnit ikke inddraget i sammenligningen af de tidligere præsenterede nøgletal.

På baggrund af forrige afsnit ser fremtidsudsigterne umiddelbart triste ud for bygningens forbrug. Det skyldes en lang række faktorer, som direkte eller indirekte har forårsaget et væsentligt større forbrug i 2011 end det teoretisk beregnede i Be06. I det følgende forklares disse faktorer og et begrundet forbrug for 201X antages.

Ventilationsforbruget har været højere i 2011, da den naturlige ventilation har været ude af drift. Da denne igen har operationel status, kan den mekaniske ventilation i kontorzonerne reduceres kraftigt i sommerhalvåret. På den baggrund vurderes, at forbruget til mekanisk ventilation i kontorzonerne halveres en tredjedel af året. Ydermere antages, at kontorventilationen udgør halvdelen af forbruget til ventilation i denne kategori. Det tilpassede beregningsgrundlag for komfortventilations teoretiske energirammeberegning for 201X bliver derfor følgende:

$$Ventilation, 201X = \left( \frac{32222 \text{ kWh}}{2} \right) + \left( \frac{32222 \text{ kWh}}{2} \times \frac{2}{3} \right) = 26852 \text{ kWh/år}$$

Belysningsforbruget forbliver højt, hvis der ikke optimeres på denne front. Det er dermed stadigvæk højt i kommende år. Derfor er dette forbrug vurderet til det samme som for 2011. Samme antagelse forudsættes også for forbruget til varmepumperne og apparatur.

Som nævnt, er tilslutningen af fjernvarme en betydelig faktor. Denne karakteriseres dog som en midlertidig løsning i forbindelse med bygningens indkøringsperiode. Det vurderes, at denne løsning ikke indgår i fremtiden og således indgår den heller ikke i scenariet for 201X.

Solcelleproduktionen for 2011 var meget lille. Henover 2011 blev der imidlertid løst flere af problematikkerne, hvilket betyder en større produktion for 201X. Fra en personlig vinkel antages produktionen dog ikke at være i stand til at matche det teoretiske niveau på 44920 kWh/år. Realistisk set antages en produktion, som ligger mellem den praktiske for 2011 og den teoretiske fra Be06:

$$Solcelleproduktion, 201X = \frac{44920 + 25710}{2} = 35315 \text{ kWh/år}$$

Antagelserne fremgår i tabellen herunder. Anden kolonne viser forbruget fra 2011, tredje det antagne forbrug for 201X og fjerde nøgletallet pr. bygningsareal for 201X.

**Tabel 5: Forbrug i 2011 og 201X (Egen Tilvirkning)**

Anvendelse (*produktion)	Forbrug, 2011 [kWh/år]	Forbrug, 201X [kWh/år]	Nøgletal, 201X [kWh/m <sup>2</sup> /år]
Ventilation	32222	26852	5,16
Belysning	72975	72975	14,03
Varmepumper	50509	50509	9,7
Fjernvarmeforbrug	105565	0	0
Apparatur	73194	73194	14,08
Solceller	25710*	35315*	6,8*

Udregningsmetoden, der benyttes, er magen til den brugt i de forrige afsnit. Her ønskes det også, at udregne det *rene* forbrug, inden solcelleproduktionen fratrækkes. Energiforbruget beregnes herunder:

$$\text{Energiforbrug, 201X} = (2,5 \times (5,16 + 14,03)) + 9,7 + 14,08 = 71,7 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Herefter kan solcelleproduktionen, som multipliceres med en faktor 2,5, fratrækkes det ovenstående forbrug:

$$\text{Energiramme, 201X} = 71,7 - (2,5 \times 6,8) = 54,7 \text{ kWh/m}^2/\text{år}$$

Et facit på 54,7 kWh/m<sup>2</sup>/år overholder ikke kravene for en Lavenergiklasse 2015 bygning, da denne ramme som nævnt er på 41,2 kWh/m<sup>2</sup>/år. Imidlertid er de forhold, denne energirammeberegning baseres på i store linjer aktuelt gældende for bygningen. Hvis der arbejdes målrettet med at optimere bidragene, kan forbruget relativt nemt reduceres. Set ud fra en beregningsteknisk vinkel, gælder det specielt om at reducere ventilations- og belysningsforbruget, samt optimere solcelledriften, da disse multipliceres med en faktor 2,5.

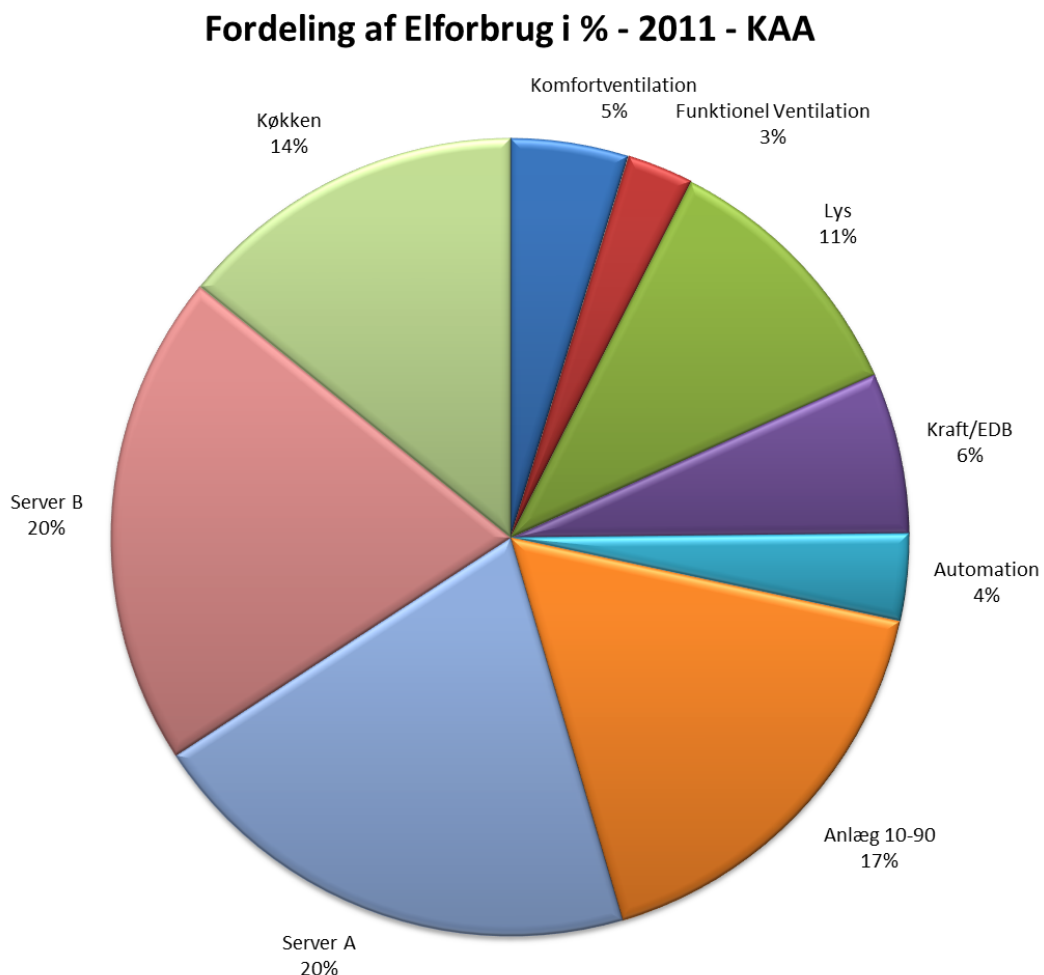
Med udgangspunkt i ovenstående og en optimistisk betragtning vurderes derfor, at det er muligt at opnå et praktisk scenarie, hvor ambitionen for overholdelse af Lavenergiklasse 2015 indfries.

## 8 Kortlægning og Grundlæggende Analyse

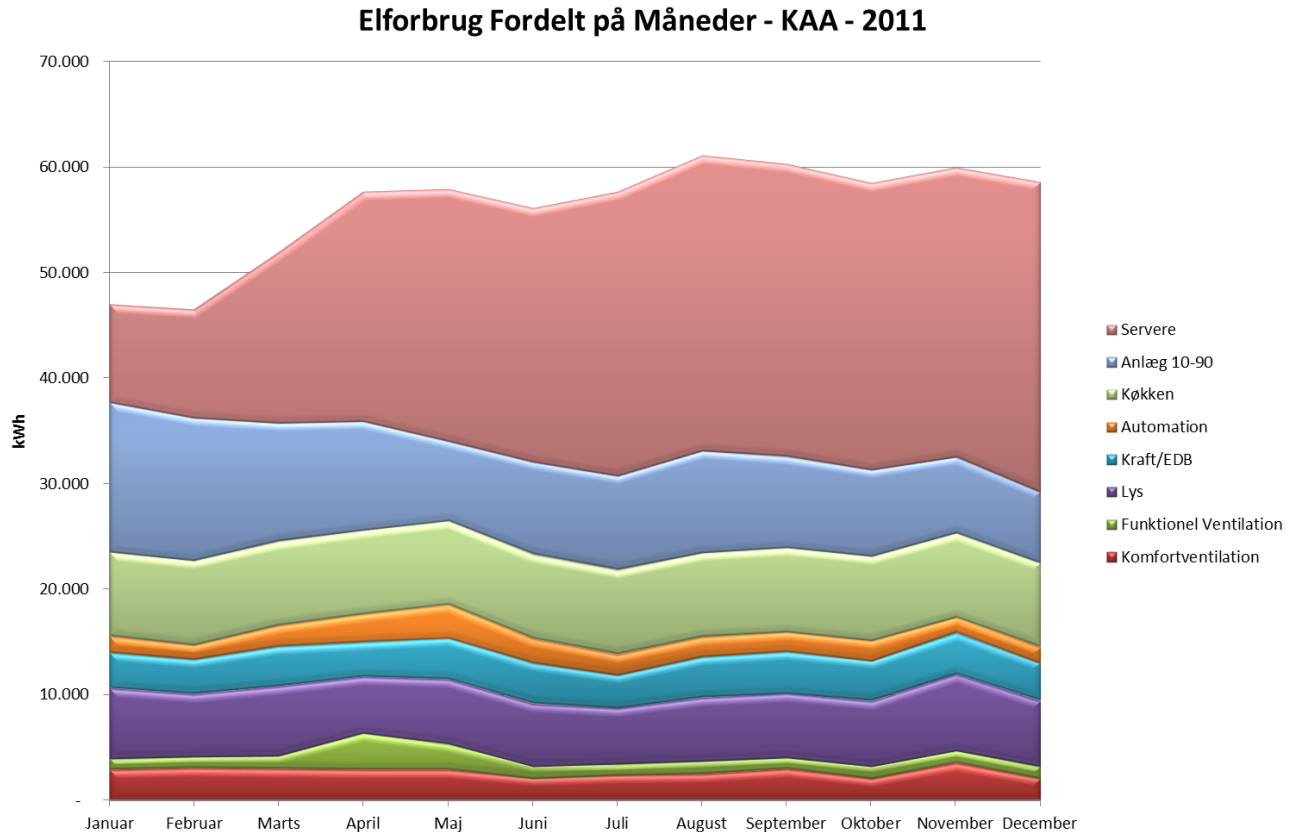
Dette kapitel har til formål at præsentere kortlægningen af elforbruget. Kortlægningen har til opgave at vise måden, hvorpå de overordnede hovedtyper af forbrug fordeler sig procentvis. En kortlægning tager sig bedst ud, når den er grafisk præsenteret, da det dermed muliggør udpegning af forbrugere, som fremhæver sig på enten positivt eller negativt vis. Udover selve kortlægningen efterfølges resultaterne af en vurdering af forbrugsandelen. Empirien og udarbejdelsen af diagrammer og lignende, er vedlagt på det elektroniske bilag under filnavnet "Forbrugsanalyse".

