

SBi 2013:xx

# Dagslys i boliger

Analyse af dagslysets betydning for brugen af elektrisk belysning.



Statens Byggeforskningsinstitut  
AALBORG UNIVERSITET





# Dagslys i boliger

Analyse af dagslysets betydning for brugen af elektrisk belysning.

Ásta Logadóttir  
Kjeld Johnsen  
Martin Grün Roien  
Christoffer Rasmussen  
Jens Christoffersen  
Per A. Andersen  
Astrid Espenhain  
Michael Raunkjær  
Per Bro

Titel	Dagslys i boliger
Serietitel	SBi 2013:XX
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2013
Forfattere	
Sprog	Dansk
Sidetæl	
Litteratur- Henvisninger	Side
Emneord	
English summary	
ISBN	
Tegninger	
Fotos	
Tryk	
Udgiver	SBi Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post <a href="mailto:sbi@sbi.dk">sbi@sbi.dk</a> <a href="http://www.sbi.dk">www.sbi.dk</a>

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

# Indhold

Indhold.....	5
Forord.....	6
Indledning .....	7
Baggrund.....	7
Formål.....	8
Metodebeskrivelse .....	9
Udvælgelse af boliger .....	9
Opmåling af boliger.....	10
Spørgeskema .....	10
Forsøgsperioder .....	11
Dataindsamling og -bearbejdning.....	12
Beregninger af dagslysforhold .....	13
Supplerende interviews i en bebyggelse .....	13
Beskrivelse af de udvalgte bebyggelser.....	14
Boligbebyggelsen Hedelyngen i Herlev .....	16
Boligbebyggelsen Slotsdalen i Hørsholm .....	18
Boligbebyggelsen Bavnebjergspark i Farum .....	20
Boligerne i Olsbækdal, Olsbækeng og Olsbæklund, Greve .....	22
Boligbebyggelsen Sejlhuset i Ørestad City .....	24
Resultater .....	26
Spørgeskemaresultater fra de to efterårsperioder .....	28
Spørgeskemaresultater for to årstider .....	38
Beregninger .....	41
Vejrdata.....	43
Slotsdalen .....	48
Hedelyngen .....	46
Bavnebjergspark .....	49
Greve .....	50
Sejlhuset .....	51
Konklusioner .....	55
Hovedkonklusioner .....	55
Litteratur .....	58
Bilag 1. Følgebrev og spørgeskemaer.....	60
Følgebrev .....	60
Spørgeskema .....	61
Bilag 2: Supplerende interviewundersøgelse i Bavnebjergspark .....	63
Baggrund og metode .....	63

# Forord

I de seneste år er der blevet stigende opmærksomhed på fordelene ved at udnytte dagslyset i bygninger. Ud over de æstetiske og oplevelsesmæssige kvaliteter, som dagslyset kan give, er det også blevet en vigtig faktor i bestræbelserne på at reducere elforbruget til belysning. Elforbruget til kunstig belysning anslås at udgøre 15-17 % af boligens samlede elforbrug, og der skønnes at være et gennemsnitligt besparelspotentiale på ca. 200 kWh/år pr. bolig i Danmark. Samtidig er det vigtigt at holde sig for øje, at energirammekrav for nye bygninger fortsat bliver skærpet i et ønske om at reducere det samlede energiforbrug i boliger. For andre bygninger end boliger skal energiforbruget til belysning også medtages i energirammeberegningen, hvilket ikke har været tilfældet tidligere i bygningsreglementer. Med andre ord er der fokus på bygningens energiforbrug og med de fremtidige bygningsklasser i bygningsreglementet tyder det på at der fortsat er behov for at afdække muligheder for energibesparelser.

Der har i de seneste år været stigende fokus på belysningens betydning for menneskers komfort og velbefindende. Der har endnu ikke været fokus på det faktiske behov for dagslys i boligen, ligesom det ikke har været undersøgt, om der er forskelle i behovet for kunstig belysning i forskellige typer boliger med varierende dagslysindfald. Med de stadigt skærpede energirammekrav og simple dagslyskrav for boliger, er der en risiko for at bygningens udformning i fremtiden vil undertrykke dagslysudnyttelsen og dermed øge energiforbruget til elektrisk belysning. Denne risiko er reel så længe energiforbruget til belysning ikke indgår i energirammen. Derfor er det relevant at undersøge besparelspotentialet, som ligger i at udnytte dagslyset bedre, ligesom der er derfor et stort behov for at få fastlagt den mulige "dækningsgrad" af dagslyset samt få skabt en bevidsthed om, at dagslyset kan anvendes som hovedlyskilden i døgnets lyse timer.

Denne undersøgelse har forsøgt at kortlægge, hvordan belysningen bruges i forskellige boligtyper. Målet har været at undersøge, om der kan påvises en sammenhæng mellem brugen af den kunstige belysning og størrelsen af vinduerne i den enkelte bolig. Som mål for vinduernes størrelse benyttes forholdet mellem glasareal og gulvareal af de enkelte rum i boligen, mens brugen af den kunstige belysning er kortlagt ud fra spørgeskemaer til beboerne i fem udvalgte bebyggelser.

Rapporten er udarbejdet med støtte fra Elforsk og projektet er gennemført i samarbejde med virksomhederne VELUX A/S, Dansk Center for Lys og Boligforeningen 3B. Projektgruppen vil udover, at takke deltagerne som har besvaret spørgeskemaerne, særligt rette en tak de af deltagerne som har indvilget i at lade deres hjem opmåle, fotografere samt deltage i interviews. Derudover vil projektgruppen gerne takke DTU Solar Energy for at have leveret vejrdata fra deres vejrstation.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet  
Afdelingen for Energi og Miljø  
Juni 2013

*Søren Aggerholm*  
Forskningschef

# Indledning

## Baggrund

Elforbruget til belysning anslås at udgøre 15-17 % af det samlede elforbrug i boliger for henholdsvis parcelhuse og lejligheder. Elforbruget ligger typisk i intervallet 300-1100 kWh/år med et gennemsnit på ca. 500 kWh/år og der skønnes at være et gennemsnitligt besparelspotentiale på ca. 200 kWh/år pr. bolig i ca. 2,5 mio. boliger, hvilket svarer til ca. 500 GWh/år. (Gram-Hanssen 2005).

Indsatsen for elbesparelser til belysning i boliger har i de seneste år været rettet mod udskiftning af lyskilder fra glødepærer til energibesparende alternativer. Samtidig er der med kampagner forsøgt at få ændret adfærd hos beboerne "Husk at slukke lyset!" kampagner. Der har derfor ikke tidligere været fokus på det faktiske behov for lys i boligen, ligesom det ikke har været undersøgt, om der er forskelle i behovet for kunstig belysning i forskellige typer boliger med varierende dagslysindfald. Desuden er der i nyere tid begyndt at komme fokus på belysningens betydning for menneskers komfort og velbefindende. Dette afspejler sig i forsøg på at replicere dagslyset og dets variationer i belysningsløsninger for kunstig belysning, samt ved et øget interesse for belysningsløsninger på hospitaler.

Besparelspotentialet, som ligger i at tilføre eller udnytte dagslyset for herigennem at reducere tændetiden og elforbruget, er således uafklaret. Der er derfor et stort behov for at få undersøgt, om det er muligt at kortlægge i hvilken udstrækning dagslyset kan dække behovet for lys i boligen.

I nybyggeri, hvor energiforbruget til drift af boliger reguleres via lovgivning, er energiforbrug til belysning ikke medtaget i bygningens samlede energiramme, som det ellers er tilfældet for kontorer, skoler, institutioner m.m. (Energistyrelsen 2011). Desuden er kravene vedrørende dagslys formuleret i meget overordnede funktionskrav, der blot udtrykker, at "beboelsesrum skal have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er vel belyste". I fremtidens lavenergi-byggeri vil energiforbruget til belysning udgøre en betydelig andel af det samlede energiforbrug. Der er ydermere risiko for, at bygningers udformning, pga. skærpede energikrav og simple dagslyskrav, vil få reduceret dagslysudnyttelse og dermed øget energiforbrug til elektrisk belysning. Dette "accepteres", så længe energiforbruget til belysning ikke indgår i energirammen.

Denne undersøgelse søger blandt andet at kortlægge elforbruget til belysning i forskellige boligtyper, som omfatter både ejerboliger og lejeboliger af forskellig udformning og alder. Udvælgelsen af boligerne er sket gennem kontakter til byggefirmaer og boligforeninger, der har stillet tegningsmateriale til rådighed for de boligtyper, som indgår i undersøgelsen. Størrelsen af elforbruget til belysning afhænger af mange forhold, og for at afdække de mange parametre der kan have betydning for elforbruget, herunder boligens og familiens størrelse, samt familiens vaner og "hjemmetid" i boligen osv. er dataindsamlingen hovedsageligt baseret på spørgeskemabesvarelser fra de udvalgte boliger samt informationer omkring vejrforhold og dagens varighed.

## Formål

Denne rapport beskriver resultaterne af en spørgeskemaundersøgelse, analyser og beregninger, som har til formål er at kortlægge brugen af elektrisk belysning i forskellige boligtyper i Danmark. Elforbruget, herunder forbruget til belysning, kan være påvirket af mange forskellige forhold, såsom familiens størrelse, boligens størrelse, beboernes vaner, beboernes bevidsthed i forhold til at spare på strømmen, vinduernes størrelser og meget mere.

Den elektriske belysning kan betragtes som et nødvendigt supplement til dagslyset på tidspunkter, hvor dagslyset er utilstrækkeligt til de aktiviteter, der foregår i boligens enkelte rum. Formålet med projektet er derfor at undersøge, om der kan påvises en sammenhæng mellem adgangen til dagslys i en bolig og forbruget af elektrisk belysning. Undersøgelsen bygger altså på den hypotese, at på grund af det større dagslysindfald i boliger med store vinduer, er elforbruget til belysning mindre end i boliger med små vinduer.

Begreberne små og store vinduer er ikke specifikt defineret med mål, men i denne undersøgelse tages udgangspunkt i forholdet imellem glasarealet og gulvarealet i et givent rum af boligen i forhold til samme forhold i en anden bolig. Ud over vinduesstørrelsen bestemmes adgangen til dagslys af flere andre forhold, såsom skyggende obstruktioner, orientering, placering af vinduerne, rudetypen, rudens andel af hele vinduet, faste solafskærmninger samt møblering i rummet. Spørgeskema er opbygget til at fange de forskellige forhold som kan have indflydelse på brugen af elektrisk belysning i hjemmet, enten pga. dagslysforhold i boligen, brugeradfærd eller indretning.



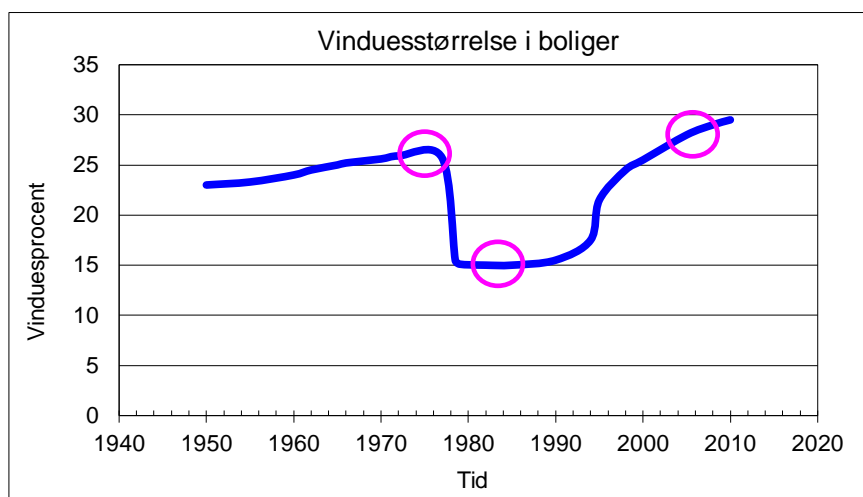
# Metodebeskrivelse

Projektet sigter på at undersøge, om der kan påvises en sammenhæng mellem størrelsen af vinduerne i en bolig og beboernes brug af den kunstige belysning. Store vinduer giver mere dagslys i boligen, og derfor er det nærliggende at antage, at den kunstige belysning benyttes mindre i rum eller bygninger med store vinduer. Dette har været hovedhypotesen for den undersøgelse, som beskrives i det følgende.

## Udvælgelse af boliger

Da et hovedmål i projektet er at undersøge, om der kan påvises sammenhæng mellem vinduesstørrelsen og boligernes elforbrug til belysning, er der udvalgt boliger med forskellige størrelser vinduer. I samarbejde med Boligforeningen 3B og VELUX A/S er et antal boliger udvalgt, omfattende enfamiliehuse, tæt-lav bebyggelser og etageboliger. Målet har været på at finde boligområder med et stort antal ensartede boliger, således at hvert område repræsenterede boliger der dækkede en stor variation i vinduesarealer fra små til meget store vinduer. Ved at udvælge boligområder med mange ensartede boliger, er det muligt at få en tilstrækkelig datamængde inden for forskellige vinduesstørrelser.

Størrelsen af vinduer i boliger har i perioder været reguleret på grund af varmeisoleringskrav og energibestemmelser i bygningsreglementerne. Ved udvælgelsen af boligerne kan man derfor se på, hvordan disse krav har påvirket typiske vinduesstørrelser gennem tiden, jf. figur 1. I bygningsreglementet fra 1977 (Erhvervs- og Byggestyrelsen 1977) kom der krav om, at det samlede areal af vinduer højst måtte udgøre 15 % af bygningens bruttoetageareal (med virkning fra 1. februar 1979). Dette krav blev fastholdt i bygningsreglementet fra 1982 og i bygningsreglementet for småhuse BR-S fra 1985. I bygningsreglementet fra 1995 og bygningsreglementet for småhuse i 1998 blev kravet ændret, således at vinduesarealet nu højst måtte udgøre 22 % af bruttoetagearealet. Dog blev der nu samtidig indført energirammer i bygningsreglementet, hvorved det samlede vinduesareal kunne vælges mere frit, så længe energirammen var overholdt.



Figur 1. Kurven illustrerer, hvordan vinduesstørrelsen i boliger har været påvirket af krav vedr. varmeisolering og energiforbrug i perioden 1950 – 2010. I udvælgelsen af bygninger er der søgt efter boliger fra perioderne markeret med de tre røde cirkler.

Der er udvalgt boliger fra forskellige områder på Sjælland som opfylder betegnelserne omkring arealerne for vinduer overfor gulvarealer. De udvalgte boliger er grupperet i 5 områder, som vist i tabel 1.

Tabel 1. Oversigt over de udvalgte boligområder

Bebyggelser	Placering	Opførelsesår
Hedelyngen	Herlev	1981
Slotsdalen	Hørsholm	1989
Bavnebjergspark	Farum	1979
Olsbækdal, Olsbæklund og Olsbækeng	Greve	1995
Sejlhuset	København	2007

## Opmåling af boliger

Opmålingerne af boligernes planarealer er foretaget ud fra tilgængeligt tegningsmateriale på de respektive bebyggelser. Kvaliteten af materialet var meget forskellig, varierende fra originaltegninger og det kommunale digitale byggesagsarkiver til salgsmateriale. Derfor er der en vis, mindre usikkerhed i bestemmelsen af vindues- og glasarealer i nogle af boligerne. Som kontrol af det tilgængelige materiale er der i en enkelt bebyggelse foretaget opmålinger af både murhulsarealer og glasarealer. I de øvrige bebyggelser har det været muligt at bestemme størrelsen af murhuller, og herudfra er glasarealerne skønnet. I de fleste bebyggelser er der foretaget stikprøvemålinger af glasarealerne.

Ud fra det indsamlede datamateriale og opmålingerne af vinduernes glasarealer, er der for alle vinduer i de relevante rum i boligerne beregnet en *glasprocent* i forhold til det pågældende murhulsareal. Herudfra kan det samlede glasareal i de enkelte rum beregnes. Ved sammenligning de forskellige boligtyper bliver størrelserne af vinduerne i de enkelte rum af boligerne sammenlignet ud fra forholdet mellem det samlede glasareal i rummet og rummets gulvareal. Der bliver refereret til dette forhold mellem glasareal og gulvareal i beskrivelserne af boligbebyggelserne og i analysen af resultaterne i de følgende kapitler. Forholdet kaldes *GGF* og defineres som:

$$GGF = \frac{\text{glasareal}}{\text{gulvareal}} \cdot 100 \quad \%$$

Betegnelsen *GGF* står for Glasareal Gulvareal Forhold.

## Spørgeskema

Anvendelsen af den kunstige belysning i boligerne er søgt kortlagt gennem spørgeskemaer, som er udsendt til alle de udvalgte boligområder. På forhånd blev det vurderet, det ville kræve for meget af beboerne, hvis de skulle redegøre for samtlige lamper og lyskilder i boligens forskellige rum. Derfor blev skemaet udformet sådan, at beboerne blot skulle markere tidsintervaller for, hvor længe de har lyset tændt på en tidslinje for hele døgnet, i de mest benyttede rum af deres bolig.

Da det primært ønskes vurderet, hvilken betydning dagslyset har for anvendelsen af den kunstige belysning, har analysen været koncentreret om brugen af lyset i de perioder af dagen, hvor der var en vis mængde dagslys til stede. Hypotesen var, at i rum med store vinduer er der mere dagslys, og derfor er de perioder, hvor kunstlyset er tændt, kortere end i tilsvarende rum

med små vinduer. Deltagerne blev bedt om at udfylde spørgeskemaet på en almindelig dag i weekenden eller på en fredag på den tid af året hvor spørgeskemaet er modtaget. Markeringen af hvornår "lyset er tændt" skulle foretages når mindst én lampe er tændt i det pågældende benyttede rum på en almindelig dag. Markeringen af hvornår "lyset er tændt" skulle foretages når mindst én lampe er tændt i det pågældende benyttede rum på en almindelig dag. Det mindst mulige tidsinterval som kunne markeres var ¼ time (15 min.) se figur 2. Der tages ikke højde for hvordan evt. afrundinger er foretaget – det har været op til deltagerne at vurdere hvor længe og hvor de har haft lyset tændt. Hele spørgeskemaet er gengivet i *Bilag 1. Følgebreve og spørgeskemaer*.

SPØRGESKEMA OM LYSET I FORSKELLIGE RUM I DIN BOLIG	
På tidslinjerne nedenfor skal du markere, hvornår der er lys tændt i de mest benyttede rum i din bolig (Marker at "lys er tændt", når mindst én lampe er tændt).	
Markeringerne skal se ud som i eksemplet herunder.	
Den korteste periode der kan markeres er på 1/4 time. Hvis lyset er tændt i kortere tid, undlades markering.	
Eksempel (indsæt venligst betegnelse for rum):	
I rum: <b>Stue</b>	er der lys tændt som markeret her på tidslinjen:
<p>The timeline shows a 24-hour period from 00 to 24. Blue bars indicate when the light was on: from 03:00 to 04:00, from 08:00 to 11:00, from 15:00 to 16:00, and from 20:00 to 23:00.</p>	
Din markeringen skal svare til en almindelig dag på denne tid af året.	
<b>Vigtigt: Skriv venligst dato for udfyldelsen.</b>	
Dato _____	
I rum: _____	er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):
<p>The timeline shows a 24-hour period from 00 to 24. No bars are present, indicating the light was not on.</p>	
I rum: _____	er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):

Figur 2. Uddrag fra spørgeskemaet, hvor beboerne bliver bedt om at oplyse hvornår de har lys tændt i boligens enkelte rum, se også Bilag 1. Følgebreve og spørgeskemaer.

På baggrund af statistisk viden om typisk belysning i boliger, er det muligt at skønne, hvor meget forskelle i tidsintervallerne for tændt kunstig belysning betyder for elforbruget til belysning i boliger. Forudsætningerne for, at markeringerne af kunstig belysning kan omregnes til energiforbrug, er dels at deltagerne har været grundige i udfyldelsen af spørgeskemaet i henhold til de angivne kriterier, og dels at de er opmærksomme på, hvor deres lamper er placeret i forhold til rumtyperne i deres boliger.

## Forsøgsperioder

Indsamlingen af data skete i tre perioder henholdsvis om efteråret 2010, tidligt forår 2011 og om efteråret 2011. I disse perioder blev der sendt spørgeskemaer ud til de udvalgte bebyggelser. Spørgskemabesvareelserne i de 5 boligområder er blevet modtaget i forskellige tidsperioder og disse er for overblikkets skyld præsenteret i tabel 2.

Tabel 2. Perioderne for spørgeskemadataindsamling

Boligområde	1. Periode <i>oktober 2010</i>	2. Periode <i>marts-april 2011</i>	3. Periode <i>oktober 2011</i>
Greve	13.10 – 31.10.2010		
Slotsdalen	16.10 – 31.10.2010		
Hedelyngen		15.4 – 20.4.2011	13.10 - 6.11.2011
Sejlhuset		15.3. – 8.4.2011	11.10. – 27.10.2011
Bavnebjergspark			7.10. – 6.11.2011

Tabel 2 viser hvilke tidsperioder deltagerne fra de respektive boligområder har returneret de udfyldte spørgeskemabesvarelser. Der er en vis sæsonmæssig forskel i, hvor længe solen er oppe og bidrager med dagslys, men da størstedelen af deltagerne har angivet en dato for deres besvarelse, er det muligt, i dataanalyserne, at tage højde for disse forskelle. Desuden bliver der i databehandlingen også taget højde for skiftene mellem sommer- og vintertid. For de aktuelle perioder begyndte sommertiden i 2010 den 28.3.2010 og varede til og med den 30.10.2010. I 2011 begyndte sommertiden den 27.3.2011 og varede til og med den 29.10.2011.

## Dataindsamling og -bearbejdning

Resultaterne af analyserne præsenteres i tabeller samt grafisk ved brug søjlediagrammer og boxplots. Et boxplot er en praktisk måde at illustrere spredningen af data inden for en given datamængde samt vise forskelle imellem datamængderne. I visse tilfælde optræder enkeltstående værdier, som afviger kraftigt fra de øvrige data, og som derfor ikke medregnes (såkaldte *outliers*). Datamaterialet er undersøgt i forhold til om det er normalfordelt eller ej. I de tilfælde hvor datamaterialet viser sig at være normalfordelt beskrives det med middelværdi samt standard afvigelse og de statistiske analyser bliver udført ved brug af parametriske tests. Når data viser sig ikke at være normalfordelt beskrives datamængden ved medianværdien samt standardafvigelsen, og de statistiske analyser bliver udført ved brug af ikke-parametriske tests. De statistiske analyser er udført i programmet SPSS (PASW Statistics 18). I alle statistiske analyser er et signifikansniveau på 5 % valgt.

### Beskrivelse af anvendte dagslysp perioder

Dagslysp perioden, som omtales i rapporten, er defineret som den tid på en given dag hvor solens centrum står i horisonten for henholdsvis solopgang og solnedgang, svarende til DMI's definition. Spørgeskemabesvarelserne er modtaget på forskellige dage i hhv. efteråret 2010, foråret 2011 og efteråret 2011. Det betyder, at tidspunkterne for solopgang- og nedgang og dermed dagens længde – og den pågældende dagslysp periode – varierer i forhold til spørgeskemabesvarelsesdatoerne. Der tages højde for disse variationer i dagslysp perioden for hver af besvarelserne ved at gruppere datoerne i forsøgsperioderne i intervaller af ca. 7-12 dage. Der tages et gennemsnit af tidspunkterne for solopgang- og nedgang for de grupperede datointervaller. Dette gennemsnit for hver af besvarelsesdatoerne anvendes til at fastsætte dagslysp perioden. Desuden anvendes København som referencested i forhold til at beregne tiderne. Denne metode er en forsimpning i forhold til at specificere de eksakte tidspunkter for den enkelte besvarelsesdag og placeringen af det enkelte boligområde. Forsimplingen betyder at der i datointervallerne er en forskel på hvornår solens centrum når horisonten på ca. 20-30 minutter og det betyder at for gennemsnittet er der en afvigelse på ca. 10-15 minutter til de tidlige og sene datoer i intervallet.

De beregnede gennemsnit for de grupperede datointervaller indsættes i datamaterialet og derved tages der højde for dagslysperioden for alle deltagerne i undersøgelsen. Når der bestemmes tidspunkter for solnedgang- og opgang samt beregnes tidsforbrug for kunstig belysning som er tændt i dagslysperioden er det ovenstående metode der er ligger til grund for beregningerne og dataanalyserne.

Det skal nævnes at der efterfølgende er lavet stikprøveberegninger med mere præcise tidspunkter for solopgang og solnedgang for at undersøge om forsimplingen ville have indflydelse på resultaterne. Analyserne viste at forsimplingen ikke påvirkede resultaterne og derfor gennemføres samtlige beregninger med den ovenfor nævnte forsimpning for herved at spare tid i analysearbejdet.

## Beregninger af dagslysforhold

For at supplere målinger og spørgeskemaresultater med yderligere indsigt i dagslysforholdene i boligerne, er der foretaget beregninger af dagslysforholdene i udvalgte rum af de forskellige boligtyper. Beregningerne er foretaget med programmet Daylight Visualizer (VELUX, 2012), og har til formål at kortlægge sammenhænge mellem de beregnede dagslysfaktorer og beboernes egne vurderinger af deres bolig. Desuden er der foretaget beregninger af ved hvilke dagslysniveauer beboernes tænder for lyset i udvalgte rum.

I forbindelse med at undersøge hypotesen om at en øget tilgang af dagslys erstatter kunstig belysning, er det kun relevant at foretage analyser af datamaterialet i dagslysperioden for den pågældende besvarelsesdag. Herved kan det ses hvor sent på dagen de forskellige boligområder/beboere tænder for det kunstige lys, samt hvor meget tid af dagslysperioden deltagerne har det kunstige lys tændt selvom der kan forventes at være dagslys tilstede

På baggrund af ovennævnte er det undersøgt hvornår på dagen (*tændetidspunkt*) beboerne tænder for den kunstige belysning i forhold til solnedgang på den pågældende besvarelsesdag. Der er lavet analyser for at se på hvor lang tid beboerne gør brug af den kunstige belysning på en given dag i forhold til om dagslys kan forventes at være til stede i de pågældende boliger. Der er ved hjælp af simuleringer i VELUX Daylight Visualizer (program beskrivelse i afsnit om Beregninger side 41) lavet beregninger af dagslysfaktorer i udvalgte boligtyper. Ud fra de faktiske vejrdata i besvarelsesperioderne samt en række standardantagelser vedrørende overfladereflektanser m.v., er det forsøgt beregnet, hvad belysningsstyrken fra dagslys har været på de tidspunkter (omkring solnedgang), hvor beboerne har angivet, at de tænder for den kunstige belysning. De omtalte beregninger præsenteres i kapitlet *Beregninger* side 41.

## Supplerende interviews i en bebyggelse

Med udgangspunkt i spørgeskemabesvarelserne har det vist sig at et par boliger har fået installeret ovenlys i køkken og/eller stue. Der blev derfor foregået et interview samtale i opfølgende besøg i Bavnebjergspark (Bilag 2, side 63). Formålet med besøget var at få større indsigt i baggrunden for at nogle boliger har fået ovenlys, mens andre har de oprindelige vinduesåbninger. Interviewsamtalerne er baseret på besøg i fem boliger og er derfor ikke repræsentative for det resterende data.

# Beskrivelse af de udvalgte bebyggelser

Dette kapitel giver korte beskrivelser af de udvalgte fem boligområder, som spørgeskemaundersøgelsen omfatter. Indledningsvis gives der et overblik over boligområderne og procedurerne for at fremskaffe de nødvendige data for hvert område. For hvert boligområde gives der en kort generel beskrivelse, en situationsplan, en repræsentativ plantegning og illustrative fotos af typiske boliger. For hvert område gives desuden en oversigt over variationer i boligtyper med hensyn til størrelse, antal besvarelser og glasprocent i udvalgte rumtyper. Endelig gives der en beskrivelse af vinduer og dagslysforhold, herunder forhold der har betydning for dagslysindfaldet i boligerne.

## De udvalgte bebyggelser

Der er udvalgt boliger fra forskellige områder på Sjælland som opfylder betegnelserne omkring arealerne for vinduer overfor gulvarealer. De udvalgte boliger er grupperet i 5 områder, som vist i tabel 3, der også viser antal besvarelser i undersøgelsen. Tabellen viser, at i alt 224 har besvaret på det udsendte spørgeskema.

Tabel 3. Oversigt over boligområder, boligtyper og antal spørgeskemabesvarelser.

Bebyggelse	Beliggenhed	Ejerforhold	Boligtype	Opført	Antal besvarelser
Hedelyngen	Herlev	Lejeboliger	tæt-lav	1981	99
Slotsdalen	Hørsholm	Ejerboliger	tæt-lav	1989	21
Bavnebjergspark	Farum	Ejerboliger	tæt-lav	1979	23
Olsbækdal, Olsbæklund Olsbækeng	Greve	Ejerboliger	individuelle enfamilie- /typehuse	1995	38
Sejlhuset	København	Lejeboliger	etageboliger	2007	41
I alt					224

Boligernes vinduesstørrelser sammenlignes i undersøgelsen ud fra forholdet mellem det samlede glasareal af vinduerne i et rum og rummets gulvareal, defineret ved parameteren *GGF*. Det betyder at rum med en stor værdi af dette forhold defineres som rum med store vinduer, og rum med en lille værdi som rum med små vinduer.

## Brug af elektrisk belysning i udvalgte rum

I spørgeskemaerne bliver beboerne bedt om selv at angive betegnelser for de rum, som de medtager i beskrivelsen af deres brug af elektrisk belysning. I besvarelserne benyttes mange forskellige betegnelser for rum, og bortset fra rummene *stue* og *køkken* har det i en del tilfælde været vanskeligt at bestemme, hvilke rum i boligen beboerne refererer til i deres besvarelser. Da det samtidig viste sig efter første spørgerunde, at brugen af lyset i de øvrige rum af boligen er meget følsomme overfor brugervaner og antal beboere, er undersøgelsen koncentreret om rumtyperne *stue* og *køkken* /*køkken-alrum* for at minimere forstyrrelser i de anvendte data.

## Opmåling af boliger

Boligområderne består af flere forskellige boligtyper, fx hvad angår boligstørrelse, antal etager, antal rum, antallet af vinduer m.v. Derfor er mængden af tegningsmateriale meget stor. Opmålingerne af boligernes planarealer er foretaget ud fra tilgængeligt tegningsmateriale på de respektive bebyggelser.

For bebyggelserne Hedelyngen og Slotsdalen var det muligt at fremskaffe originale papirtegninger. Tegningerne for bebyggelserne Bavnebjergspark samt boligerne i Greveområdet blev fundet ved hjælp af det digitale kommunale byggesagsarkiv ( Det var ikke muligt at fremskaffe originaltegninger fra Sejlhuset, så her er der anvendt tegninger fra salgsmaterialet for bebyggelsen, hvor 3B har udspecificeret og noteret de korrekte mål for de nødvendige rumtyper i boligerne.