### 8.1 Overordnet Forbrugsfordeling

#### 8.1.1 Diagram: Samlet Elforbrug i Procent



### 8.1.2 Diagram: Samlet Elforbrug på Månedsbasis i kWh



### 8.1.3 Server

Det er nemt at se forbrugsandelen til server A og B; Samlet set står de for 40 procent af elforbruget i 2011. Årsagen til det store forbrug er et bevidst valg fra EnergiMidts side. Som nævnt tidligere, er det netop servernes store forbrug, som muliggør så store mængder overskudsvarme, at det kan udnyttes til at opvarme bygningen. Det skal nævnes, at serverinstallationen ikke kun er EnergiMidts eget aktiv. EnergiMidt tilbyder virksomhedens kunder forskellige fjernservertilbud, hvilket er årsagen til den omfattende størrelse. Som udgangspunkt kunne serverne have været placeret, hvilket som helst andet sted, men så havde det naturligvis ikke været muligt at udnytte deres overskudsvarme. Den installerede servereffekt leverede fra bygningens idriftsætning ikke overskudsvarme nok til rumopvarmningen. Det har været problematisk, at rumopvarmningen indirekte er påvirket af antallet af solgte serverløsninger til erhvervslivet. Imidlertid har der øjensynligt været en stigende efterspørgsel på fjernserverløsninger gennem 2011, hvilket kommer til udtryk i det voksende forbrug til serverrummene.

EnergiMidt har et meget stort forbrug til serverinstallationer. Men som nævnt, skal dette forbrug ses i relief til det faktum, at serverne afgiver varmeenergi til bygningens varmekonsumerende installationer. Det er væsentligt at bemærke, at den store andel i procentfordelingen får de andre forbrugsposter til at virke mindre, end de egentlig er.

### 8.1.4 Køkkenet

Køkkenet udgør 14 procent. Det er væsentligt at bemærke, at køkkenventilationen ikke hører under denne post, men hører til under komfortventilation. De 14 procent dækker over lys og kraft til køkkenet. Køkkenet laver morgen- og middagsmad til hele hovedsædet, hvilket indbefatter over 500 kuverter hver arbejdsdag. De bager deres eget brød, hvilket er en væsentlig faktor til det høje forbrug. Forbrugets størrelse er stort set i forhold til bygningens totale forbrug, men det skal tages i mente, at hele silkeborgafdelingen spiser her og altså ikke kun dem, der holder til i bygning KAA. I 2011 blev der yderligere lavet mad til herning- og skiveafdelingen, som så blev kørt ud. Forbruget til køkkenet er baseret ud fra aflæsninger foretaget i hovedsædets transformatorstation. Ved dataindsamlingen konstateredes det, at bi-måleren til køkkenet var itu. Da denne måler dags dato stadig ikke er skiftet, er det et samlet forbrug over 22 dage, som danner grundlag for et månedsgennemsnit. Det vurderes, at forbruget er lavere i de måneder, hvor medarbejderne afholder ferie, da kantinen producerer mindre mad i de perioder.

### 8.1.5 Komfortventilation

Komfortventilation udgør 5 procent. Komfortventilation omfatter mekaniske ventilationsanlæg for kontorzoneerne, køkkenet og toiletter/kopirum. Med andre ord, ventilation som kan relateres direkte til medarbejderne i kontorområdet. Det ses på månedsfordelingen, at forbruget er relativt konstant over hele 2011. Ved bygningens projektering har det været tiltænkt, at den naturlige ventilation skulle varetage ventilationen i kontorzoneerne i sommerhalvåret, således at det samlede forbrug til komfortventilation nedbringes de måneder. Det ikke været tilfældet, da et af de motoriserede glasskodder ind mod det panoptiske rum uheldigvis faldt af og smadrede



Figur 7: Glasskodder (Bilag 1)

nede i kantineområdet grundet svagheder i konstruktionen. Dette uheld resulterede i en sikring af alle glasskodder og nedlukning af det naturlige ventilationssystem. Dags dato er denne konstruktion blevet forbedret og for 2012 kan et lavere forbrug forventes på denne post i sommerhalvåret.

### 8.1.6 Funktionel Ventilation

Funktionel ventilation omfatter diverse udsug og indblæsningsanlæg i kælderen. Det er et gældende krav, at køleanlæg med CO<sub>2</sub> som drivmiddel skal have udsug i kompressorummet i tilfælde af lækage. Af de funktionelle ventilationsanlæg kan nævnes det anlæg, som cirkulerer luft gennem serverrummene. Forbruget er relativt konstant gennem hele året, da serverkølingen skal udføres uafhængigt af ydre påvirkninger. Imidlertid kan der konstateres et højere forbrug i april-maj. Denne stigning skyldes et fejlagtigt aktiveret udsug i et af kompressorummene. Der har været problemer med at udsugene kan aktiveres manuelt i kælderen. Hvis de ikke slukkes igen manuelt, forsætter de med at køre på ubestemt tid.

### 8.1.7 Kraft og EDB

Kraft og EDB udgør tilsammen 6 procent. Som udgangspunkt er kraft og EDB to separate forbrugsregistreringer, som beskrevet tidligere. I kortlægningsfasen blev de to poster da også betragtet som to individuelle poster, indtil der oplevedes en uoverensstemmelse. Ved analyse af kontorzonerne bemærkedes, at fordelingen af el til henholdsvis EDB og kraft svingede uregelmæssigt mellem de enkelt kontoretager. Generelt set, bør forbrug mellem første, anden og tredje etage være ensartet, da der ikke er stor forskel i antal medarbejdere og udstyr de tre etager imellem. Svaret skulle findes hos de enkelte arbejdsstationer. Elinstallationer er opdelt i forbrugsgrupper for at tilgodese en præcis energistyring. Derfor har hvert skrivebord en stikdåse, som indeholder separate stik til henholdsvis EDB og kraft. Problemet er, at den enkelte medarbejder ikke tænker på, om arbejdsstationen og skærmen bliver tilsluttet de egnede skrånstillede EDB-stik. Ved en hurtig visuel gennemgang af etagerne kunne det konstateres, at flere medarbejdere ikke var klar over denne gruppeopdeling. Yderligere er det kun muligt at tilslutte to EDB enheder på hver arbejdsstation. Dette sammenholdt med, at majoriteten af arbejdsstationerne har to skærme og én pc, gør det ikke muligt at få en valid registrering uden indkøb af nyt materiel. På baggrund af ovenstående, vælges det at slå de to grupper sammen til én samlet. Forbruget er relativt konstant over hele året, dog med små fald i april og juli måned, hvor hovedparten af medarbejderstaben afholder ferie.

### 8.1.8 Automation

Automation udgør 4 procent. Automationsposten dækker over forbruget til det omfattende netværk af sensorer, følere, controllere og aktuatorer, som styrer ventilation, varme, skodder og lignende. Det har ikke været muligt at isolere automationsforbruget i kælderen, så denne post dækker primært over forbrug fra stuen til tredje sal. Set over 2011 er forbruget konstant over hele året. Det kunne imidlertid være interessant at analysere, hvordan dette forbrug fordeler sig over døgnet. Dette analyseres senere.

### 8.1.9 Belysning

Belysning udgør 11 procent af det årlige forbrug. Det skal bemærkes, at det ikke har været muligt at registrere belysningsforbruget i kælderen og i køkkenet og det samlede forbrug vurderes derfor at være lidt højere. Da lysforbruget er bemærkelsesværdigt højere end forventet, udvælges denne post til senere analyse.

## 8.2 Anlægsfordeling

Anlæg 10-90 står for 17 procent af det samlede forbrug i 2011. På diagram 9.1.1. er forbrug til anlæggene samlet til én post for overskuelighedens skyld. De enkelte anlægs forbrug er udspecificerede på diagram 9.2.1. og 9.2.2.

Diagram 9.2.1 viser den procentvise anlægsfordeling set over hele 2011, hvor 9.2.2. viser de aktuelle forbrug fordelt over året. Bemærk at anlæggene på sidstnævnte er rangeret for at give den bedst muligt grafiske fremstilling. Tabellen herunder er med for at give et hurtigt overblik over anlægsnavn, funktion og placering, således det ikke er nødvendigt selv at uddrage den information fra de følgende afsnit. Anlæggenes forbrug inkluderer eventuelle cirkulationspumper.