Ud fra det tilgængelige tegningsmateriale var det kun muligt at opmåle både glas- og murhulsarealerne for Hedelyngen. For de andre bebyggelser og dertil hørende boligtyper var det i nogle tilfælde muligt at bestemme murhulsarealerne ud fra tegningsmateriale, men ikke muligt at bestemme selve glasarealet i vinduerne. Der blev derfor foretaget stikprøvemålinger på udvalgte boliger i de forskellige boligområder. Tabel 4 indeholder en oversigt over det bearbejdede materiale for hver af bebyggelserne.

Tabel 4. Oversigt over kilder til bestemmelse af rumstørrelser og glasarealer i bebyggelserne.

Bebyggelse	Tegningsmateriale	Tegningstyper	Målestok
Bavnebjergspark	Tegningsmateriale er fremskaffet fra det online byggesagsarkiv i Furesø kommune. Alle boliger er af samme type. Det er kun muligt at finde grundplanstegninger. Stikprøve målinger af glas- og murhulsarealer er foretaget på bebyggelsen.	Online kopier af produktions-tegninger	1:100
Hedelyngen	Veldokumenterende tegningsmateriale med målfaste boligtypetegninger og elementtegninger. Glas- og murhulsarealer kan måles ud fra tegningerne.	Original-tegninger	1:100, 1:50 og 1:20
Slotsdalen	Tilgængeligt tegningsmateriale for facade opstalter og tværsnit. Nogle tegninger var utydelige. Stikprøve målinger af glas- og murhulsarealer er foretaget på bebyggelsen.	Papir kopier af original-tegninger	1:50
Greve (enfamiliehuse)	Boligtyperne er vidt forskellige. Tegningsmateriale for boligerne er fundet fra det online byggesagsarkiv i Greve kommune (Det online byggesagsarkiv, 2011). Tegningsmateriale har været begrænset, men dog informativt nok til at kunne aflæse gulvarealer og murhuls arealer i forhold til vinduer og døre. Stikprøve målinger af glas- og murhulsarealer er foretaget på bebyggelsen.	Online kopier af produktions-tegninger	1:100
Sejlhuset	Tegningsmateriale har været sparsomt, derfor er mål taget fra salgsmateriale samt mål angivet af 3B. Bebyggelsen er præsenteret online på hjemmesiden for "Brohuset & Sejlhuset" (Brohuset & Sejlhuset, 2011). Informationer om glas- og murhulsarealerne er fundet ved opmåling i flere lejligheder.	Salgsmateriale og mål angivet af 3B	

Opmålingerne af vinduernes glasarealer, er foretaget for et udsnit af de boliger, som har deltageret i undersøgelserne, både for Sejlhuset, Bavnebjergspark, Slotsdalen og området i Greve. Ved stikprøvemålingerne på boligerne blev der også målt murhulsarealer, som blev sammenlignet med arealerne bestemt ud fra tegningsmateriale. Herudfra er der beregnet en "glasprocent" som er andelen af glas i forhold til murhulsarealet. Da stikprøvemålinger viste god overensstemmelse, anses ovenstående metode som en rimelig præcis fremgangsmåde til at vurdere samtlige glasarealer i bebyggelserne.

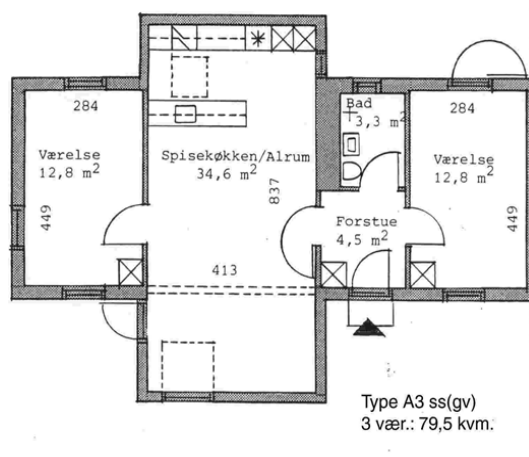
Størrelserne af vinduerne i de enkelte rum af boligerne bliver sammenlignet ud fra forholdet mellem det samlede glasareal i rummet og rummets gulvareal. Der bliver refereret til dette forhold mellem glasareal og gulvareal i beskrivelserne af boligbebyggelserne og i analysen af resultaterne i de følgende kapitler. Forholdet kaldes i det følgende *GGF*, der defineres som:

$$GGF = \frac{\text{glasareal}}{\text{gulvareal}} \cdot 100 \quad \%$$

Betegnelsen *GGF* står for Glasareal Gulvareal Forhold. Denne forkortelse vil blive anvendt i resten af rapporten.

## Boligbebyggelsen Hedelyngen i Herlev

Boligbebyggelsen Hedelyngen består af 159 boliger på 65 til 106,5 m<sup>2</sup> der kan grupperes i forhold til 12 forskellige størrelser på vinduerne i boligerne. Bebyggelsen er opført i 1981 og består af rækkehuse i én, halvanden eller to etager. Indenfor hver af de 12 forskellige boligstørrelser er boligerne placeret og orienteret lidt forskelligt i forhold til hinanden. Tager man højde for dette, er der i alt 27 forskellige boligtyper repræsenteret i bebyggelsen.



### Situationsplan

Boligerne ligger i en ret tæt bebyggelse bestående af tre hovedgrupper placeret omkring en grønning med fælleshuset i centrum. Husene er samlet i naboskabsenheder med 10-12 boliger i hver, der også er forsynet med nærlegepladser, adgang til kvarterslegepladser m.m.



Hedelyngen	Boligdata
Opført	1981
Antal besvarelser	100 modtagne besvarelse af 159 boliger i området
Boligstørrelser	65 - 106,5 m <sup>2</sup> (se tabel)
Antal etager	1½ - 2
Omgivelser	Åbne omgivelser med små haver og græsarealer. Få og ingen høje træer. Haverne er typisk omkranset af ca. 2 m høje hække.
Beboere antal og alder	2,19 – gennemsnit af ældste person: 53 år
Andet	Hovedparten af de medvirkende boliger har indrettet sig med stuen på 1. sal, hvilket medfører problemer ved sammenligning af brugen af lys.



## Boligtyper

Husene er placeret i grupper af 12-20 boliger, der danner 9 små lokale torve i bebyggelsen. Til hver bolig hører en mindre have på 30-100 m<sup>2</sup>. Bebyggelsen er opført i en kombination af tunge og lette materialer, beton og skalmur i underetagerne og lette trækonstruktioner i overetagen. Boligerne er indrettet med køkken, spiseafdeling og stue i åben forbindelse placeret i boligens kerne. Værelser er placeret omkring denne kerne. Langt de fleste boliger har egen adgang fra terræn og har ligeledes egen lille have med terrasse.



Type	Antal	Størrelse, m <sup>2</sup>	Værelser	Besvarelser	GGF Stue, %	GGF Køkken, %	GGF Stue/ Køkken, %
A2	6	65	2	4	-	11	11
A2gv	4	65	2	2	-	13	13
A3	29	79,5	3	13	-	13	13
B3gh	15	87	4	10	-	13	13
B3	19	87	4	15	-	9	9
C2	16	72,5	2	7	-	9	9
C3	15	84,5	3	9	-	10	10
C3sgh	2	84,5	3	1	-	11	11
C4gv	11	94	4	9	-	11	11
C4sgh	6	94	4	4	-	11	11
D4	13	106,5	4	8	7	16	16
D4gh	4	106,5	4	3	7	18	18
Middel		86,4		85			

## Vinduer og dagslys

Boligbebyggelsen Hedelyngen er karakteriseret ved mange små vinduer. Vinduer og døre har brede rammer, således at selve glasarealet er betragtelig mindre end vindueshullet. Arkitekturen afspejler de krav til bygningernes energiforbrug, isolering og vinduesarealerne, som blev indført med bygningsreglementet fra 1977.



Vinduerne er placeret så lavt, at det kun er muligt at kigge ud ad dem, når man sidder ned. De lavtsiddende og små vinduer tillader også kun begrænset indfald af dagslys i boligerne, som derfor opleves mørke. I det åbne køkken, spiseafdeling/alrum i husets kerne er der ikke direkte dagslysfald.



## Boligbebyggelsen Slotsdalen i Hørsholm

Boligbebyggelsen Slotsdalen består af 100 boliger på 82,2 m<sup>2</sup> til 121,6 m<sup>2</sup> fordelt på 6 forskellige størrelser. Bebyggelsen er opført i 1989 som række- og klyngehuse i 1½ og 2 plan. Der er tale om en ret åben bebyggelse uden høje træer, men omkring de fleste boliger er der ca. 2 m høje hække.



### Situationsplan

Slotsdalen består af række- og klyngehuse i to plan. Husene er placeret så der dannes små områder og gårdrum mellem dem.

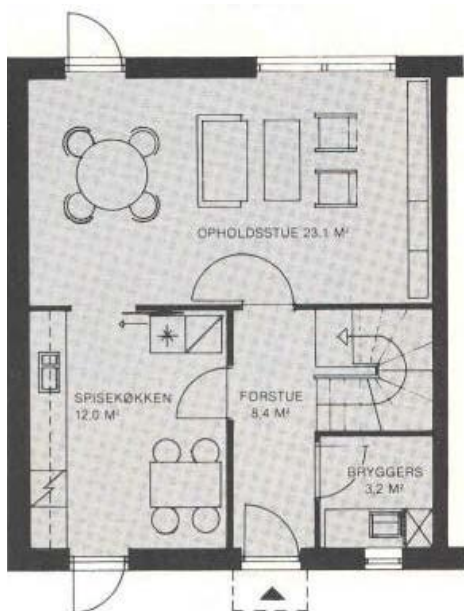


Slotsdalen	Boligdata
Opført	1989
Antal besvarelser	21 modtagne besvarelse af 100 boliger i området
Boligstørrelser	82,2 – 121,6 m <sup>2</sup> (se tabel)
Antal etager	1½
Omgivelser	Åben, uden høje træer, men 2 m høje hække omkring boligerne
Beboere, antal og alder	2,0 – gennemsnit af ældste person: 61 år

### Boligtyper

Boligerne er fordelt i størrelse som vist i nedenstående tabel, der også angiver, hvor mange besvarelser der er for hver boligtype. Boligernes stueplan er indrettet med opholdsstue, spisekøkken og bryggers, nogle desuden med bad og et værelse. Førstesalen er indrettet med værelser samt bad i de boliger, der ikke har bad i stueetagen. Overgangen mellem stue og køkken er relativt åben idet adskillelsen består af en skydedør.

Type	Antal	Størrelse, m <sup>2</sup>	Værelser	Besvarelser	GGF Stue, %	GGF Køkken, %
A1	58	107,9	4	10	20	9
A2	12	121,6	4	3	20	9
B1	9	82,2	3	2	18	10
B2	5	92,7	4	1	12	10
C1	9	94,7	3	2	20	9
C2	7	101,4	3	3	14	11



## Vinduer og dagslys

Arkitekturen i Slotsdalen er karakteriseret ved mange små vinduer samt vinduer eller døre med brede rammer. De fleste stuer har et stort, dobbelt vinduesparti og en glassdør. Stuerne virker derfor lyse. Vinduerne er placeret højt i facaden, og mod havesiden er der 3-4 vinduer.

Nogle af boligerne har en udbygning mod haven. Selvom udbygningen har både ovenlys og vertikale vinduer, forekommer stuen i disse huse mørk, fordi udbygningen begrænser dagslysadgangen til selve stuen.



Trappen fra stueetage til 1. sal er velbelyst af flere ovenlysvinduer i taget. Ligeledes er badeværelset på 1. sal udstyret med ovenlysvindue, som sikrer en god tilgang af dagslys. Glasprocenter i bebyggelsens forskellige boligtyper fremgår af tabellen herover.





## Boligbebyggelsen Bavnebjergspark i Farum

Boligbebyggelsen Bavnebjergspark består af 70 boliger på 131 m<sup>2</sup> til 133 m<sup>2</sup>. Boligernes grunde er på ca. 300-450 m<sup>2</sup>. Bebyggelsen er opført i 1979 som kæder af vinkelformede huse i 1 plan.



### Situationsplan

Bavnebjergspark består af 70 rækkehuse bygget i 1 plan. Området er præget af ca 2 m høje hække i naboskel samt ud mod veje og fællesarealer.



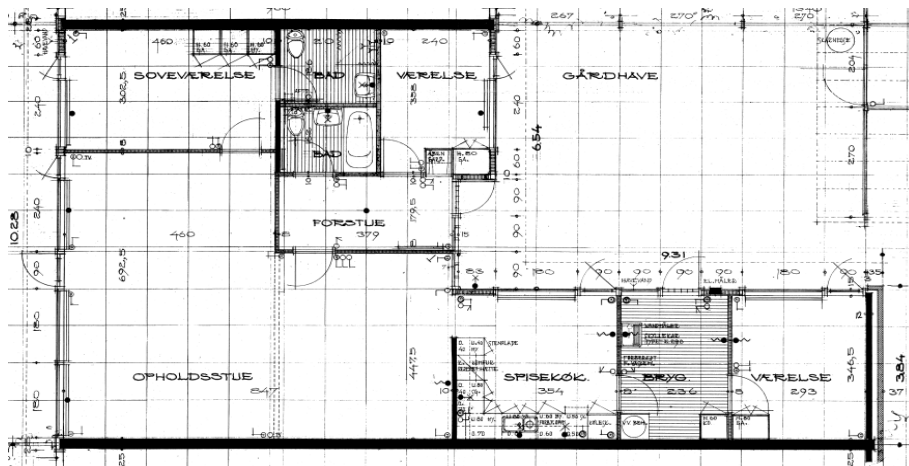
### Boligtyper

Bavnebjergspark er opført i gule mursten. Dele af facaden, samt vinduesrammer og indvendige træinddækninger er udført i mahogni. Alle huse har egne små haver og lukkede gårdrum. Bebyggelsen har direkte adgang til stisystemer.

Bavnebjergspark	Boligdata
Opført	1980
Antal besvarelser	23 modtagne besvarelse af 70 boliger i området
Boligstørrelser	131 og 133 m <sup>2</sup> (se tabel)
Antal etager	1
Omgivelser	Boligerne har en have ved facaden med opholdsstuen som er omkranset af en ca. 2 meter høj hæk. Ved køkken facaden er en gårdhave typisk belagt med fliser og med en tilstødende carport og hæk.
Beboere, antal og alder	2,1 – gennemsnit af ældste person: 68 år

Indgang til boligen sker via entre eller bryggers som begge ligger ud til boligens gårdhave. Boligens kerne består af stue, 2 af boligens 3 værelser samt 2 stk. badeværelser. Fra stuen er der adgang til køkken, bryggers og det 3. værelse, som er placeret i husets længe med vinduer mod gårdrummet.

Type	Antal	Størrelse, m <sup>2</sup>	Værelser	Besværelser	GGF Stue, %	GGF Køkken, %
-	35	131	4	17	-	18
-	35	133	4	6	-	18



## Vinduer og dagslys

Husene er forsynet med få men store vinduer med forholdsvis brede rammer, som er placeret i facade mod have samt i facade mod gårdrum. Vinduesrammer er udført i mørk mahogni både indvendig og udvendig. De mørke rammer reducerer dagslysindfaldet i boligen og skaber desuden en betydelig kontrast mellem vinduesflade og ramme. Dagslystilgangen reduceres desuden af et betydeligt tagudhæng.



I de værelser, der vender mod gårdrummet, er dagslysadgangen relativt begrænset. Rummene til havesiden er velbelyste pga. store tætsiddende vinduer. Enkelte boliger har supplerende ovenlysvinduer i køkken og/eller stue.



## Boligerne i Olsbækdal, Olsbækeng og Olsbæklund, Greve

Boligbebyggelserne Olsbækdal, Olsbækeng og Olsbæklund består af et større antal parcelhuse af forskellig art og størrelse. Det samlede vægtede boligareal for de modtagne besvarelser i området er på ca. 138 m<sup>2</sup>. Husene er en del af et større villakvarter, der strækker sig over ca. 1 km<sup>2</sup>. Bebyggelsen er opført i 1995 og alle huse er i 1 plan.



### Situationsplan

Tre linjers tekst



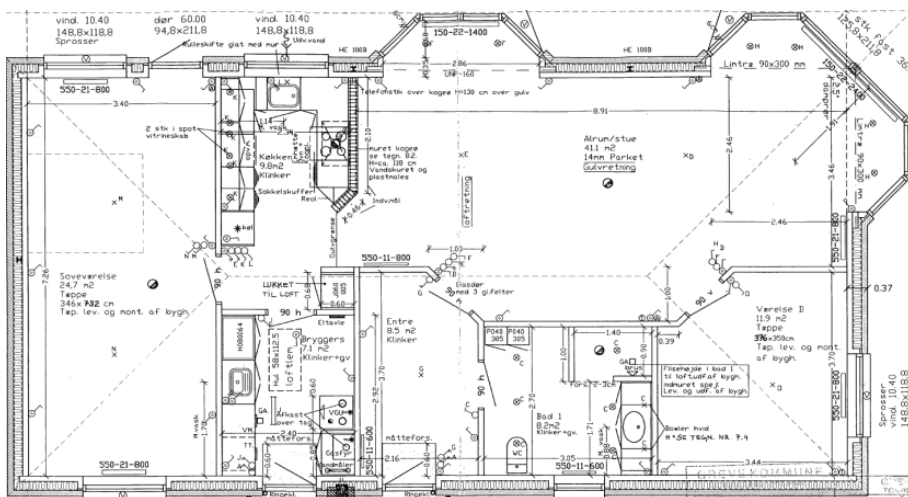
Greve bebyggelser	Boligdata
Opført	1995
Antal besvarelser	38 modtagne besvarelse af 102 boliger i området
Boligstørrelser	102-181 m <sup>2</sup> (se tabel)
Antal etager	1
Omgivelser	Boligerne er placeret i et parcelhuskvarter og har egen have. Grundene er ca. 550-800 m <sup>2</sup> og der er derfor rimelig god plads imellem boligerne. Haverne er omkranset med hække og der er få mindre træer i området.
Beboere, antal og alder	3,29 – gennemsnit af ældste person: 49 år

### Boligtyper

Det var vanskeligt at finde tilstrækkeligt med tegningsmateriale for flere af boligerne og derfor er det valgt kun at vise de boliger som var mulige at opmåle i nedenstående tabel. Antallet af hver boligtype er ikke angivet, da samtlige boliger er unikke.



Parcelhusene er opført i røde tegl og hvert hus er omgivet af en stor have. Flere af boligerne er udstyret med en eller flere karnapper i facaden og/eller i et af hjørnerne i huset, som også vist på plantegningen. Boligerne i Greve området er opført i røde og gule mursten. Boligerne er typehuse med små variationer hver især, som gør at størrelse såvel som indretning gør boligerne unikke. Husene har egne haver med omgivende hække og nogle boliger har garage.



Eksempel på plantegning for en af boligerne i bebyggelsen i Greve. Der er stor forskel på boligerne og derfor vælges det blot at vise et eksempel på hvordan parcelhusene i området er udformet.

Type	Størrelse m <sup>2</sup>	Antal værelser	Besvarelser	GGF Stue, %	GGF Køkken, %
IBLV 130	130,3	5	4	25	10
TBLV 115 + Ka	118,8	4	1	32	9
IBLV 132	134,1	5	1	20	6
ISLV 139+ot	139	4	1	46	27
ISLV 146+Ka+ot	146	4	1	45	43
TLV 129A R	129	4	1	17	12
TLP 122A s	126	4	1	38	30
TLV 102-s	102	4	1	24	19
TLV 141s	143,2	6	1	34	33
IBLV 132 +Ka	145,6	5	1	36	20
TGLV 117	119	4	1	35	15
TBLV 128 B	144	5	1	56	32
TLV 129c	133	6	1	19	29
IBLV 124+ka	130,3	5	1	27	9
IBVV	130,5	4	1	45	14

### Vinduer og dagslys

Husene har mange vinduer, generelt med smalle hvide vinduesrammer. Vinduerne er alle forholdsvis store, og mod havesiden findes flere vinduespartier placeret umiddelbart efter hinanden. Vinduerne er placeret højt umiddelbart under et betydeligt tagudhæng. Flere af vinduerne mod havesiden går fra gulv til loft. Alle rum har rigelig tilgang af dagslys. Nogle beboere angav netop de velbelyste rum som den væsentligste årsag til, at de havde valgt at bo netop der.



## Boligbebyggelsen Sejlhuset i Ørestad City

Boligbebyggelsen Sejlhuset er opført i 2007 og består af 118 lejligheder på ca. 82 m<sup>2</sup> til ca. 105 m<sup>2</sup>. Bebyggelsen er en delvist åben karrébebyggelse, som varierer i højden fra 8 til 12 etager. Størstedelen af lejlighederne er i 1 plan, mens type E er i 2 plan.



### Situationsplan

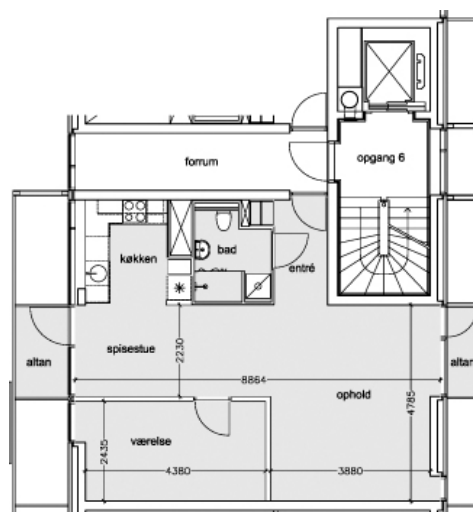
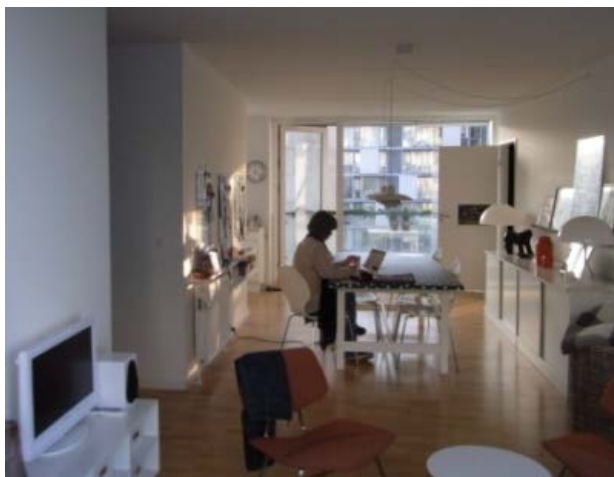


Sejlhuset	Boligdata
Opført	2007
Antal besvarelser	42 modtagne besvarelse af 118 boliger i området
Boligstørrelser	82,1 – 104,8 m <sup>2</sup> (se tabel)
Antal etager	1
Svar på etager	1. sal: 4; 2. sal: 1; 3. sal: 2; 4. sal: 10; 5. sal: 4; 6. sal: 4; 7. sal: 6; 8. sal: 6; 9. sal: 4; 10. sal: 1; 11. sal: 0
Omgivelser	Sejlhuset er en etage ejendom med 7 etager som udfylder hele grundplandet og 8.-11. etage er forskudt fordelt. Ejendommen er hesteskoformet når den ses oppefra. Lignende ejendomme i udformning og højde er placeret ved siden af og foran og bagved er der umiddelbart frit.
Personer, antal og alder	2,38 – gennemsnit af ældste person: 34 år



## Boligtper

Sejlhuset er udført i beton med sorte ydervægge og store glaspartier. Alle lejligheder har to altaner mod forskellige retninger. Etager i 2 plan har desuden en 3. altan i forbindelse med et af de 2 værelser på 2. sal. Altanerne er udstyret med flytbare sejl, som består af aluminiumsrammer på ca. 2 x 3 meter monteret med en hvid sejldug. Sejlene kan skydes frem og tilbage og skærme for sol og vind og derved bidrage til et godt indeklima særligt om sommeren.



Lejlighederne er indrettet med åben forbindelse mellem køkken, spise- og opholdsstue. Badeværelset findes i midten af lejligheden og værelser er fortrinsvist placeret langs væg mod nabo-lejlighed. I lejligheder i 2 plan er værelserne placeret på 2. sal mod den ene facade.

Type	Størrelse, m <sup>2</sup>	Antal værelser	Besvarelser	GGF Stue, %	GGF Køkken, %
A	82,1	2	16	32	37
B	93,8	3	17	47	44
C	101,6	3	8	46	39
D	104,8	3	1	-	-
E	99	3	0	-	-

## Vinduer og dagslys

Alle lejligheder er gennemlyste og udstyret med store vinduer i 2 facader. køkken, spise- og opholdsrum har således dagslys fra to sider, mens værelserne har dagslys fra en enkelt side. I de fleste lejligheder er det vindue, der er i hvert af værelserne relativt lille. Tak være de store vinduer er dagslysindfaldet i stue og spiseafdeling stort.



# Resultater

Dette kapitel beskriver resultaterne af analyserne på de indsamlede data. Boligernes vinduesstørrelser ligger til grund for analyserne, her defineret som forholdet mellem glasarealet og gulvareal for de udvalgte rum. Dette forhold er tidligere i rapporten blevet præsenteret med forkortelsen *GGF*, se til sidst i afsnittet *Opmåling af boliger* side 14. I det følgende til gennemgås besvarelserne på de enkelte spørgsmål, idet der for formuleringen af de enkelte spørgsmål henvises til *Bilag 1. Følgebrev og spørgeskemaer*, side 60, som er det udsendte brev og spørgeskema til deltagerne i undersøgelsen. I alt er der modtaget 99 spørgeskemaer fra Hedelyngen, 21 fra Slotsdalen, 23 fra Bavnebjergspark, 38 fra Greve og 41 fra Sejlhuset. Der er modtaget flest besvarelser fra Hedelyngen samt Sejlhuset, og disse to boligområder modtog spørgeskemaet både om foråret og om efteråret. Der er efterårsbesvarelser fra samtlige boligområder som vist i tabel 2 side 12. Efterårsbesvarelserne stammer fra henholdsvis 2010 og 2011, men analyse af vejrdata viser, at strålingsdata for disse perioder er ret ens, se afsnittet *Vejrdata* side 43.

## Usikkerhed ved beskrivelse af rumtyper

Data fra spørgeskemaerne har givet vanskeligheder i forbindelse med afgrænsningen og definitionen af rum. Nogle beboere har medtaget samtlige rum i deres besvarelse, mens andre kun har medtaget ganske få rum. Samtidig er der forskelle på, hvordan deltagerne har navngivet deres rum, fx "Stue/Køkken", "Køkkenalrum" eller har opdelt rummene i henholdsvis "Stue" og "Køkken", samt andre rumtyper som fx "Soveværelse" og "Børneværelse". Ved gennemgang af materialet, er det i nogle tilfælde svært at vurdere, hvad beboerne har ment i deres besvarelser, fx opstår der også situationer hvor der både er angivet et værelse ved navn "Stue/Køkken" og samtidig også en "Stue". For at kunne lave ensartede analyser på materialet, er der gjort en række antagelser med det formål at gruppere værelserne således, at rumtyperne for de mange boligtyper i datamaterialet bliver ens defineret. Grupperingerne er foretaget ved at gennemgå hver enkelt spørgeskema-besvarelse og i forhold til den dertilhørende boligtypes tegningsmateriale vurdere hvilke rum, der kan være tale om. Besvarelser for ensartede boligtyper er ligeledes sammenlignet for bedst muligt at kunne definere og gruppere rumtyperne. Der er på denne baggrund defineret to hovedkategorier af rumtyper som navngives henholdsvis "Stue" og "Køkken".

## Forklaring til resultatpræsentation

Resultaterne af analyserne præsenteres i tabeller samt grafisk ved brug søjlediagrammer og boxplots. Et boxplot er en praktisk måde at illustrere spredningen af data inden for en given datamængde samt vise forskelle imellem datamængderne. Boxplottet viser fem værdier for datamængden: den nedre kvartil (25 %), median-værdien (50 %) og den øvre kvartil (75 %) af datamængden, samt den mindste og den største værdi i datamængden. Den halvdel af data som ligger i mellem 25 % og 75 % illustreres med en kasse, hvor bunden angiver nedre kvartil og toppen angiver øvre kvartil. Medianen angives med en streg inde i kassen. Mindste og største værdi angives ved små streger under og over kassen. På et boxplot kan også angives enkeltstående værdier, som afviger kraftigt fra de øvrige data, såkaldte *outliers*. Outliers angives her ved en lille stjerne, og i visse tilfælde ses der bort fra disse enkeltværdier. Datamaterialet er undersøgt for, om det er normalfordelt eller ej. I de tilfælde hvor datamaterialet er normalfordelt, beskrives

det med middelværdi samt standard afvigelse og de statistiske analyser bliver udført ved brug af parametriske tests. Når data viser sig ikke at være normalfordelt beskrives datamængden ved medianværdi samt standardafvigelsen og de statistiske analyser bliver udført ved brug af ikke-parametriske tests. De statistiske analyser er udført i programmet SPSS Statistics 18 (SPSS, 2009). I alle statistiske analyser er et signifikansniveau på 5 % valgt.

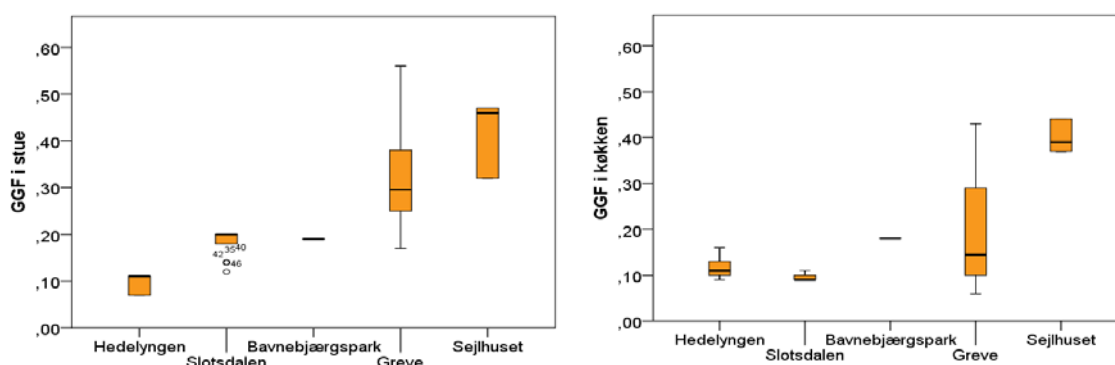
### Opmålt glasareal i forhold til gulvareal

I tabel 5 ses antallet af opmålte rum (Antal), samt medianværdien (Median) og standardafvigelsen (Std) for *GGF* i stue og køkken (inkl. køkkenalrum) for hver bebyggelse. Som tidligere nævnt kunne der være en vis usikkerhed vedrørende rumbetegnelserne, fordi beboerne selv fik lov til at vælge og navngive de rum, de valgte at medtage i spørgeskemaet. I nogle tilfælde betragtede beboerne deres køkken-alrum som to forskellige rum, som de fx kaldte henholdsvis køkken og stue, mens andre udfyldte spørgeskemaet, som om der var tale om ét rum. Da køkken-alrum kun var repræsenteret i Hedelyngen (20 besvarelser) samt i begrænsede antal fra Greve (14 besvarelser) og Sejlhuset (4 besvarelser), indgår data for køkken-alrum som køkken i den følgende databehandling.