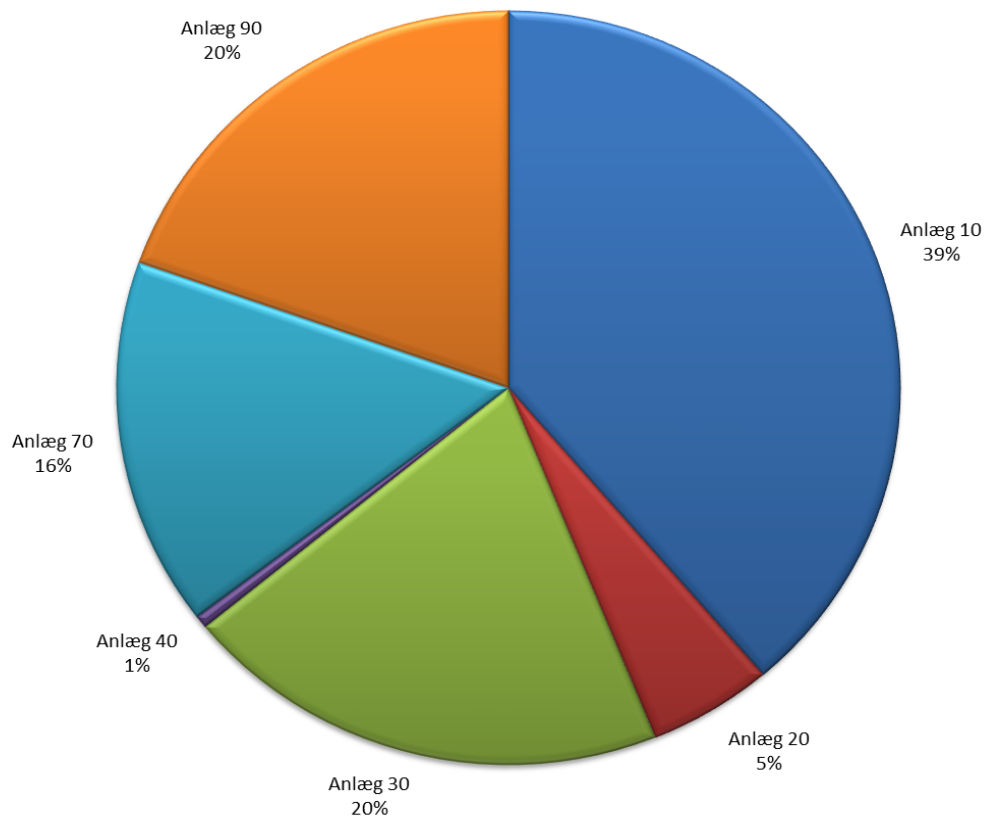
**Tabel 6: Anlægsbenævnelse og Funktion (Egen Tilvirkning, 2012)**

Anlæg	Funktion
10	Varmepumpe, Rumvarme, Kontorzoner
20	Varmepumpe, Varmtvand, KAA
30	Køleanlæg, Køl/Frost, Køkken
40	Cirkulationskreds, Serverrum til VP10
50	Intet Anlæg
60	Cirkulationskreds, gulvvarme, Frostrum
70	Frikøleanlæg, Serverafkøling, Kølegård
80	Nødkøleanlæg, Centralvarme, Tag
90	Hybridkøleanlæg, Serverafkøling, Kølegård

Anlæg 60 og 80 figurerer ikke på procentfordelingen og månedsfordelingen. CTS systemet logger ikke forbruget på anlæggene, men deres samlede forbrug har ingen betydning for hverken det samlede forbrug eller forbrugsfordelingen. Denne antagelse baseres på, at anlæg 80 som nævnt i afsnit 5.2 ikke indgår i regulær drift og ikke har opereret hele 2011, samt at anlæg 60 består af én enkelt lille cirkulationspumpe.

### 8.2.1 Diagram: Anlægs Elforbrug i Procent

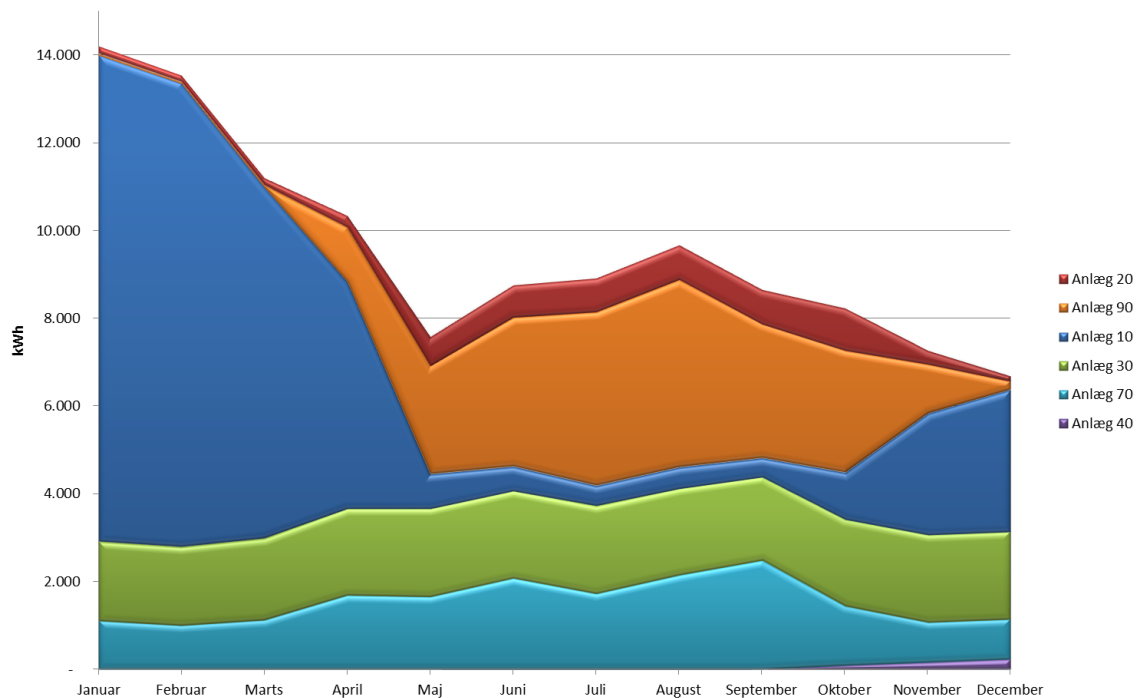
**Fordeling af Elforbrug til Anlæg i % - 2011 - KAA**





## 8.2.2 Diagram: Anlægs Elforbrug på Månedsbasis i kWh

Fordeling af Elforbrug til Anlæg - 2011 - KAA



### 8.2.3 Anlæg 10

Anlæg 10, som er den varmepumpe, der forsyner hele centralvarmekredsen, står for 39 procent af det samlede anlægsforbrug i 2011. På diagram 9.2.2., fremgår det endvidere, at dét forbrug generelt set kun fordeler sig på vinterhalvåret. Specielt iøjnefaldende er forbruget de første fem måneder af 2011. Årsagen skal findes i de udfordringer, der har været i forbindelse med indkøring af anlægget. Det er tydeligt at se forbedringerne fra de kolde måneder i starten af 2011 til slutningen af året. Imidlertid kan det høje forbrug også tilskrives det faktum, at den installerede servereffekt var betydeligt større i slutningen af 2011 i forhold til starten. En lavere servereffekt betyder mindre overskudsvarme, som bevirker en lavere temperatur i hovedstrengen. Når temperaturen i hovedstrengen falder, bliver temperaturforskellen mellem varmepumpens til- og afgangsside større, hvilket i sidste konsekvens betyder en lavere effektivitetsgrad (COP) og dermed større effektforbrug. En projekteret rumvarmetemperatur på 20 grader celsius, mod en faktisk på 22, bidrager yderligere til denne problematik. I sommerhalvåret er der ikke brug for rumopvarmning og derfor bruger den ikke nævneværdig effekt. Når den alligevel gør det, skyldes det, at anlæg 10 kan aflevere sin varme til varmtvandsproduktion.

### 8.2.4 Anlæg 20

Anlæg 20 er varmepumpen, som er dedikeret til varmtvandsproduktion. Jævnfør procentfordelingen over de samlede forbrug til anlæggene aftog den i 2011 kun 5 procent. Henover året er forbruget også lavt, men disse data er kun den halve sandhed. Der har fra bygningens idriftsættelse været problemer med at få den til at køre tilfredsstillende. Hovedårsagen har i lighed med anlæg 10 været mangel på overskudsvarme fra serverrummene. Da varmemanglen bevirkede, at der ikke kunne produceres varmt vand i de krævede mængder, blev man nødsaget til at tilkoble fjernvarme. På den baggrund er

forbruget til anlæg 20 forholdsvis lavt i forhold til det forbrug, som kunne have været forventet. I takt med udvidelserne af den installerede servereffekt og optimering af anlæg 10 vurderes, at anlæg 20 kan indsættes som primær varmtvandsproducent på sigt.

#### **8.2.5 Anlæg 30**

Anlæg 30 er køleanlægget i kælderen. I 2011 forbrugte det 20 procent af det samlede elforbrug til anlæggene. Der har været problemer med datalogningen til denne forbruger, så data bygger på det forbrug, som er registreret over en periode i år. Eftersom køle- og frostrummet er i drift hele året rundt, antages et relativt konstant forbrug hele året. Rummene er placeret i kælderen og tillægger derfor ikke ændringer i klimaforholdene nævneværdig betydning.

#### **8.2.6 Anlæg 90**

Anlæg 90 er et køleanlæg, som har sin primære opgave i sommerhalvåret. I 2011 forbruger dette anlæg 20 procent af det årlige elforbrug til anlæggene. Dette anlæg arbejder indirekte sammen med anlæg 10, hvilket kommer til udtryk grafisk på diagram 9.2.2. I vinterhalvåret, hvor der er brug for rumopvarmning, varetager anlæg 10 ansvaret for at trække varmen ud af køleluften. I takt med at varmekaldet bliver mindre i kontorområdet, overtager anlæg 90 dette ansvar. Der er et igangværende projekt fra ekstern instans om at optimere driften på anlæg 90, da der har været indkøringsvanskeligheder.