Tabel 5. Medianværdier for glasarealer i forhold til gulvarealer (*GGF* i %) for alle boligområderne

<u>Glasareal</u> <u>Gulvareal</u>	%	Hedelyngen	Slotsdalen	Bavnebjergspark	Greve	Sejlhuset
Antal		36	21	23	18	37
Stue	Median	11	20	19	29,5	46
	Std	1,9	2,6	0,0	10,8	7,4
Køkken	Median	11	9	18	14,5	39
	Std	2,5	0,7	0,0	10,9	3,3

Tabel 5 viser at datamængden for *stue* er begrænset for Hedelyngen i forhold til total besvarelse fra bebyggelsen. Det viste sig at nogle af beboerne benytter et af værelserne på første sal som stue, mens andre bruger dette som soveværelse. Her indgår stuerne på 1. sal i Hedelyngen, og det viser at disse har det mindste *GGF* med en medianværdi på 11 %, se figur 3. Det bør dog bemærkes at stuerne har ovenlys, som modtager 40 - 50 % mere lys end lodrette vinduer, og derfor kan stuerne i hedelyngen ikke umiddelbart sammenlignes med de øvrige. Sejlhuset har den største medianværdi af *GGF* på 46 %. For køkkener er *GGF* mindst i Slotsdalen med en medianværdi på 9 %, hvor Sejlhuset igen har det største *GGF* med en medianværdi på 39 %. For Bavnebjergspark er standardafvigelse angivet til 0, da opmåling viste at rummene var identiske med hensyn til glasareal i forhold til gulvareal i begge typer rum. I Greve var boligerne, både typemæssigt og størrelsesmæssigt, meget forskellige, hvilket kommer til udtryk ved at standardafvigelsen for *GGF* er størst i Greve boligerne.



Figur 3. Opmålte værdier af *GGF* i henholdsvis køkken og stue.

Resultaterne er præsenteret som box-plot i figur 3. For at kunne få en forståelse af bebyggelsernes *GGF* værdier, sammenlignes disse med klassificeringen der er introduceret i SBI-anvisning 219 *Dagslys i rum og bygninger* (Johnsen og Christoffersen, 2008). I denne anvisning klassificeres rudearealer i facaden i forhold til rummets gulvareal som vist i tabel 6. Klassificeringen af rudearealer er lavet med udgangspunkt i kontor-, erhvervs- samt institutionsbyggeri og bliver fremhævet for at få en ide om hvordan forholdet mellem glasareal og gulvareal er betegnet ud fra andre undersøgelser.

Tabel 6. Vejledende klassificering af rudearealer i facader i kontor-, erhvervs- og institutionsbyggeri jf. SBI-anvisning 219 (Johnsen og Christoffersen, 2008).

Klassificering af rudeareal	Rudeareal i forhold til gulv, %
Lille	Mindre end 12
Middel	12 til 18
Stort	Mere end 18

Når *GGF* værdierne fra undersøgelsen (vist i tabel 5) sammenlignes med den vejledende klassificering fra tabel 6 ses det, at for køkken data betragtes Slotsdalens (9 %) og Hedelyngens (11 %) *GGF* som "lille", Greves (14,5 %) og Bavnebjergspark (18 %) *GGF* kan karakteriseres som "middel" og Sejlhusets (39 %) *GGF* kan betragtes som "stort".

For glasarealet i stuerne kan Hedelyngens *GGF* (11 %) betragtes som "lille", men "middel" hvis der korrigeres for, at ovenlys modtager 40 - 50 % mere lys end lodrette vinduer. De resterende kan betragtes som værende "store". Selvom den vejledende klassificering af glasarealer er lavet ud fra kontor-, erhvervs- og institutionsbyggeri, kan den også bruges til at konstatere at de udvalgte boligområder kan klassificeres som forskellige fra hinanden hvad angår rudeareal forholdet til gulvet.

For overblikkets skyld kan det bemærkes at resultaterne i både tabeller og grafer vises i rækkefølge fra boligområderne med den mindste middel værdi for *GGF* (til venstre) til boligerne med den største (til højre). Derfor starter rækkefølgen i resultatvisningerne fra venstre med Hedelyngen, Slotsdalen, Bavnebjergspark, Greve og slutter til højre med Sejlhuset.

## Spørgeskemaresultater fra de to efterårsperioder

I dette afsnit fokuseres der udelukkende på data, som er modtaget i de to efterårsperioder. For at analysere sammenhænge mellem elforbrug og beboer vaner, dvs. hvor mange beboere der bor i boligen, hvor meget de er hjemme i boligen, deres bevidsthed om at spare på lyset samt deres opfattelse af, om der er lyst i boligen, er svarende på disse spørgsmål nærmere gennemgået. Spørgsmålene er gengivet i kort form i tabel 7, mens de faktiske spørgsmål kan ses i *Bilag 1. Følgebreve og spørgeskemaer*.

Tabel 7. Forklaring til spørgsmålene, som indgår i tabel 8.

Spm.nr.	Spørgsmål
2.1	antal beboere i boligen
3.1 – 3.3	hvor mange hverdage om ugen, der er nogen beboer hjemme om: formiddagen, eftermiddagen og om aftenen.
4	hvor opmærksomme beboerne er på at spare på lyset på en skala fra 1 til 3, hvor 1 betyder "Ja, meget" og 3 betyder "Nej, normalt ikke".
5.1 – 5.3	på en skala fra 1(enig) til 3 (uenig) de er i udsagn om, at der er: "masser af lys fra vinduerne", "lyse rum - hvide vægge og loft" og "god plads" i deres bolig

Det totale oplyste elforbrug for boligerne samt resultaterne af svarene på disse spørgsmål er vist i tabel 8. Tabellen viser antallet af besvarede skemaer fra efterårsperioderne inden for hvert boligområde opdelt efter de stillede spørgsmål. Det fremgår, at der er en besvarelsesprocent på næsten 100 % på de enkelte spørgsmål, dvs. næsten alle beboerne besvarede spørgsmålene i tabellen. En undtagelse er dog spørgsmål 1.6 vedrørende elforbruget ved seneste årsopgørelse, hvor kun ca. 2/3 (i gennemsnit) har svaret.

Afhængigt af, om dataene for et spørgsmål er normalfordelte eller ej, viser tabellen, enten middelværdien (Middel) eller medianværdien (Median) samt standard afvigelsen (Std) af svarene for hvert boligområde. De stillede spørgsmål kan ses i *Bilag 1. Følgebreve og spørgeskemaer*.

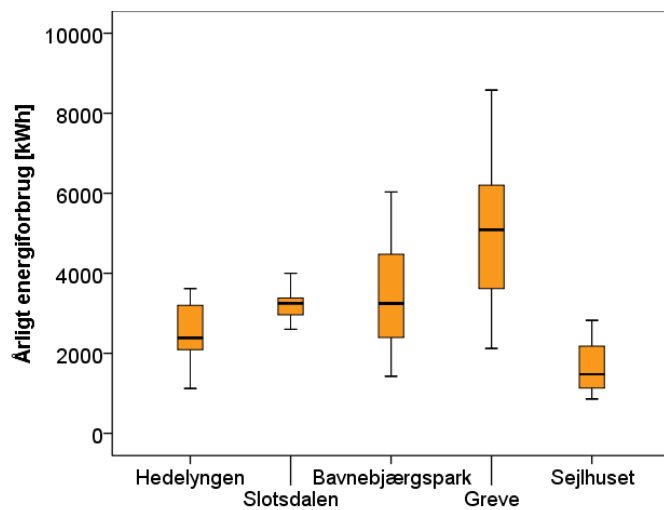
Tabel 8. Efterårsbesvarelser: Antal besvarelser (Antal), middelværdi (Middel) eller medianværdi (Median) samt standard afvigelsen (Std) for hvert boligområde for spørgsmålene vist i kort form i tabel 7.

		Hedelyngen	Slotsdalen	Bavnebjergspark	Greve	Sejlhuset
Besvarede skemaer i alt	Antal	21	21	23	37	16
0. Boligens størrelse [m <sup>2</sup> ]	<b>Middel</b>	86,4	104,5	131,5	131,2	91,1
1.6 Elforbrug [kWh]	Antal	15	11	18	28	7
	<b>Middel</b>	2487	3219	3512	5121	1657
	Std	721	455	1331	1738	728
2.1 Antal beboere	Antal	21	20	23	35	16
	<b>Middel</b>	2,19	2,00	2,09	3,29	2,38
	Std	0,98	0,73	0,85	1,18	0,96
3.1 Hjemme formiddag [antal hverdage]	Antal	21	20	23	36	16
	<b>Median</b>	1	2	5	0	1,5
	Std	2,17	2,14	2,21	1,93	2,55
3.2 Hjemme eftermiddag [antal hverdage]	Antal	21	20	23	36	16
	<b>Median</b>	5	4	5	4,5	4
	Std	2,23	2,13	2,00	2,29	1,90
3.3 Hjemme aften [antal hverdage]	Antal	21	20	23	36	16
	<b>Median</b>	5	5	5	5	5
	Std	0,92	0,95	1,44	1,09	1,12
4 Spare på lyset [1: meget, 2: i nogen grad, 3: normalt ikke]	Antal	21	21	23	37	16
	<b>Median</b>	2	2	2	2	2
	Std	0,51	0,51	0,42	0,44	0,48
5.1 Lys fra vinduer [1: helt enig, 2: delvis enig, 3: uenig]	Antal	21	21	23	37	16
	<b>Median</b>	2	1	1	1	1
	Std	0,73	0,51	0,45	0,44	0,25
5.2 Lyse rum [1: helt enig, 2: delvis enig, 3: uenig]	Antal	21	21	23	37	16
	<b>Median</b>	1	1	1	1	1
	Std	0,44	0,22	0,21	0,45	-
5.3 God plads [1: helt enig, 2: delvis enig, 3: uenig]	Antal	21	21	23	37	16
	<b>Median</b>	1	1	1	1	1
	Std	0,68	0,60	-	0,32	0,63
6.1 Stue [min i døgnet]	Antal	9	21	23	34	12
	<b>Middel</b>	230,0	316,4	318,9	349,4	300,0
	Std	102,8	121,0	122,1	122,7	132,2
6.2 Køkken eller køkken alrum [min i døgnet]	Antal	20	19	23	27	15
	<b>Middel</b>	403,5	267,6	230,2	341,1	184,0
	Std	122,2	178,5	137,8	117,6	132,3

## Forskelle i elforbrug

Svarene på spørgsmål 1.6 viser, at det største elforbrug findes i Greve, hvor det ligger ca. 60 % højere end i de andre bebyggelser. Tallene viser også, at Hedelyngen har det laveste elforbrug, samtidig med, at Hedelyngen er det boligområde, der har det mindste GGF.

Figur 4 viser et boxplot for det årlige elforbrug for de forskellige bebyggelser, hvor outliers ikke er medtaget. Forbruget ser ud til at vokse fra Hedelyngen og op til Greve, men for Sejlhuset falder forbruget igen. Statistiske analyser viser at elforbruget Greve er signifikant højere end i de andre øvrige bebyggelser. Ligeledes er elforbruget i Sejlhuset signifikant lavere end i de øvrige bebyggelser. Endelig viser analysen, at elforbruget i Slotsdalen og i Bavnebjergspark er signifikant højere end i Hedelyngen.



Figur 4. Besvarelser på spørgsmål 1.6 om elforbrug ved sidste års aflæsning.

Ud over at der statistisk er stor forskel på elforbruget i en lejlighed og i en enfamiliebolig, er de to vigtigste faktorer for boligens elforbrug *antallet af beboere* og *boligens størrelse*, hvilket udtrykkes i nedenstående tommelfingerregler for elforbruget (Petersen og Gram-Hanssen, 2005):

$$Q_{el,parcelhus} = 529 + 12 \cdot A + 691 \cdot p \quad (A)$$

$$Q_{el,række,kædehus} = 350 + 13 \cdot A + 583 \cdot p \quad (B)$$

$$Q_{el,lejlighed} = 342 + 11 \cdot A + 349 \cdot p, \quad (C)$$

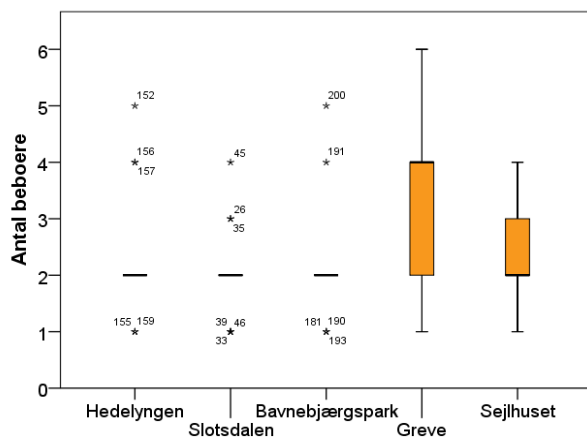
hvor  $Q_{el}$  er elforbruget,  $A$  er boligarealet og  $p$  er antal personer i boligen.

Som det ses af tabel 9, giver disse to faktorer en stor del af forklaringen på forskelle i elforbrug i de fem bebyggelser. Tabellen viser både det teoretiske forbrug, beregnet efter ovenstående formler og det faktiske middel-elforbrug.

Tabel 9. Tal for det faktiske elforbrug og det teoretiske forbrug beregnet ud fra areal og antal beboere. Boligtyperne refererer til formlerne ovenfor, og Slotsdalen skønnes at ligge et sted mellem A og B. Ældste persons alder er gennemsnit for hver bebyggelse af den ældste person i husstanden.

	Hedelyngen	Slotsdalen	Bavnebjergspark	Greve	Sejlhuset
Boligtype	B	A-B	A	A	C
Areal, $A$ m <sup>2</sup>	86,4	104,5	131,5	131,2	91,1
Antal beboere, $p$	2,19	2,00	2,09	3,29	2,38
Ældste persons alder	53	61	68	49	34
Teoretisk elforbrug	2750	3020	3550	4375	2175
Faktisk elforbrug	2487	3219	3512	5121	1657

Som det fremgår af tabel 9 og figur 5, er der markant flere beboere i Greve-bebyggelsen end i de øvrige boligområder. Mens middelværdien for Greve ligger på 3,29 (personer pr. bolig), ligger den for de andre bebyggelser på lidt over 2,0. Tabellen viser også, at boligerne i Bavnebjergspark og Greve er markant større end de øvrige boliger. Ved sammenligning af de faktiske og de teoretiske elforbrug, er det mest bemærkelsesværdigt, at elforbrugene i de to bebyggelser med lejeboliger, Hedelyngen og Sejlhuset, ligger lavere end de teoretiske, mens forbruget i Greve ligger markant højere.

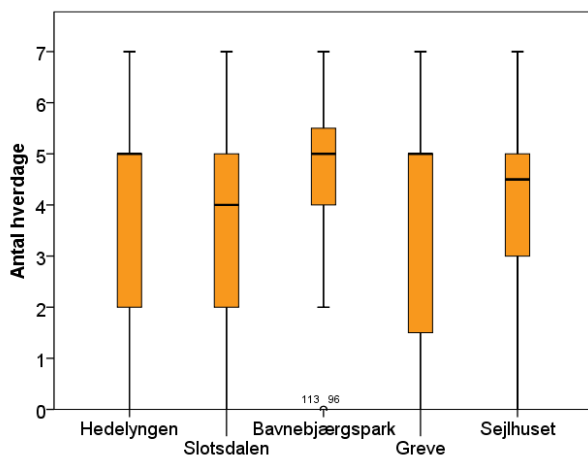


Figur 5. Besvarelser pr. boligområde på spørgsmål 2.1 om, hvor mange personer, der bor i boligen.