#### **8.2.7 Anlæg 70**

Anlæg 70 aftager 16 procent af det samlede anlægsforbrug. Forbruget er som anlæg 90 under et igangværende optimeringsforløb. Det bemærkes, at anlægget primært har sin drift i sommerhalvåret, hvilket stemmer overens med, at der er i sommerhalvåret ikke aftages nævneværdig varme af anlæg 10.

#### **8.2.8 Anlæg 40**

Anlæg 40 består af en variabel cirkulationspumpe, som transporterer servervarmen op til blandt andet anlæg 10. Forventeligt er et forbrug på 1 procent af det samlede anlægsforbrug, realistisk og forventeligt.

### **8.3 Udvælgelse af Fokusområder**

Foregående afsnit har klarlagt fordelingen af elforbruget i bygningen. Når fordelingen i dette afsnit sammenholdes med de beregnede nøgletal, giver det et overblik over interessante fokusområder.

Det er selvsagt muligt at gå endnu dybere ind hver enkelt post og granske fordelingerne i større detaljegråd. Det er imidlertid vigtigt, at forstå at en kortlægning skal være overordnet, da man ellers kan miste overblikket, hvilket bringer en tilbage til udgangspunktet.

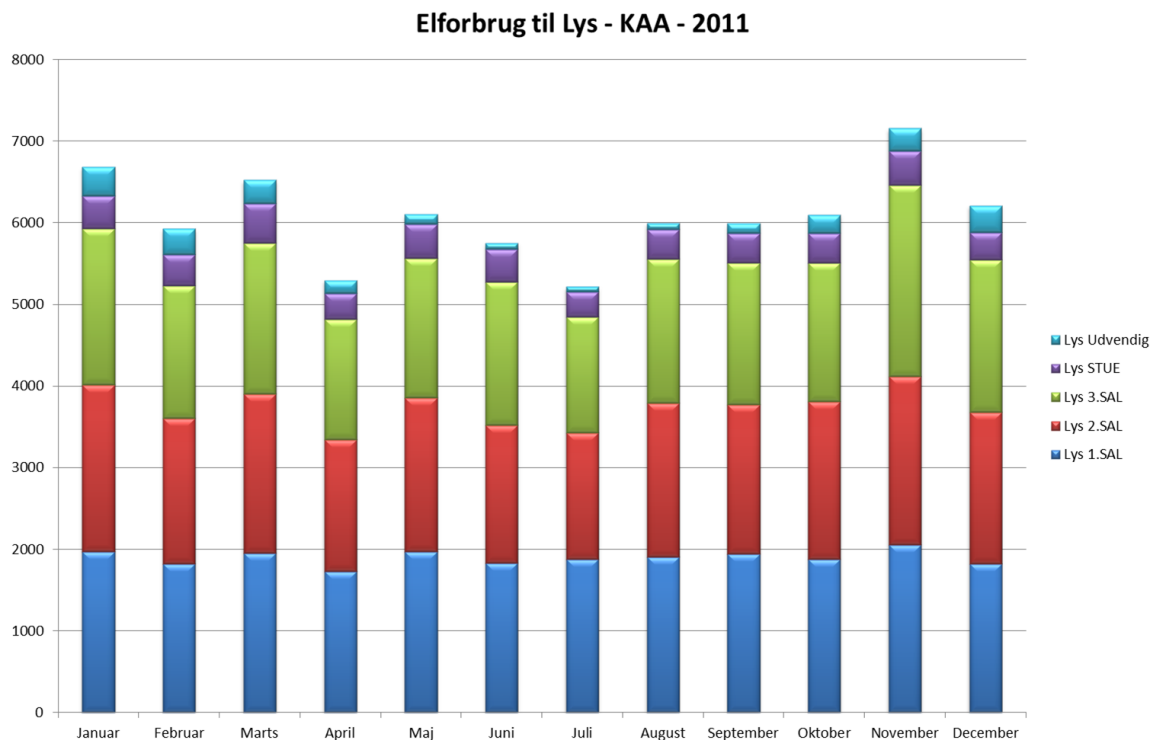
De følgende to kapitler vil basere sig på kortlægningen og gå i dybden med to udvalgte områder. Første interessepunkt er belysningsforbruget. Et teoretisk belysningsforbrug på 36526 kWh/år, til et praktisk forbrug på 72975 kWh/år i 2011, har givet anledning til stor undring. Andet punkt er standbyforbruget, med specifikt fokus rettet mod kontorzonerne. Dette er muligvis ikke et åbenlyst valg, men bunder i en personlig forestilling om, at et eventuelt forbrug uden for arbejdstid i disse zoner bør minimeres, da forbruget ikke har et produktivt formål.

## 9 Analyse af Belysningsforbrug

Dette kapitel har til formål at analysere det forbrug, der går til belysningen i bygningen. For at klarlægge hvor der forbruges dobbelt så meget strøm end projekteret, er de enkelte lysgrupper afbildet på diagram 10.1.1. for at anskueliggøre, hvordan forbruget fordeler sig.

### 9.1 Belysningsfordeling

#### 9.1.1 Diagram: Belysningsforbrug på Månedsbasis i kWh



På baggrund af diagrammet kan det ses, at forbruget til belysning udenfor og på stueetagen ikke har betydning for det høje forbrug. Stueetagens forbrug er imidlertid samlet set højere end det, der afbildes herunder, da køkkenets lysforbrug ikke er medregnet. Derudover er bidraget fra kældbelysningen ikke været muligt at registrere. Med disse kommentarer i mente, er det alligevel relevant at vurdere det forbrug, som er registreret. Det kan konstateres at første, anden og tredje sal står for størstedelen af forbruget til belysning. Yderligere observeres, at forbruget forholder sig ligeligt mellem etagerne, samt at det ikke ændrer sig henover månederne. Sidstnævnte bidrager til undring, da bygningen har forholdsvis store glasfacader og derfor burde benytte sig af de lyse dage i sommerhalvåret. Der er større lysindstråling udefra i løbet af en solrig juli sammenholdt med en grå november. Med tanke på bygningens omfangsrige isolering, kan årsagen til denne undring imidlertid findes i forhold omkring solindstrålingen. I sommerhalvåret er en af de største udfordringer ved bygningen, at holde den kølig indvendig. Som nævnt tidligere, er der derfor monteret solskodder på alle vinduer i kontorzonerne, undtaget de nordvendte, for at begrænse solindfaldet. Resultatet er derfor en blokering af sollyset, som dermed bevirker tænding af lyset. Det vurderes mere effektkrævende at have et kølebehov frem for et lysbehov.

Med ovenstående vurdering fremlagt, er det muligt at klarlægge, hvordan lysforbruget fordeler sig over et døgn.

### 9.1.2 Diagram: Gennemsnitligt Belysningsforbrug i Kontorzonerne på Timebasis

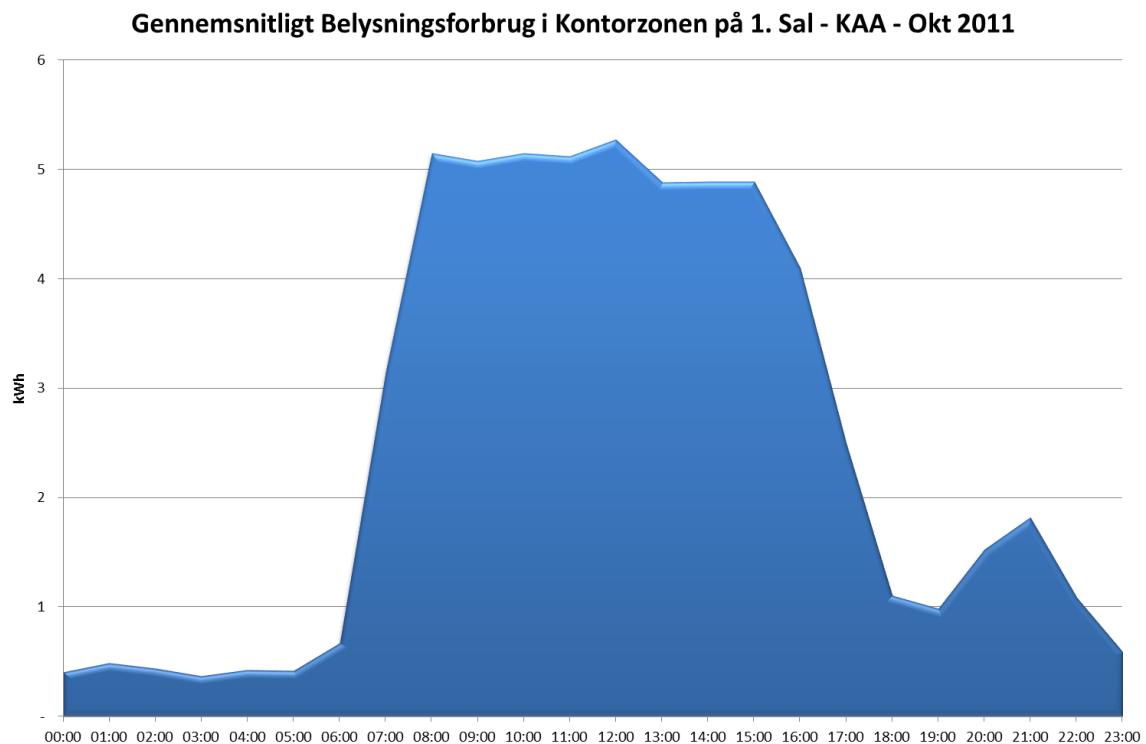


Diagram 10.1.2. viser det gennemsnitlige belysningsforbruget fordelt på et døgn. Tendensen er overvejende som forventet. Normal arbejdstid strækker sig fra 07:00 til 17:00, hvilket da også kommer til udtryk i diagrammet. Der kan ses et lille fald i forbruget omkring 12:00, hvilket efter al sandsynlighed vidner om, at det er her, der er middagspause. Der bemærkes et betydeligt forbrug fra 18:00 til 23:00, som toppes 21:00. Det vurderes, at årsagen til forbruget i aftentimerne skyldes, at der i disse timer foretages rengøring i kontorzonerne og at det kan være enkelte medarbejdere tilstede i aftentimerne. Da der velvidende ikke er hverken rengøring eller folk i kontorzonerne mellem 00:00 og 06:00, men stadig er et mindre forbrug, antages dette at være forbruget til PIR-sensorer og lyskontrollere. Mere om dette senere i analysen.