To andre faktorer, der kan forklare forskelle i elforbruget, er *husstandens bruttoindkomst* og *beboernes alder*. I rapporten SBI 2005:09 *Husholdningers energi- og vandforbrug* (Petersen og Gram-Hanssen, 2005) har man fundet, at *bruttoindkomsten* er den næst-vigtigste variabel (efter *antal personer*) til at forklare elforbruget i parcelhuse og række- kædehuse, mens den er tredje-vigtigste forklaringsparameter for lejligheder (efter *antal personer* og *bolig-areal*). I denne undersøgelse har vi ingen oplysninger om husstandsindkomster, som derfor ikke indgår i analysen. *Beboernes alder* er i nævnte rapport defineret ved alderen af den ældste person i husstanden, og denne formodes at give et omtrentligt billede af hele husstandens alder eller nærmere: placering i en livscyklus. Imidlertid viser rapporten, at der er en kraftig samvirken mellem antal personer i husstanden og ældste persons alder, hvorfor ældste persons alder i sig selv kun kan forklare mellem 1 og 2 % af forskellene i elforbruget.

### Beboernes ophold i boligen

Som det fremgår af det udsendte spørgeskema, *Bilag 1. Følgrebrev og spørgeskemaer*, bliver beboerne spurgt om, hvor mange hverdage om ugen, der er nogen hjemme henholdsvis formiddag, eftermiddag og aften.

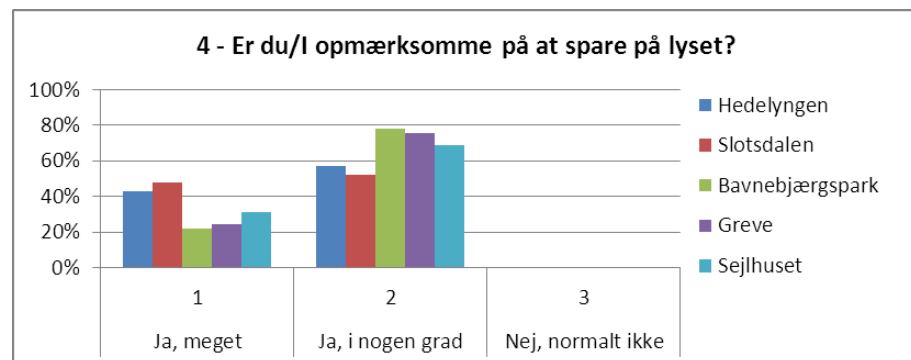


Figur 6. Besvarelser pr. boligområde for spørgsmål 3.2 om, hvor mange hverdage i ugen, der er nogen hjemme om eftermiddagen.

Besvarelserne er vist i figur 6, og det ses, at besvarelsernes medianværdier er på fire eller fem for alle bebyggelserne i spørgsmål 3.2 *Hvor mange hverdage om ugen er, der nogen hjemme om eftermiddagen*. Figur 6 viser, at der er flere som har svaret, at de er hjemme seks eller syv hverdage om ugen. Da det viser sig at disse spørgsmål (nr. 3.1-3.3) i nogle tilfælde er besvaret til at have op til syv hverdage om ugen og i andre tilfælde til at have fem hverdage om ugen analyseres der ikke videre på disse tre spørgsmål.

### Bevidsthed om at spare på lyset

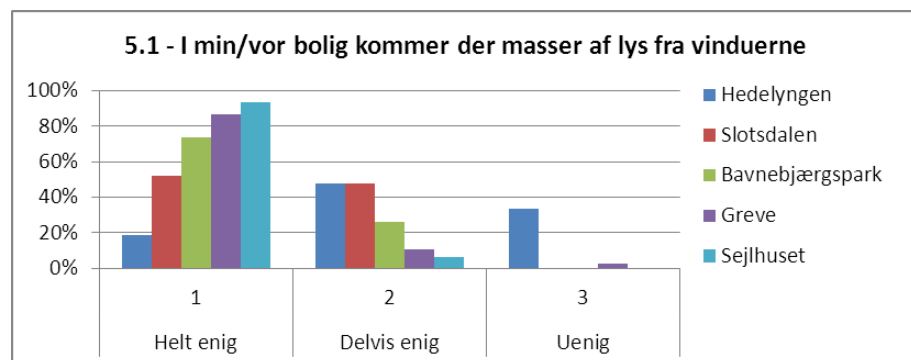
På spørgsmål 4: *Er du/I opmærksomme på at spare på lyset?* angiver samtlige beboere, at de i *nogen grad* er eller er *meget* opmærksomme, se figur 7. Energibevidstheden er størst i Slotsdalen og Hedelyngen, og mindst i Bavnbejrgspark og Greve. Der kan dog ikke påvises signifikant forskel i energi-bevidstheden mellem de forskellige boligområder.



Figur 7. Besvarelser for boligområder på spørgsmålet Er du/I opmærksomme på at spare på lyset?

### Oplevelse af lys fra vinduer, lyse rum og rummelighed i boligerne

På udsagn 5.1: *I min/vores bolig kommer der masser af lys fra vinduerne* er størstedelen af beboerne, undtagen i Hedelyngen, *helt enige*. Hele 94 % af beboerne i Sejlhuset, 86 % i Greve og 74 % i Bavnbejrgspark er *helt enige* i ovenstående udsagn. I Hedelyngen er kun 19 % *helt enige*, mens 33 % af beboerne svarer, at de er *uenige* i at der kommer masser af lys ind fra vinduerne, jf. figur 8.



Figur 8. Besvarelser på udsagn 5.1 I min/vores bolig kommer der masser af lys fra vinduerne.

Sammenligner man besvarelserne for spørgsmål 5.1 med de opmålte glasarealer for de fem bebyggelse, fremgår det, at jo større værdi af *GGF* (glasareal i forhold til gulvareal), jo større enighed er der med udsagnet, *I min/vores bolig kommer der masser af lys fra vinduerne*. Tabel 10 viser middelværdien af *GGF* for stue og køkken (eller køkken/alrum) for alle bebyggelserne, beregnet ud fra værdierne i tabel 5.

Tabel 10. Middelværdien af *GGF* for stue og køkken (eller køkken/alrum) for de fem bebyggelser.

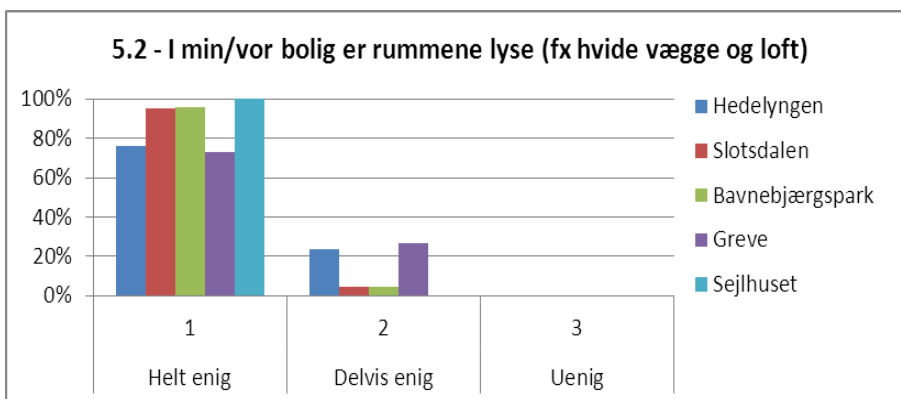
Bebyggelse	Hedelyngen	Slotsdalen	Bavnbejrgspark	Greve	Sejlhuset
Middel <i>GGF</i>	11	15	19	22	43



Analysen af dataene i figur 8 viser, at forskellene i besvarelserne fra Hedelyngen og de fire andre bebyggelser er signifikante: Slotsdalen ( $p < 0,01$ ), Bavnebjergspark ( $p < 0,001$ ), Greve ( $p < 0,001$ ) og Sejlhuset ( $p < 0,001$ ). Ligeledes er forskellene signifikante mellem Slotsdalen og bebyggelserne Greve ( $p < 0,05$ ) og Sejlhuset ( $p < 0,01$ ). Dette betyder, at beboerne i bebyggelserne med de relativt største vinduer, i Greve og Sejlhuset, opfatter at der kommer signifikant mere lys fra deres vinduer end både Hedelyngen og Slotsdalen, som har de relativt mindste vinduer. Derimod kan der fx ikke påvises signifikans for forskellen mellem Slotsdalen og Bavnebjergspark eller mellem Bavnebjergspark og Sejlhuset. Dette kan tolkes sådan, at der er en sammenhæng mellem *GGF* og opfattelsen af om der kommer meget lys ind i boligerne fra vinduerne og at når vinduerne (udtrykt ved *GGF*) kommer ned i en vis størrelse, er der en del beboere, som ikke oplever, at der kommer mere lys gennem vinduerne.

Mængden af dagslys i boligens enkelte rum afhænger af mange andre forhold end vinduernes størrelse. En væsentlig faktor for udnyttelsen af det dagslys, som kommer ind ad vinduerne, er overfladernes farver eller lysreflektans. Mørke farver absorberer lyset, mens lyse farver reflekterer det indfaldende dagslys diffust rundt i hele rummet. Samtidig har de udvendige omgivelser, så som træer og andre bygninger med skyggende virkning også betydning.

Figur 9 viser svarene på udsagnet: *I min/vor bolig er rummene lyse (fx hvide vægge og loft)*. Det ses, at der i alle bebyggelserne er en markant overvægt af svar fra beboere, som er *Helt enige* i dette udsagn. Ifølge tabel 8 er der ingen af beboerne i Sejlhuset som har svaret andet end helt enig. Hedelyngen og Greve skiller sig lidt ud ved, at der i disse bebyggelser er ca. 25 % af besvarelserne som kun er *Delvist enige* i udsagnet.



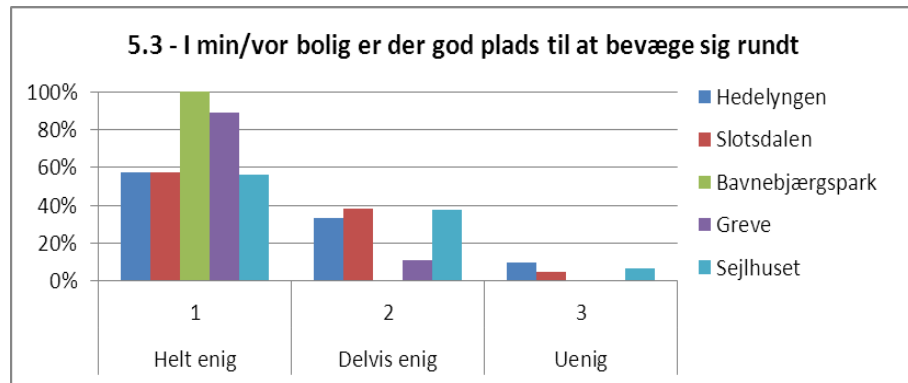
Figur 9. Besvarelser på udsagn 5.2 I min/vor bolig er rummene lyse (fx hvide vægge og loft).

Analyserne viser, at forskellen i opfattelse af hvor lyse rummene er i Hedelyngen og i Sejlhuset er signifikant ( $p < 0,05$ ), mens der ikke er signifikant forskel mellem Hedelyngen og Slotsdalen, Bavnebjergspark eller Greve. For Greve bebyggelserne er der signifikant forskel mellem de tre bebyggelser Slotsdalen ( $p < 0,05$ ), Bavnebjergspark ( $p < 0,05$ ) og Sejlhuset ( $p < 0,05$ ). Ifølge analysen vurderer beboerne i Hedelyngen rummene som værende mindre lyse end i Sejlhuset og beboerne i Greve vurderer ligeledes deres rum som værende mindre lyse end Slotsdalens, Bavnebjergparkens og Sejlhusets rum.

Oplevelsen af dagslyset i boligens enkelte rum kan også afhænge af, hvor god plads, der er i rummet. Hvis rummet er fyldt op med mange og 'tunge' møbler, vil rummet ofte opleves mindre lyst, end hvis der er god plads i rummet. Desuden gælder det også her, at rummenes farver og overfladernes lysreflektans har betydning for om lokale opfattes lyse.

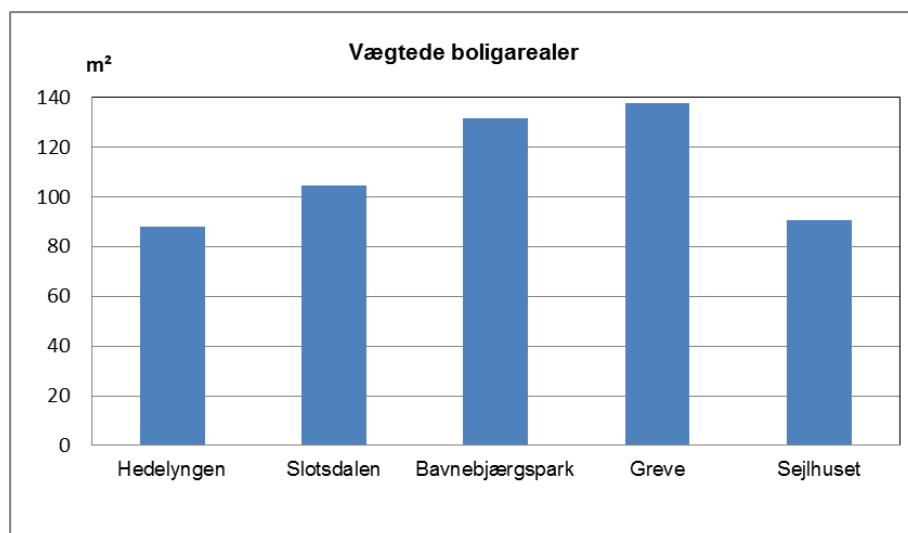
Figur 10 viser hvordan beboerne oplever plads og rummelighed i de fem boligområder. På udsagnet *I min/vor bolig er der god plads til at bevæge sig rundt*, svarer 100 % i Bavnebjergspark og 89 % i Greve, at de er *helt enige*, mens kun ca. 57 % giver dette svar i de tre resterende bebyggelser. 33 % af beboerne i Hedelyngen samt 38 % af beboerne i Slotsdalen og Sejlhuset er kun *delvist enige* i, at der er god plads.

Analyserne viser, at forskellene i besvarelsene fra både Bavnebjergspark og Greve i forhold til de tre andre bebyggelser er signifikante: mellem Bavnebjergspark og Hedelyngen ( $p < 0,01$ ), Slotsdalen ( $p < 0,001$ ) og Sejlhuset ( $p < 0,01$ ) og mellem Greve og Hedelyngen ( $p < 0,01$ ), Slotsdalen ( $p < 0,01$ ) og Sejlhuset ( $p < 0,01$ ).



Figur 10. Besvarelser på udsagn 5.3 I min/vor bolig er der god plads til at bevæge sig rundt.

Beboerne i Bavnebjergspark og Greve er mere enige i at have god plads til at bevæge sig rundt i boligen end de øvrige bebyggelser. Boligerne i boligområder har mange forskellige udformninger og derfor er der beregnet vægtede boligarealer for hver af bebyggelserne. Bavnebjergspark og Greve er de boligområder som viser sig også at have de største vægtede boligarealer som ses af figur 11. Figuren viser også at Hedelyngen, Slotsdalen og Sejlhuset har et vægtet areal der ligger på ca. 90 til 100m<sup>2</sup>.