## 9.2 Redegørelse af Dataindsamling

Denne klarlægning foretages ved at udvælge en repræsentativ måned og etage, da forbruget som nævnt er relativt ensartet hele året. Der er her udvalgt oktober måned og første sal. Dernæst indhentes kWh forbruget sammen med tidsangivelsen for pågældende, hvorefter der sorteres i datasættet, således alle tidsangivelser (00:00, 01:00, 02:00...) er samlet efter hinanden. Derefter udregnes gennemsnit for hver enkelt timeangivelse, som danner grunden for diagrammet.

### 9.2.1 Kritik af Dataindsamling til Døgnfordelingen

Døgnfordelingen er baseret på forbrugsdata fra første sal i oktober måned 2011. Ud fra forudgående forbrugsfordeling antages det, at den valgte periode kan repræsentere en gennemsnitlig arbejdsdag. Der vil dog være variationer både etagerne og månederne imellem. Derfor skal der udvises stor forsigtighed ved den benyttede antagelse. Hvis man eksempelvis havde udvalgt juli eller december måned, kunne fordelingen have set anderledes ud i forhold til forbrug, da der i disse måneder bliver afholdt meget ferie.

## 9.3 Analyse og Optimeringsforslag

På baggrund af døgnfordelingen kan der konstateres relativt konstant belysningsforbrug. For at bygningens samlede forbrug kan være dobbelt størrelse af det projekterede, kan det være forhold i arbejdstiden, som er af afgørende karakter. Det er med andre ord i lysets normale driftstid, der er problemer med forbruget. For at forstå, hvorfor forbruget er højt, er det nødvendigt med et dybdegående kendskab til installationen.

### 9.3.1 Kort om Belysningssystemet

Belysningssystemet er opbygget i grupper af 4-6 loftsarmaturer. Hver gruppe har én PIR-sensor, som styrer tænd/sluk signalet, samt en Lux-måler som afgør den nødvendige lysstyrke. Hvis solindfaldet er tilstrækkeligt, registreres dette af Lux-måleren og armaturer nær vinduerne dæmper lysstyrken. Hvis der er tale om kraftigt sollys, kører skodderne dog for, som nævnt tidligere. Der er belysning i gangarealer og flere steder op gennem det panoptiske rum er der pyntebelysning. Taget over det panoptiske rum er af glas, hvilket ydermere bidrager til en god spredning af lyset i kontorzonerne.



Figur 8: EnergiMidts Lysarmaturer (Bilag 1)

Oprindeligt var det tanken at installere individuel arbejdsbelysning til hvert skrivebord, men efter bygningens ibrugtagning blev det åbenbart, at dette ikke var en nødvendighed. For at leve op til gældende belysningskrav og bidrage til en god ergonomi, øgedes loftslysstyrken. I de teoretiske beregninger i Be06 er der forudsat et lysniveau på 200 Lux. Hvad den aktuelle lysstyrke er øget til, er dog uvist, da det ikke har været muligt at måle den. En forudsætning for beregningen er en driftstid fra 08:00 til 17:00 (Bilag 8), som er kortere end den reelle som vist i diagram 10.1.2.

### 9.3.2 Fra Grundbelysning til Hovedbelysning

Da belysningsinstallationens forbrug blev beregnet, var det ud fra den tanke, at der skulle installeres individuel arbejdsbelysning til hvert skrivebord. Grundbelysningen var dog så god i kontorzonerne, at EnergiMidt fravalgte denne løsning, på bekostning af en forøgelse i lysstyrke. Forøgelsen medfører et større forbrug i belysningskategorien, da den individuelle arbejdsbelysning ville have hørt under kraft. Som sådan er det acceptabelt at erstatte arbejdslampernes forbrugsudgifter med dem til loftinstallationen, såfremt man er klar over, at de indledningsvist antagne forbrug dermed ikke er retvisende længere.

### 9.3.3 Placering af PIR-sensorer

En anden faktor, som kan bidrage til et højere forbrug, er PIR-sensorernes placeringer. Placeringen af disse er fortaget uden et gennemtænkt hensyn til arbejdspladsernes placeringer, hvilket flere steder i kontorområdet skaber unødvendig belysning. Flere steder aktiveres to belysningsgrupper, selvom der kun er brug for den ene. Det sker, hvis en arbejdsstation er placeret imellem to grupper. I løbet af bygningens levetid er der blevet justeret på skrivebordenes placering for at skabe plads til flere arbejdsstationer.

Denne problematik kunne umiddelbart løses ved at arrangere arbejdspladserne position i forhold til sensorernes placering, men der er ofte andre forhold, der har prioritet før dette.

### 9.3.4 Generelle Forslag

For at reducere det overordnede forbrug kunne det være en ide at dæmpe belysningen i gang- og trapeområder. Hovedtrappen midt i bygningen er indhegnet i store glaspartier, som tilstøder det panoptiske rum. Der er som nævnt lys hele vejen op gennem det panoptiske rum, som må siges primært at tjene æstetiske formål, fremfor praktiske. I dagtimerne kunne belysningen derfor uden problemer slukkes uden gener.

Hele grundideen bag lysstyringen er, at det fungerer automatisk. Imidlertid kunne man lave en manuel slukkefunktion til de enkelte grupper, således lyset kan slukkes ved ønsket herom for derefter automatisk at vende tilbage til central styring efter en forudbestemt tidsperiode. Her er det dog en ulempe, at armaturgrupperne har den aktuelle størrelse, da dette bør kræve enighed blandt alle medarbejdere påvirket af lysgruppen.

Generelt set har der været problemer med lysstyringen. Der er eksempler på, at lyset ikke dæmper ned ved stort solindfald, samt at lyset periodisk ikke slukker eller tænder, selvom zonen er tom eller bemannet. Disse faktorer har med sikkerhed haft en negativ indvirkning på forbruget.

Helt overordnet bør EnergiMidt acceptere, at det præsenterede teoretiske belysningsforbrug med stor sandsynlighed aldrig kommer til at afspejle det praktiske. Lysets tændetid er over to timer længere end antaget – *hver dag*. Underbygges senere i opgaven. Dertil kommer ændringerne i belysningsstyrken, som hæver forbruget yderligere. Det er imidlertid altid en god idé at have muligheden for at sammenligne med en teoretisk beregning, således man har et mål at stræbe efter. For at skabe troværdighed og realisme i denne stræben, kunne man eventuelt foretage en ny beregning, hvor der tages højde for de gennemgribende ændringer, der er foretaget.

## 9.4 Alternativ Belysningsinstallation

Dette afsnit er ikke et egentligt løsningsforslag til EnergiMidt. Det følgende tager udgangspunkt i et scenarie, hvor en lignende installation skulle laves i en bygning tilsvarende EnergiMidts. Årsagen til at et sådant forslag fremlægges, er en grundlæggende interesse i, hvilket alternativ der findes til EnergiMidts Belysningsystem.

EnergiMidt har et centraliseret system, hvor armaturerne er styret gruppevis fra et meget omfattende netværk lyscontrollere. Kabelføringen mellem disse er omfattende og har været tidskrævende i forhold til montering og programmering. Der kan spekuleres i, om det netop er anlæggets kompleksitet, der blandt andet er medvirkende til de oplevede styringsfejl.

Den alternative belysningsstruktur er en decentral løsning med udgangspunkt i et produkt fra Green Light. Green Light er en dansk virksomhed fra Middelfart, som laver energioptimering af belysningsinstallationer, hvor de tilbyder en lang portefølje af energioptimerede armaturtyper (Green Light).

Det udvalgte armatur hedder Argus DP (Bilag 11) og er af den indbyggede type, som installeres i stedet for standardloftplader på 60x60 centimeter. Samme størrelse som installeret ved EnergiMidt. Der, hvor Argus DP adskiller sig fra de fleste på markedet, er den måde lyset styres, da hvert enkelt lysarmatur har sin PIR sensor og Lux føler. Der er ikke behov for centraliseret styring, hvilket eliminerer behov for controllere og omfattende kabelføring.



Figur 9: Argus DP (Bilag 11)

Armaturerne skal kalibreres individuelt efter installationen og kan hurtigt omkalibreres af en instrueret medarbejder via en speciel fjernbetjening. Det er muligt at indstille mange forskellige parametre (Bilag 12).

Der er flere fordele ved denne løsning. Eftersom armaturerne har deres eget PIR sensor, bliver tænd/sluk funktionaliteten meget mere dynamisk. Det er kun de armaturer, som der skal bruges, der tændes. Det samme gælder i forhold til Lux målingen. Hvis der er ønsker fra individuelle medarbejdere, kan disse imødekommes uden utilfredshed fra kolleger. Da armaturerne altid kan omkalibreres, behøves der ikke tages specielle hensyn i forhold til arbejdspladsens indretning. En klar fordel er i forhold til en eventuel fejlsøgning.



Figur 10: DSI-SMART Fjernbetjening (Bilag 12)

Trods alle de positive forhold omkring Argus DP kan der dog være en faktor, der taler imod en decentral løsning. Da det er muligt individuelt at justere lysstyrken, kunne man forestille sig medarbejdere, som ønsker alt for høje belsningsniveau, hvilket øger forbruget. Konstante justeringer og omkalibreringer fra kræsne medarbejdere kan på sigt give driftspersonellet en unødvendig arbejdsbyrde.

Årsagen til at EnergiMidt ikke vurderede en løsning, som den er præsenteret i dette afsnit, bunder i det faktum, at teknologien brugt i Argus DP ikke var implementeret på nuværende niveau, da EnergiMidts domicil blev projekteret.

Dette afsnit har fokuseret på belsningsforbruget i forhold til timerne, lyset bliver brugt. Imidlertid kan man i forbindelse med den grafiske fremstilling af det gennemsnitlige belsningsforbrug over et døgn konstatere, at der figurerer et standbyforbrug. Dette forbrug kommer tydeligst til udtryk i døgnets første timer. Forbruget er teknisk set tilstede døgnet rundt, men det er specielt i de perioder, hvor der ikke er et egentligt lysforbrug, der lægges mærke til det. Det er med udgangspunkt i denne observation, det næste afsnit tager sit udspring.



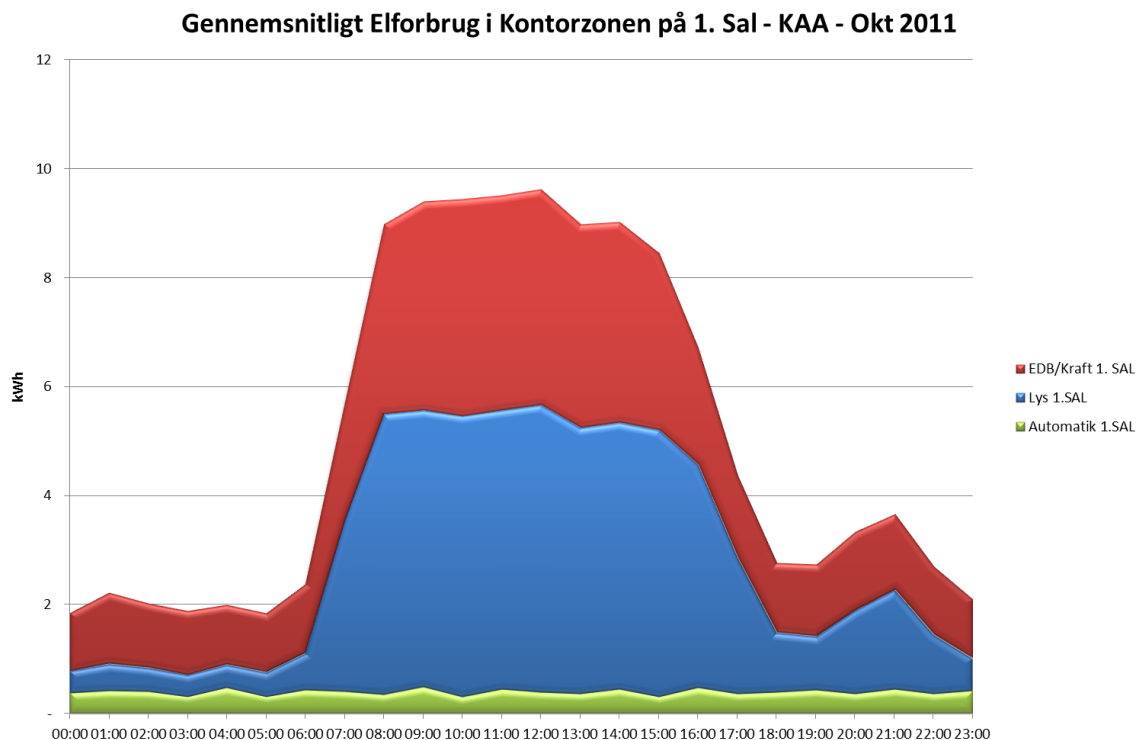
## 10 Standbyforbrug i Kontorzonerne

Formålet med kapitel er at klarlægge, hvor mange kWh kontorzonerne forbruger udenfor normal arbejdstid, hvor de bruges og hvorledes forbruget eventuelt kan nedbringes.

### 10.1 Standbyforbrugsfordelingen

For at synliggøre, hvor meget der forbruges og hvordan det fordeler sig forbrugerne imellem, præsenteres empirien grafisk. Diagram 11.1.1. er fremstillingsmæssigt magen til diagram 10.1.2. i forrige afsnit, dog med tre kategorier indsat; automation, belysning og kraft/EDB.

#### 10.1.1 Diagram: Gennemsnitligt Forbrugsfordeling i Kontorzonerne på Timebasis



Der antages, at der ikke er nogen arbejdsaktivitet mellem 00:00 og 06:00. Det forbrug som alligevel er tilstede i disse timer, antages at være standbyforbruget. Det som diagrammet bidrager med i forhold til analysen, er en repræsentativ fordeling mellem de tre forbrugskategorier. Fordelingen af forbrugsandelen fra 00:00 til 06:00 vurderes til at være henholdsvis:

**Tabel 7: Forbrugsfordeling (Egen Tilvirkning, 2012)**

Anvendelse	EDB/Kraft	Belysning	Automatik
Andel i Procent	60 %	20 %	20 %

Forbruget til automation er konstant over en gennemsnitlig arbejdsdag. Dette skyldes det faktum, at controllere, følere og lignende er aktive døgnet rundt. Et kontinuerligt forbrug på under 0,5 kW vurderes acceptabelt. Hvad der til gengæld overrasker, er forbruget til EDB/kraft udenfor normal arbejdstid. Via diagrammet og de bagvedliggende data kan et gennemsnitsforbrug over 1 kW aflæses. Forbruget dækker over dvaleforbrug på arbejdsstationernes skærme og etagens printere. Derudover bemærkes, at alle borde i kontorzonerne er af hæve/sænke typen, som hver har en lille strømtransformer. Yderligere har hver etage mindst to kaffeautomater, som står operationsklare døgnet rundt. Som nævnt i forrige afsnit forbruger PIR følere og lyskontrollere en kontinuerlig mængde strøm. Denne mængde er aflæst en til middelværdi omkring 0,3 kW. Standbyforbruget aflæses til at befinde sig omkring 2 kW.

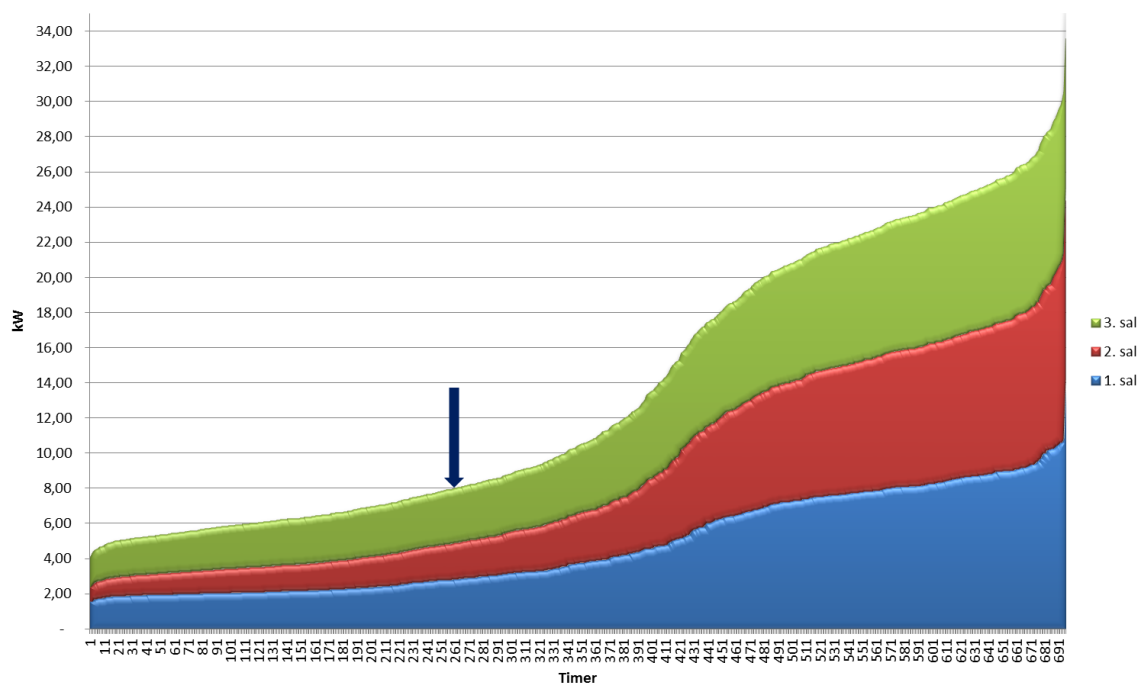
## 10.2 Timer på Standby

Dette afsnit har til formål at anslå det antal af timer, hvor der forefindes et standbyforbrug. Analysen tager udgangspunkt i dertil fremstillede varighedskurver. Varighedskurverne har til formål at afbilde, hvor mange timer af en given periode, aktuelle forbrug forefindes.

For overskuelighedens skyld er varighedskurverne for henholdsvis første, anden og tredje sal afbildet i samme diagram.

### 10.2.1 Diagram: Varighedskurve over Kontorzonernes Forbrug

Varighedskurve Kontorzoner - Måned - KAA - 2011



Varighedskurven vidner om hyppigheden af forbrugsstørrelserne i kontorzonerne. Det ses, at det mindste totale gennemsnitsforbrug er på omkring 4 kW og at det højeste indfinder sig omkring 30 kW. Fra 1 til 350 timer er forbruget svagt stigende. Der ses en kraftig hældningsændring fra 350 til 500 timer. Fra 500 til 700 timer er forbruget jævnt, men højt.

Ud fra den grafiske afbildning skal der findes et punkt på diagrammet, hvor det vurderes, at der ikke længere er standbyforbrug, men almindeligt driftsforbrug. Dette punkt findes ud fra den viden, diagrammet med forbrugsfordelingen bidragede med. Det antages, at punktet er ved 8 kW og 260 timer. Se pilen på diagrammet. Med andre ord vurderes dette punkt som starten på de reelle forbrug i kontorzonerne og afslutningen på standbyforbrug. Punktet er bevidst valgt lavt for at sikre en margin.

### **10.2.2 Redegørelse af Databehandlingen**

Dette afsnit har til formål at beskrive, hvorledes varighedskurven er fremstillet. Varighedskurven er baseret på forbrugsdata fra de tre kategorier for hele 2011. Indledningsvis blev forbrugskategorier summeret for hver enkelt time i hver af årets tolv måneder. Stadig inddelt i etager blev gennemsnitsværdierne udregnet for hver time til en fiktiv gennemsnitsmåned, som repræsenterer 2011. Cellerne med disse værdier blev derefter sorteret efter størrelse og diagrammet lavet. Da kurven repræsenterer en måned, skal timeantallet multipliceres med tolv for at give et årligt resultat.