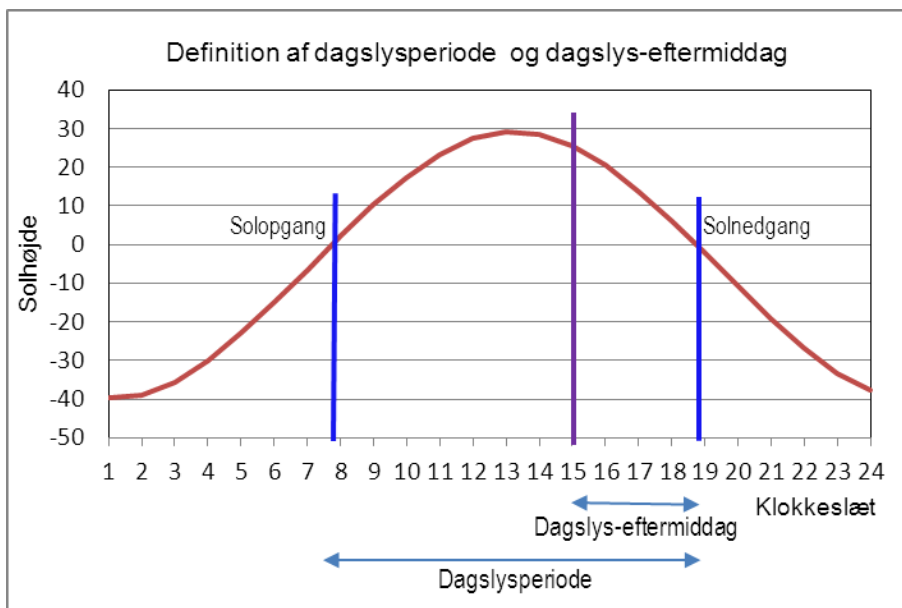
Figur 11. Vægtede bebyggelsesarealer for boligerne i de pågældende boligområder.

### Brug af elektrisk belysning

Brugen af den elektriske belysning i dagtimerne er analyseret for to forskellige perioder af døgnet. Den ene er hele *dagslysperioden* fra solopgang til solnedgang, illustreret som perioden mellem de to blå lodrette streger på figur 12. Den anden er eftermiddagsperioden fra kl. 15 til solnedgang, kaldet *dagslys-eftermiddag*. Perioden dagslys-eftermiddag er illustreret mellem den lille lodrette streg og den blå streg til højre (solnedgang) på figur 12. På figur 12 kan solhøjden, vist ved den røde kurve, aflæses på y-aksen. Solhøjden

afhænger af klokkeslættet på dagen, og ved solopgang og solnedgang passerer solhøjden  $0^\circ$ . Der antages at være dagslys til stede i den periode af døgnet, hvor solhøjden er større end  $0^\circ$ . I spørgeskemaerne har beboerne angivet, hvornår, de tænder lyset i et rum (*tændetidspunkt*), og hvor længe lyset er tændt i rummet. Undersøgelsens hovedmål er at undersøge, om brugen af elektrisk belysning i et rum afhænger af, hvor meget dagslys, der er i rummet. Derfor analyseres det, i hvor stor en del af perioden med muligt dagslys, der har været tændt elektrisk lys (*tændetid*).

Beboerne blev bedt om at besvare skemaet på en dag, hvor de var hjemme, men af besvarelserne kan det ikke ses, om nogle personer har udfyldt skemaet på en dag, hvor de kom hjem fra arbejde. Da spørgeskemaerne er besvaret om efteråret og foråret, vil der være tilfælde, hvor der er dagslys til stede efter normal arbejdstid, og derfor er det sandsynligt, at tidspunktet for, hvornår der tændes lys i det enkelte rum afhænger af, hvor meget dagslys der er i rummet.

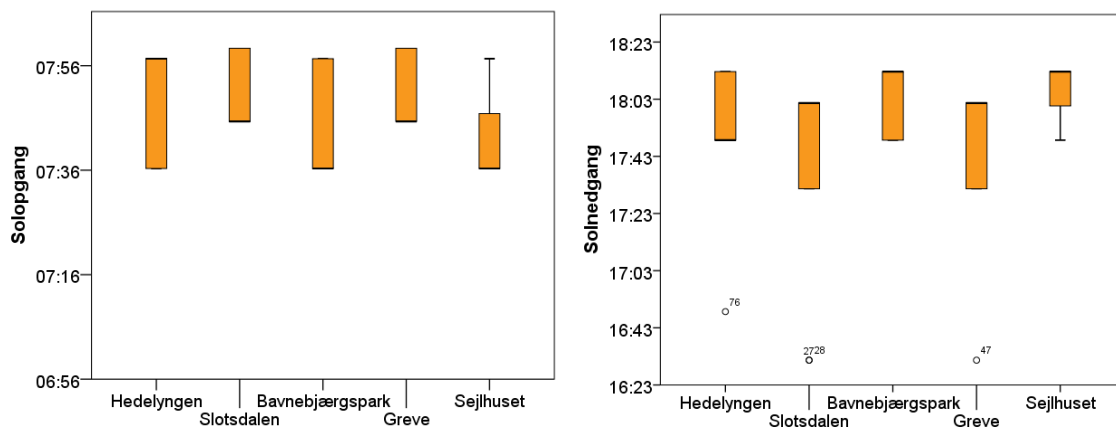


Figur 12. Illustration af de definerede dagslyspereoder hvor analyserne for tændetid finder sted.

Dagslyspereode, solopgang og solnedgang afhænger af besvarelestidspunktet, da dages længde afhænger af tidspunktet på året, hvor besvarelsen er udfyldt. Der er selvfølgelig taget højde for dette i databearbejdningen som beskrevet i afsnittet *Tændetid i dagslyspereoden* nedenfor. Tændetidspunktet er defineret som det øjeblik, hvor beboerne tænder for den første lampe i et givent rum i deres bolig. Dette tidspunkt kan principielt både være før eller efter solnedgang. Det er valgt kun at se på, hvornår lyset tændes om eftermiddagen/aftenen efter kl. 15, dvs. "tæt" på solnedgang. Dagslysmængden i boligerne afhænger som tidligere nævnt af lokale vejrforhold, boligernes vinduer (*GGF*), indretning, indvendige overflader, udvendige skygger, m.m.

Tændetid i dagslyspereoden

Tabel 11 viser solopgangs- og solnedgangstidspunkter i besvarelsesperioden, tændetidspunkt for kunstig belysning i stuen og køkken, antal minutter med tændt lys i *dagslyspereoden* samt antal minutter tændt om perioden *dagslys-eftermiddag*. Enkelte personer har ikke udfyldt dato for besvarelsen af spørgeskemaet. *Antal* besvarelser for solopgang og solnedgang angiver derfor, hvor mange personer, der havde angivet dato for udfyldelsen. Figur 13 viser variationen i tidspunkter for solopgang og solnedgang på datoerne for besvarelser i de forskellige boligområder. Solopgang viser sig at ligge mellem 07:35 og 08:00 og solnedgang ligger mellem 17:30 og 18:10.



Figur 13. Tidspunkt for solopgang (til venstre) solnedgang (til højre) på datoerne for spørgeskemaudfyldelsen i efterårsperioderne.

Det antages, at lyset tændes, når beboerne vurderer, at dagslyset er utilstrækkeligt, fx pga. "små" vinduer. De enkelte svar kan naturligvis være påvirket af, hvordan vejret har været netop den dag, dvs. om dagen for besvarelsen har været en lys og solrig dag, eller om det har været en relativ mørk og overskyet dag. For at kunne sammenligne svarene vedrørende disse rum i de forskellige bebyggelser, må det derfor sikres, at vejr- og dagslysforhold ikke er væsentligt forskellige i de perioder, der sammenlignes.

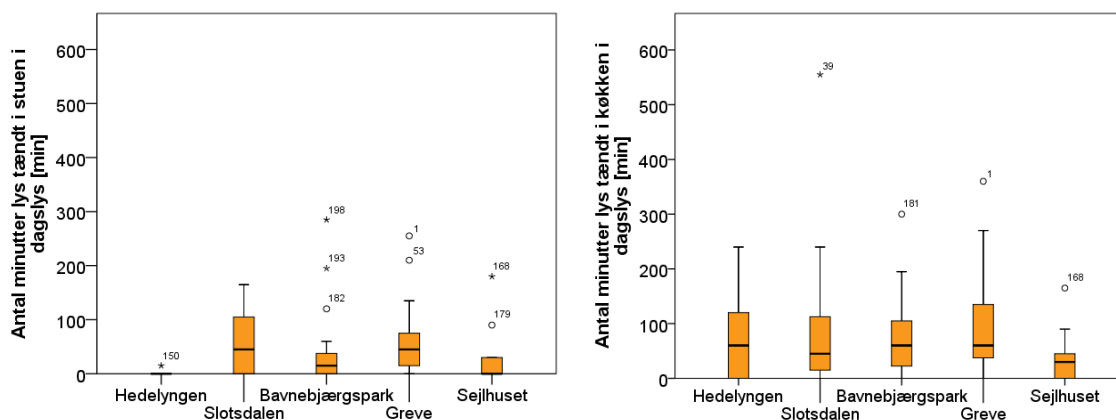
Tabel 11 - Efterårs data: solopgang, solnedgang, tændetidspunkter i stue og køkken samt tændetid.

		Hedelyngen	Slotsdalen	Bavnebjergspark	Greve	Sejlhuset
Solopgang [tt:mm]	Antal	18	21	22	37	15
	Median	07:58	07:46	07:37	07:46	07:37
	Std	00:09	00:07	00:10	00:06	00:09
Solnedgang [tt:mm]	Antal	18	21	22	37	15
	Median	17:49	18:02	18:13	18:02	18:13
	Std	00:19	00:27	00:11	00:19	00:10
Tændetid i stue i dagslys [antal minutter]	Antal	9	21	23	34	12
	Median	0	45	15	45	0
	Std	5	58,9	70,4	59,8	54,3
Tændetid i køkken i dagslys [antal minutter]	Antal	20	19	23	27	15
	Median	60	45	60	60	30
	Std	71,8	131,2	73,1	88,2	45,2
Tændetidspunkt eftermiddag stue [tt:mm]	Antal	9	21	23	34	12
	Median	19:00	18:00	18:00	17:30	18:07
	Std	01:22	01:10	01:27	01:05	01:31
Tændetidspunkt ef- termiddag, køkken [tt:mm]	Antal	20	19	23	26	15
	Median	17:07	17:45	17:45	17:00	18:00
	Std	00:58	01:21	01:17	01:02	00:49
Tændetid efter- middag stue [antal minutter]	Antal	9	21	23	34	12
	Median	-	15	15	37,5	0
	Std	-	47,1	34,5	43,2	37
Tændetid i køkken, eftermiddag [antal minutter]	Antal	20	19	23	27	15
	Median	52,5	15	15	45	15
	Std	56,7	58,6	29,5	41,7	34,6

Tabel 11 viser *tændetiden i dagslys(perioden)*, dvs. hvor mange minutter den elektriske belysning er i brug indenfor den definerede dagslyperiode, idet det er valgt at se på, hvor længe den elektriske belysning er i brug, selvom der er dagslys tilstede (udenfor).

Stuen i Hedelyngen indgår kun delvist i besvarelserne pga. forskellige rumdefinitioner, og når den indgår, er det stuen på 1. sal, som kan forklare de få minutters tændetid i dagtimerne selvom stuen har det mindste *GGF*. Tabel 11 viser, at de højeste medianværdier i køkkenet er i Hedelyngen, Bavnbjergspark og Greve på én time, mens Slotsdalen følger efter med 45 minutter og Sejlhuset med 30 minutter. Analyser viser ingen signifikante forskelle mellem tændetid hos de forskellige bebyggelser, hverken for stuen eller køkkenet. Det kan dog konstateres at Sejlhuset med det største *GGF* samlet set viser færrest antal minutter tændt når både stue og køkken tages i betragtning samtidig. Der er dog ikke en entydig tendens til at større vinduer giver et færre antal minutter med tændt kunstig belysning.

Figur 14 viser antal minutter hvor mindst én lampe er tændt i løbet af dagslystimerne for de forskellige bebyggelser. Figuren viser, at de højeste medianværdier er at finde for stuen i Slotsdalen og Greve (45 minutter), Bavnbjergspark ligger i midten med 15 minutter og både Hedelyngen og Sejlhuset med det største *GGF* har et medianværdi på 0 minutter i dagslystimerne.

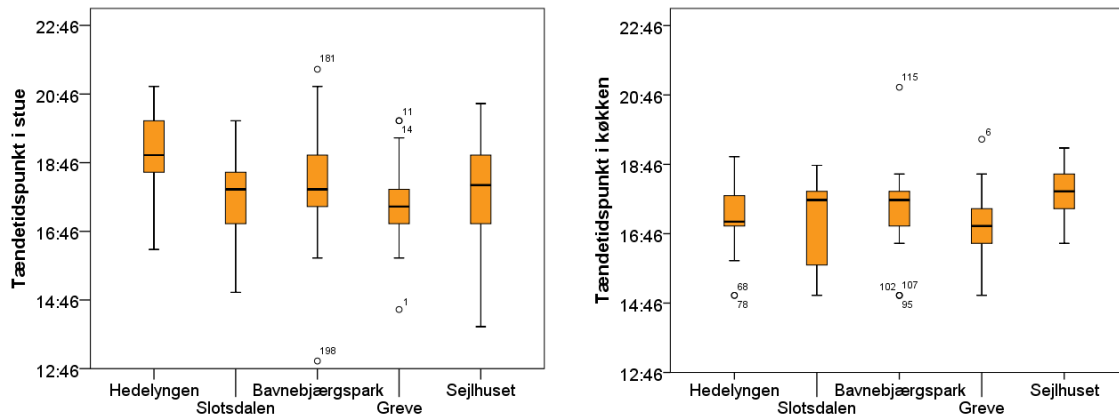


Figur 14. Antal minutter tændt i dagslystimerne i henholdsvis stue (t.v.) og i køkkenet (t.h.).

### Tændetid i dagslys-eftermiddag

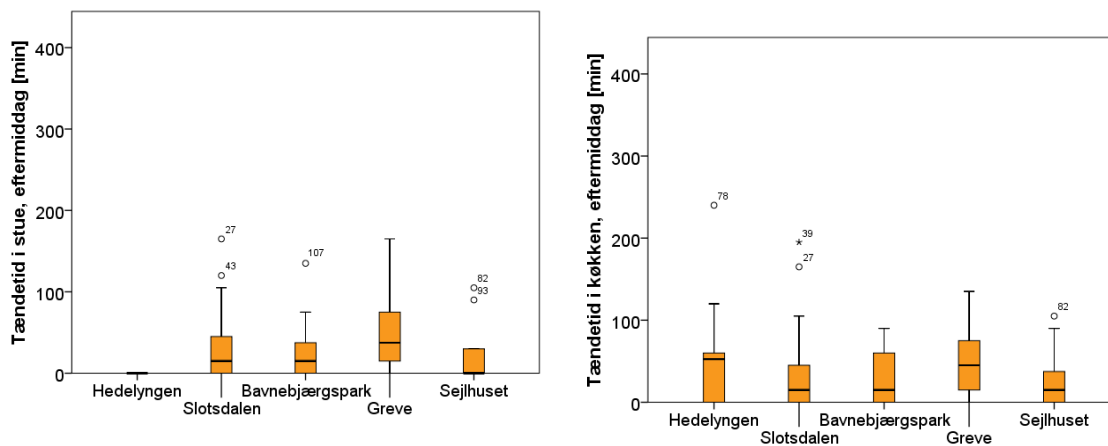
Tændetiden i dagslystimerne medtager minutterne med tændt kunstig belysning for hele dagslystimerne, altså fra solopgang til solnedgang. Ved at se bort fra morgentimerne er det muligt at undersøge på hvilket klokkeslæt lyset tændes i løbet af eftermiddagen (tændetidspunkt) i forhold til *GGF*. Her er eftermiddagen defineret som klokken 15:00 (se figur 12), og der ses dermed helt bort fra brug af lys om morgenen og ved middagstid, som kan være afhængigt af, hvornår beboerne står op og spiser frokost. Denne analyse ser derfor på sammenhængen mellem hvor stort et *GGF* en given rumtype har i forhold til hvilket klokkeslæt det kunstige lys tændes om eftermiddagen. viser antal besvarelser, medianværdi og standardafvigelsen for tændetidspunkter i boligområderne både for stue og køkkenet. Boxplot i figur 15 viser fordelingen i tændetidspunktdataet for henholdsvis stuerne og køkkenene.