### **10.2.3 Kritik af Varighedskurven**

Varighedskurvens form er ikke som forventet. Det var forventet, at forbruget de første timer fordelte sig mere jævnt, således det ville være lettere at udpege det sted, hvor hældningen steg kraftigt. I tillæg observeres der i starten forbrug, som ligger under antagne niveau for standbyforbruget. Dette burde som udgangspunkt ikke være muligt, men kan forklares ud fra det faktum, at der kan have været strømudfald på en eller flere af kategorierne. I løbet af 2011 har der været foretaget fejlsøgning på baggrund af elektromagnetisk støj (EMC), der har påvirket flere komponenter. I den forbindelse har spændingen periodisk været afbrudt i kontorzonerne.

### 10.3 Beregning og Analyse af Standbyforbrug

De foregående afsnit har lavet flere væsentlige antagelser. Alle antagelse er lavet med en margin, således beregningen i dette afsnit ikke giver et resultat, som ligger ud over det reelle. Forudsætningerne for beregningen er som nævnt tidligere et totalt standbyforbrug på 8 kW. Dette forbrug er tilstede 260 timer om måneden. Beregning:

$$\text{Standbyforbrug, 2011} = 8\text{ kW} \times (260 \text{ timer} \times 12 \text{ måneder}) = 24960 \text{ kWh/år}$$

Dette tal rundes op til 25000 kWh/år. Forbruget fordeler sig herefter på de tre forbrugsposter. Tabellen herunder giver klarhed over fordelingen.

**Tabel 8: Standbyforbrug Fordelt på Kategorier (Egen Tilvirkning, 2012)**

Anvendelse	EDB/Kraft	Belysning	Automation	Total
Procentdel [%]	60	20	20	100
Standbyforbrug [kWh]	15000	5000	5000	25000

Et resultat på 25000 kWh/år skal ses i forhold til, at dette forbrug kun dækker over forbruget udenfor normal arbejdstid. For at sætte tallet i sammenhæng skal det sættes op mod det totale forbrug i kontorzonerne. Det totale forbrug er baseret på de præsenterede forbrugsdata, hvoraf nogle har været benyttet tidligere. Tallene er indsat i tabellen herunder. Anden kolonne angiver de totale forbrug, tredje standbyforbruget og fjerde angiver den procentdel, som standbyforbruget udgør af årsforbruget.

**Tabel 9: Standbyforbrugets Andel af Samlet Forbrug til Kategorierne (Egen Tilvirkning, 2012)**

Anvendelse	Samlet Forbrug [kWh/år]	Standbyforbrug [kWh/år]	Procentdel [%]
Kraft/EDB	43880	15000	34,2
Belysning	72975	5000	6,8
Automation	23840	5000	20,9
Total	140695	25000	17,8

Denne sammenligning gør det klart, at næsten 18 procent af forbruget til kraft/EDB, belysning og automation er rent standbyforbrug. Dette tal er relativt højt. Ved nærmere granskning ses det imidlertid, at årsagen primært skal tilskrives et stort standbyforbrug til kraft og EDB. Her udgør standbyforbruget over en tredjedel af denne posts samlede årsforbrug. Standbyforbruget til belysningen er med knap 7 procent ganske acceptabelt. I forhold til automation virker et standbyforbrug, der udgør omkring 20 procent højt, men der skal huskes på, at dette forbrug er konstant året rundt og derfor i nærmere grad er udtryk for den procentdel, huset har standbyforbrug. Ved afslutning af dette afsnit ligger det derfor klart, at minimeringen af standbyforbruget skal findes under posten med kraft og EDB.

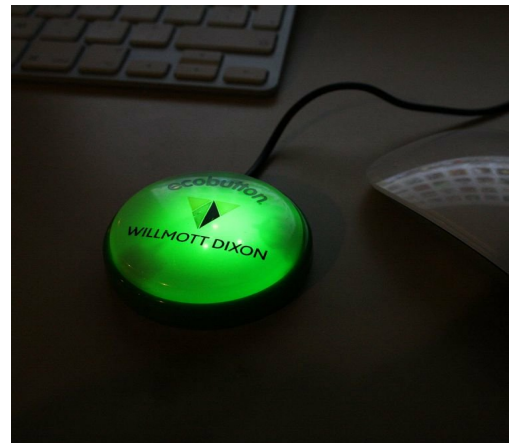
## 10.4 Forslag til Nedbringelse af Standbyforbrug

Dette afsnit har til formål at præsentere nogle forslag til, hvorledes standbyforbruget effektivt kan nedbringes i kontorzonerne. Som forrige afsnit konkluderer, forefindes det primære standbyforbrug ved kontorzonernes kraft og EDB forbrug. Derfor har de følgende forslag fokus på nedbringelse af dette.

Første forslag omhandler kaffeautomaterne. Der er i alt seks af disse, som er operationsklare døgnet rundt. Inde i hver automat findes der en mindre varmtvandsbeholder, hvis formål er at holde en mængde varmt vand klar. Temperaturen, på omkring 80 grader celsius for at hindre bakterievækst, opretholdes ved hjælp af et varmelegeme. Varmelegemer bruger meget el og der er ingen grund til, at maskinen holder sig klar udenfor normal arbejdstid. Metoden til at undersøge dette nærmere, kan være at måle elforbruget til en kaffeautomat over et par døgn med en effektlogger for at anskueliggøre størrelsen. Afhængigt heraf kan der installeres simple tænd/sluk ure, således automaten er slukket fra aftentimerne indtil de tidlige morgentimer.

Der er installeret mange printere i kontorzonerne. Dette antal skal der nødvendigvis ikke ændres på, men en tilgang lignende den for kaffeautomaterne kunne være en mulighed. Derudover kunne man undersøge, om det ville være til gene at lade kontormaskinerne gå tidligere i dvale, tidligere end de gør nu. De fleste moderne kontormaskiner lader brugere indstille sådanne parametre ganske nemt.

Uddannelse af medarbejderne er et sted, som hurtigt kan skabe store resultater. Hvis medarbejderne eksempelvis kunne gøre det til en vane at sætte deres computer på standby, hvis de ikke bruger den, kunne der formegentligt spares mange kWh. Skærme står ofte tændt i pauserne. Der kunne for et beskedent beløb eksempelvis indkøbes motiverende lysende knapper ved arbejdsstationerne, som ved tryk bringer arbejdsstationen på standby. Det kan minimere forbruget i arbejdstiden.



Figur 11: Standbyknapp (Protect The Planet, 2012)

Som beskrevet tidligere i opgaven, er kraft og EDB slået sammen grundet det faktum, at kraft og EDB ikke er separeret som tilstræbt ved arbejdsstationerne. For at skabe yderligere vished omkring standbyforbruget kunne man tilstræbe en gennemgang af hele kontormiljøet og tilslutte enhederne korrekt. Efterfølgende ville det være muligt at konkludere, om det enten er kraft eller EDB, som aftager den største forbrugsandel.

## 11 Konklusion

Denne opgave har valideret elforbruget i EnergiMidts nye kontorbygning. Dette er gjort ved hjælp af en omfattende forbrugskortlægning, som har klarlagt flere problematikker i forhold til datalogningen og målerudstyr.

Bygningens styrke er et generelt omfattende netværk af forskelligt målerudstyr, som tillader at indhente detaljerede forbrugsdata, således der kan laves en fokuseret energistyring. Denne styrke er imidlertid også bygningens svaghed. Den omfattende målerstruktur har fra bygningens idriftsættelse ikke været grundigt afstemt og korrekt indstillet, hvilket resulterer i forkerte og upræcise forbrugsmålinger. Efter en grundig kontrol af de indhentede forbrugsdata, vurderes resultaterne præsenteret i denne opgave valide.

I henhold til nøgletallene, kan det konkluderes, at bygningens teoretiske og praktiske forbrug ikke stemmer overens. Teoretisk har bygningen en energirammeberegning på 27,1 kWh/m<sup>2</sup>/år, som er væsentligt mindre end det for 2011 beregnede tal på 82,2 kWh/m<sup>2</sup>/år. Da forbruget skal under 41,2 kWh/m<sup>2</sup>/år, overholdte EnergiMidt i 2011 ikke målsætningen om at være en Lavenergiklasse 2015 bygning. Det kan dog konkluderes, at målsætningen er opnåelig i et fremtidigt scenarie, da flere af de forhold som er medvirkede til det praktiske nøgletal, ikke er længere er aktuelle. Ved at tage højde for disse, blev energirammen beregnet til et resultat på 54,7 kWh/m<sup>2</sup>/år. Selvom dette stadigvæk ikke er indenfor energirammeens krav, har tallet en størrelse, som med en målrettet indsats kan reducere energiforbruget yderligere.

Et udvalgt fokuspunkt i opgaven er belysningsforbruget. For 2011 kunne der konstateres, at forbruget er dobbelt så stort som det teoretisk beregnede. Ud fra analysen kan der konkluderes, at årsagen til det høje forbrug findes i kontorzonerne. Belysningsinstallationen bør gennemgås for fejl og der bør foretages en vurdering af de enkelte kontorzoner i forhold til lysstyrken. En lysstyrkesænkning kan spare betydeligt på forbruget. Derudover bør der besluttes, om pyntelys i det panoptiske rum er en nødvendighed.

Det sidste fokuspunkt i opgaven er en analyse af standbyforbruget i kontorzonerne. Der konkluderes et samlet standbyforbrug på 25000 kWh/år. Dette er fordelt på standbybidrag fra kraft/EDB, belysning og automation. Specielt interessant, konkluderer analysen, at en tredjedel af det samlede forbrug til kraft og EDB udgøres af standbyforbruget. For at sikre en optimal energistyring, bør de to poster til henholdsvis kraft og EDB splittes op, som det er meningen. Dette må dog kun ske under forudsætning af, at stikdåserne benyttes korrekt. Derudover bør kontorzonernes forskellige enheder tidsstyres, således standbyforbruget om natten nedsættes.

EnergiMidts domicil har på generelt plan haft problemer med at nå målsætningerne omkring forbruget. Hvis forbruget skal ned, er det nødvendigt at foretage en opfølgning, eventuelt baseret på forbrug præsenteret i denne opgave. Afslutningsvis konkluderes dog, at EnergiMidts domicil har potentiale til at opnå et forbrug der overholder Lavenergiklasse 2015.

## 12 Diskussion

Dette kapitel bevæger sig som sådan udenfor de resultater, opgaven har konkluderet. Alligevel har det meget stor relevans i forhold til opgavens essens. Næmlig forbrug i bygninger med fokus på energirigtige løsninger, hvor det opnåede energimærke spiller en omfattende rolle. Med støtte i en relevant artikel, ønskes der herunder, at diskutere og perspektivere forhold vedrørende energiforbruget i bygningstyper som EnergiMidts domicil.

I dagens samfund er der stor fokus på energi. Det gennemsyrrer de flestes hverdag i situationer, der spænder helt nede fra "husk at slukke lyset" op til landets styrende top i form af energireformer og ønsket om grønne og vedvarende energiformer. Disse ideer og tankegange forplanter sig derfor også ind i erhvervslivet, hvor en energibevist tankegang betyder mere i dag, end nogensinde før. Dette udmunder sig i praktiske tiltag, som supplement til de teoretiske målsætninger mange virksomheder har. Én af de bedste metoder til udadtil at vise en energirigtig stillingstagen er, at bygge et hovedsæde med fokus på netop energiforbruget. Som energivirksomhed står dette endnu tydeligere, da det virker overbevisende for potentielle kunder, at man så at sige "fejer for egen dør". Som sidegevinst følger der selvfølgelig et lavt forbrug.

Det er her energimærkningen kommer ind som et effektivt værktøj til at dokumentere, hvor dygtig man er. At være klassificeret som Lavenergiklasse 2015 er et effektivt symbol og benyttes derfor ofte aktivt i virksomhedsmarkedsføringen. Dette er der som udgangspunkt intet galt med. Problematikken opstår imidlertid, når det, man har prioriteret højt, ikke holder.

Når man projekterer bygningen, beregner man et teoretisk forbrug med dertil egnet beregningssoftware. De beregnede tal, med udgangspunkt i teoretiske værdier, ligger til grund for energimærkningen. Som oftest er der forskel på teori og praksis. For holder de antagelser, man i sin tid lavede? Er der grund til at revurdere? Eller er det dumt at åbne Pandoras æske?

Artiklen fra Magasin for Klima- og Energiteknik, Miljø, Bygningsinstallationer og Netværk (HVAC) bragte i 2012 en artikel forfattet af to personer fra henholdsvis IHA og DTU-byg. Artiklen postulerer, ved hjælp af et praktisk eksempel, at der ikke er sammenhæng mellem teoretisk og praktisk forbrug (Petersen, 2012)(Bilag 13). Det samme opleves i dette projekt. I tilknytning dertil oplevedes en mangel på opfølgning omkring forbruget. Personligt opfattes det, som om man har projekteret bygningen, bygget den og sat den i drift med en antagelse om, at det teoretiske afspejles i det praktiske. Det gør den på baggrund af denne opgaves resultater og artiklen fra HVAC ikke.

Generelt opleves, at behovet for opfølgning tilsidesættes. Dette faktum understøttes kraftigt, når simple forbrugslogninger ikke passer med de reelle og når der opleves manglende forbrugslogninger på væsentlige komponenter. Når der er så stort fokus på at bygge energibesparende, bør der i særdeleshed også bruges ressourcer på at følge og evaluere forbruget. I en bygning som EnergiMidts domicil er alle værktøjerne til rådighed, men for at skabe resultater skal de bruges.

Hovedidéen med energimærkning er at skabe vished om og kategorisere bygningers energiforbrug. Måske de teoretiske beregninger kun skulle danne grundlag for et teoretisk og foreløbigt energimærke, som en slags indikation om bygningens potentiale. Så kunne man ved anvendelse af det praktisk tilstedeværende forbrug gøre sig fortjent til et "rigtigt" energimærke alt efter, hvornår man mener at have bygningen klar. Dette kunne samtidig motivere ejere til at lave arrangementerne for den nødvendige opfølgning og revurdering.



## 13 Figur- og Tabeloversigt

1 Forside: EnergiMidts Domicil (Bilag 1)  
Figur 2: Det Panoptiske Rum (Bilag 1)  
Figur 3: KAA udefra (Bilag 1)  
Figur 4: CTS Logningshul (Egen Tilvirkning)  
Figur 5: CTS Logningsshop (Egen Tilvirkning)  
Figur 6: Målerudsnit 3. Sal (Egen Tilvirkning)  
Figur 7: Glasskodder (Bilag 1)  
Figur 8: EnergiMidts Lysarmaturer (Bilag 1)  
Figur 9: Argus DP (Bilag 11)  
Figur 10: DSI-SMART Fjernbetjening (Bilag 12)  
Figur 11: Standbyknap (Protect The Planet, 2012)

Tabel 1: Forbrug, 2011 (Bilag 6)  
Tabel 2: Teoretiske Forbrug ( (EnergiMidt A/S, 2010)  
Tabel 3: Praktiske Forbrug, 2011 (Bilag 6)  
Tabel 4: Sammenligning af Nøgletal (Egen Tilvirkning, 2012)  
Tabel 5: Forbrug i 2011 og 201X (Egen Tilvirkning)  
Tabel 7: Anlægsbenævnelse og Funktion (Egen Tilvirkning, 2012)  
Tabel 8: Forbrugsfordeling (Egen Tilvirkning, 2012)  
Tabel 9: Standbyforbrug Fordelt på Kategorier (Egen Tilvirkning, 2012)  
Tabel 10: Standbyforbrugets Andel af Samlet Forbrug til Kategorierne (Egen Tilvirkning, 2012)

## 14 Bibliografi

- Alectia A/S. (2010). *Energimærkning*. Virum: Alectia.
- Danmarks Meteorologiske Institut. (1. Juni 2012). *Månedsoversigt*. Hentede 1. Juni 2012 fra [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk):  
<http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/oversigter/maanedsoversigt/maanedsoversigt.htm>
- El- og Vvs-Branchens Uddannelsessekretariat. (u.d.). *www.evu.dk*. Hentede 1. juni 2012 fra Graddage:  
<http://www.evu.dk/index.php?SiteID=1&PageID=29&ArticleID=299&element=1>
- EnergiMidt A/S. (2010). *Resultater SBI program*. Silkeborg: EnergiMidt.
- Energistyrelsen. (2008). *Håndbog for energikonsulenter*. Energistyrelsen.
- Energistyrelsen. (2010). *Bygningsreglementet*. Hentede 1. juni 2012 fra [www.ebst.dk](http://www.ebst.dk):  
[http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10\\_02\\_id161/0/42](http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_02_id161/0/42)
- Energistyrelsen. (2010). *www.ebst.dk*. Hentede 1. Juni 2012 fra Bygningsreglementet 2010:  
[http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10\\_02\\_id109/0/42](http://www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10_02_id109/0/42)
- Energiwiki. (22. Marts 2012). *Nøgletal for bygninger*. Hentede 01. 06 2012 fra [www.energiwiki.dk](http://www.energiwiki.dk):  
[http://energiwiki.dk/index.php/N%C3%B8gletal\\_for\\_bygninger\\_-\\_ELO\\_n%C3%B8gletal](http://energiwiki.dk/index.php/N%C3%B8gletal_for_bygninger_-_ELO_n%C3%B8gletal)
- EnergiMidt A/S. (u.d.). *EnergiMidts nye administrationsbygning*. Silkeborg: EnergiMidt.
- Green Light. (2011). *DSI-SMART Programmer*. Middelfart: Green Light ApS.
- Green Light. (u.d.). *Velkommen*. Hentede 1. Juni 2012 fra [www.green-light.dk](http://www.green-light.dk): <http://www.green-light.dk/?menuid=6>
- Hvenegaard, C. M. (2008). *Den lille blå om Varme*. Hentede 1. Juni 2012 fra [www.sparelisten.dk](http://www.sparelisten.dk):  
[http://www.sparelisten.dk/doks/den\\_lille\\_blaa\\_om\\_varme.pdf](http://www.sparelisten.dk/doks/den_lille_blaa_om_varme.pdf)
- Interiør Indbyg*. (u.d.). Hentede 1. Juni 2012 fra [www.green-light.dk](http://www.green-light.dk): <http://www.green-light.dk/?menuid=2&siteid=64>
- Nielsen, A. (25. April 2012). Mailkorespondance. (C. Oddeskov, Interviewer) Insight Building Automation.
- Petersen, S. e. (Februar 2012). Afspejler et Be10-beregnet energibehov det faktiske energiforbrug? HVAC.
- ProtectThePlanet. (2012). *Computer Standby Button*. Hentede 1. Juni 2012 fra [www.protectthepplanet.co.uk](http://www.protectthepplanet.co.uk):  
[http://www.protectthepplanet.co.uk/user/products/large/rsz\\_img\\_1010.jpg](http://www.protectthepplanet.co.uk/user/products/large/rsz_img_1010.jpg)
- Thomsen, K., & Aggerholm, S. (2000). *Beregning af bruttoenergiforbrug*. Hentede 1. Juni 2012 fra [www.sbi.dk](http://www.sbi.dk):  
<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/energiberegning/anvisning-213-bygningers-energibehov/trykte-publikationer/beregning-af-bruttoenergiforbrug/?searchterm=None>

## 15 Bilag

### 15.1 Bilagsoversigt

<b>Nummer:</b>	<b>Navn:</b>	<b>Omfang (sider):</b>
Bilag 1:	PowerPoint; EnergiMidts Nye Administrationsbygning	7
Bilag 2:	Anlægsoversigt (A3)	1
Bilag 3:	Måleroversigt (A3)	1
Bilag 4:	Ventilatormålinger	1
Bilag 5:	Graddage, DMI	1
Bilag 6:	Forbrug Fordelt på Måneder	1
Bilag 7:	Forklaringsnøgle til Elektronisk Bilag	1
Bilag 8:	Forudsætninger, SBI Program	17
Bilag 9:	Resultater, SBI Program	10
Bilag 10:	Energimærke	9
Bilag 11:	Datablad; Argus DP	1
Bilag 12:	Datablad; DSI-SMART Fjernbetjening	9
Bilag 13:	HVAC artikel, Februar 12, Årgang 48	4
Bilag 14:	Mailkorrespondence, Insight Building Automation	4
<b>Bilag Totalt</b>		<b>67</b>