Det kan aflæses i tabel 11, at der bliver tændt lys i køkkenet lidt tidligere på dagen end i stuen. Der findes ingen signifikante forskelle for *tændetidspunkter* i køkkenet for de forskellige bebyggelser, men der tændes tidligst i Greve. Den mest markante forskel i *tændetidspunkter* om eftermiddagen for stuerne skyldes som tidligere nævnt, at stuen i Hedelyngen ligger på 1. sal, og mange beboere først kommer herop efter solnedgang. Når der ses bort fra Hedelyngen, er der ingen signifikante forskelle i *tændetidspunkt* om eftermiddagen i stuerne.



Figur 15. Tændetidspunkt om eftermiddagen i henholdsvis stue (t.v.) og i køkken (t.h.).

Figur 16 viser medianværdi, standardafvigelse og antal besvarelser for tændetid om eftermiddagen, både for stue og køkken. *Tændetid* om eftermiddagen viser antal minutter fra om eftermiddagen, defineret som tiden fra kl. 15 til solnedgang. Figur 16 viser boxplot for tændetid i stue hvor det viser sig, at der først tændes lys i stuen i Hedelyngen efter solnedgang. De øvrige bebyggelses stuer tændes også tæt på solnedgang og det er specielt for Sejlhuset som har median værdi på 0, se figur 16. Slotsdalen og Bavnebjergspark har det samme medianværdi på 15 minutter, hvorimod Greve har flest minutter tændetid. Statistiske analyser viser at *tændetiden* om eftermiddag i stuen i Hedelyngen er signifikant forskellig fra Slotsdalen ( $p < 0,05$ ), Bavnebjergspark ( $p < 0,05$ ) og Greve ( $p < 0,01$ ). Der er ikke en signifikant forskel i tændetid om eftermiddagen mellem Hedelyngen og Sejlhuset eller nogen af de andre øvrige bebyggelser. Det vil sige, at i Hedelyngens tilfælde hvor stuen er placeret på 1. sal er *tændetiden* om eftermiddagen i stuen kortere end for stuerne med GGF mellem 20 og 30 % (Slotsdalen, Bavnebjergspark og Greve) men ikke forskellig for stuen med GGF på 46 % (Sejlhuset).



Figur 16 - Tændetid i stue, eftermiddag. Tændetid i køkken, eftermiddag.

Figur 16 t.h. viser tændetid i køkken om eftermiddagen (se også tabel 11). For køkkenerne er Hedelyngen den bebyggelse, som har flest minutter med tændt kunstig belysning med en median værdi på 52,5 minutter, efterfulgt af Greve med 45 minutter, og de øvrige bebyggelser har alle en medianværdi på 15 minutter hver. Der viser sig derfor ikke en ensidig tendens mellem GGF og tændetid i køkken og analyserne viser ingen signifikant forskel mellem bebyggelser og tændetid i køkkenerne.

## Spørgeskemaresultater for to årstider

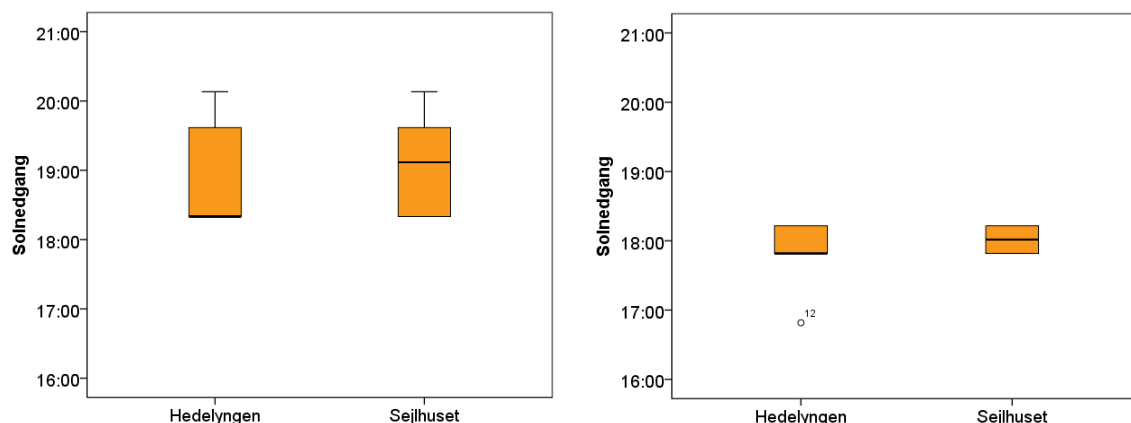
For at undersøge, om der er en sæsonmæssige forskelle på besvarelserne om foråret og efteråret, analyseres det datamateriale, som er modtaget fra boligerne på begge årstider, dvs. Hedelyngen og Sejlhuset (within subjects

design). Disse to bebyggelser har henholdsvis det mindste og det største GGF for både køkkenet og stuen. For at kunne lave et within subjects analyse anvendes antallet af besvarelser, som er modtaget både om foråret og igen om efteråret, hvilket viste sig at være henholdsvis 19 boliger i Hedelyngen og 6 boliger i Sejlhuset.

Tabel 12. Data for forår og efterår for Hedelyngen og Sejlhuset.

		Hedelyngen		Sejlhuset	
		efterår	forår	efterår	forår
Total	Total	19	19	6	6
solnedgang	Antal	17	19	6	6
	Median	17:49	18:20	18:01	19:07
	Std	00:19	00:40	00:13	00:46
Tændetidspunkt stue	Antal	6	7	5	6
	Median	18:45	19:00	17:30	18:45
	Std	00:42	00:28	01:18	01:12
Tændetid i stue, eftermiddag [antal minutter]	Antal	7	7	6	6
	Median	-	0	15	60
	Std	-	22	48	72,7
Tændetidspunkt køkken	Antal	18	18	6	6
	Median	17:00	17:30	17:52	17:52
	Std	01:08	01:09	01:07	00:55
Tændetid i køkken, eftermiddag [antal minutter]	Antal	17	19	6	6
	Median	60	75	15	60
	Std	57,4	71,9	48,1	71,5

Tabel 12 viser antal besvarelser, medianværdien samt standardafvigelsen for solnedgang, *tændetidspunkt* i stue og køkken samt antal minutter hvor den elektriske belysning er tændt (*tændetiden*) i stuen i dagslystimerne om eftermiddagen for bebyggelserne Hedelyngen og Sejlhuset. Når solnedgangen for de to sæsoner *forår* og *efterår* sammenlignes for de to bebyggelser, ses det, at tidspunkterne varierer med ca. 10 minutter mellem efterårssæsonerne og ca. 40 minutter mellem forårssæsonerne. Spredningen i data vises i figur 17 for forår og efterår. Årsagen til, at spredningen i solnedgangstidspunkterne er større om foråret end om efteråret, er at der er en større variation i besvarelestidspunkterne. Om Foråret har Sejlhuset generelt svaret i slutningen af marts til starten af april, hvorimod besvarelserne for Hedelyngen er spredt fra midten af marts til slut april.



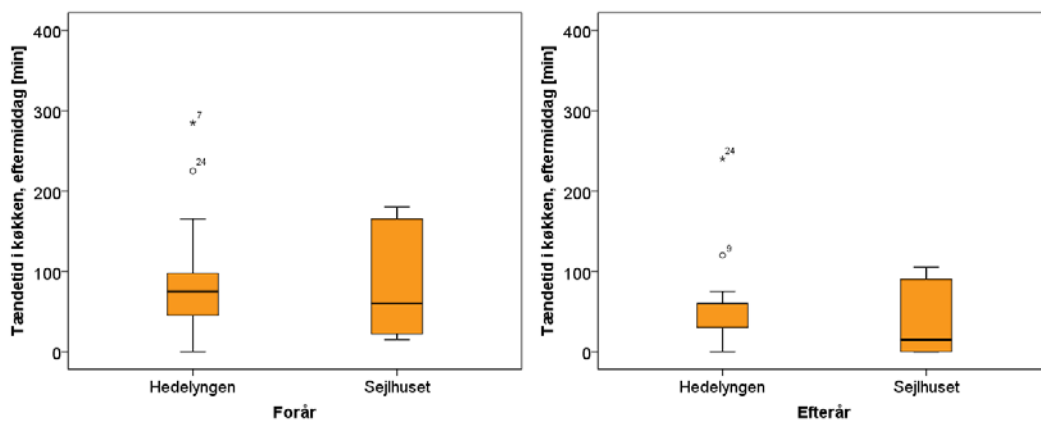
Figur 17. Tidspunkter for solnedgang i perioderne for besvarelser af spørgeskemaer, henholdsvis forår (t.v.) og efterår (t.h.).



I stuen tænder beboerne tidligere lyset i Sejlhuset end i Hedelyngen, hvilket resulterer i længere tændetider i stuen i dagtimerne i Sejlhuset end i Hedelyngen, se tabel 12. *Tændetidspunktet* i stuen i Sejlhuset følger solnedgangen og ligger 20 til 30 minutter før solnedgang indtræder med en forskel på 75 minutter i tændetid (medianværdier) mellem årstider. Tabellen viser også, at for stuen i Hedelyngen ligger medianværdien for *tændetidspunktet* senere end tidspunktet hvor solnedgang indtræder, dette gælder for begge årstider. Dette indikerer, at stuen i Hedelyngen benyttes på en anden måde (senere) end i Sejlhuset (og de øvrige bebyggelser). Her bør der tages hensyn til den måde stuen er defineret på i Hedelyngen (på første sal) og i Sejlhuset hvor stuen er en del af et større alrum. Dette betyder, at sammenligningen mellem stuerne i Hedelyngen og de øvrige bebyggelser bliver behæftet med stor usikkerhed.

Omvendt er *tændetidspunktet* i køkkenet lidt senere i Sejlhuset end det er i Hedelyngen, og når tændetiden i dagslyspeperioden er taget i betragtning viser det sig, at de 17 boliger i Hedelyngen har en længere periode med lys tændt i køkkenet om eftermiddagen end de seks boliger i Sejlhuset. Køkkenerne er i begge bebyggelser placeret i samme plan og er derfor sammenlignelige. I Hedelyngens køkkener er *tændetidspunktet* tidligere på dagen om efteråret end om foråret, og det viser sig samtidig, at medianværdien for tændetidspunktet ligger ca. 50 minutter før solnedgang for begge årstiderne, jf. tabel 12 og figur 18. Data for Sejlhuset viser, at *tændetidspunktet* er konstant i køkkenet, ved 18-tiden for begge årstider. Det betyder, at *tændetidspunktet* om efteråret er ca. 10 minutter før solnedgang, men ca. 75 minutter før solnedgang om foråret. Dette kunne indikere, at brugervanerne, i dette tilfælde måske madlavning er bestemmende for, hvornår lyset tændes. I Hedelyngen er det naturlige opholdssted sidst på eftermiddagen køkkenet, fordi stuen ligger på 1. sal og derfor tænder man lyset tidligere her. På grund af det spinkle materiale kan der ikke påvises en signifikant forskel i tændetidspunkt eller tændetid i køkkenerne i Hedelyngen og Sejlhuset.

Tabel 12 viser at medianværdierne for *tændetiden* i køkkenerne er højere i forårsperioden end i efterårsperioden for begge bebyggelser. Analyserne viser, at der er en signifikant forskel mellem årstiderne vedrørende *tændetiden* om eftermiddagen for både Hedelyngen ( $p < 0,05$ ) og for Sejlhuset ( $p < 0,01$ ). Med denne signifikans betyder det, at *tændetiden* er længere om foråret end om efteråret for begge bebyggelser. Boxplots i figur 18 viser fordelingen af *tændetiden* i køkkenerne for begge årstider. For Sejlhuset er denne forskel kun forklaret ved senere solnedgang om foråret end om efteråret, da tændetidspunktet er uændret mellem årstider. I Hedelyngens tilfælde følger tændetidspunktet i køkkenet solnedgangen men selve tændetiden er stadig større i foråret end om efteråret. Hedelyngen har et bedre datagrundlag end Sejlhuset har.



Figur 18. Tændetid i køkkenet i Hedelyngen og Sejlhuset, henholdsvis forår (t.v.) og efterår (t.h.).



# Beregninger

## Dagslysberegninger

For at supplere målinger og spørgeskemaresultater med yderligere indsigt i dagslysforholdene i boligerne, er der foretaget beregninger af dagslysforholdene i udvalgte rum af de forskellige boligtyper. Beregningerne er foretaget med dagslyssimuleringsværktøjet Daylight Visualizer (VELUX, 2012) anvendt. Programmet er et enkelt og nemt værktøj til design og analyse af dagslysforhold i rum og bygninger, i form af 3D-modeller, enten opbygget i Daylight Visualizer's modelleringsdel, eller importeret fra CAD-programmer. Bygningens orientering og fysiske placering, udvendige omgivelser, konstruktionstykkelser og vindueskomponenter (fx tag- og facadevinduer) samt materialer/overflader indsættes inden der udføres dagslysberegninger af rummet. Dagslysfaktorerne bestemmes for en CIE overskyet himmel (type 1) (ISO 15469:2004 (E) / CIE S011/E:2003). Programmet genererer ligeledes foto-realistiske billeder af dagslysfordelingen i rummet, enten som et øjebliksbillede, eller som en animation - fx én dag. Programmet beregner dagslysfaktor, samt luminans og belysningsstyrker (lux).

Som udgangspunkt for dagslyssimuleringerne af de enkelte boligtyper i projektet, er følgende procedure anvendt:

- 3D-modellering af bolig i SketchUp på baggrund af foreliggende tegnings- og billedmateriale for de forskellige boligtyper, samt overblik over eksterne skyggegivende objekter ved hjælp af kort, luft- og gadefotos som fx Google StreetView.
- Opsætning af materialeparametre, definition af geografisk placering, definition af analyseplan i VELUX Daylight Visualizer og efterfølgende er beregnet dagslysfaktorer.
- Beregning af belysningsniveauer ved brug af simuleringoutput og vejrdata samt sammenholdelse af beregningsresultater og spørgeskemaundersøgelser.

## Modelopbygning

Ved opbygningen af 3D-modellerne, er der taget udgangspunkt i det oprindelige tegningsmateriale tilhørende de forskellige boligtyper. Dertil er der lavet fysiske opmålinger i udvalgte boliger for at kvalitetssikre modellerne. Trods tegningsmaterialet kan der stadig være sket ændringer i form af renoveringer og ombygninger gennem tiden, hvilket generelt ikke har været muligt at medtage. For at opnå et rimeligt præcist billede af boligvariationerne, er der benyttet en til tre referencebygninger (med baggrund i antal besvarelser fra deltagerne), der tilsammen repræsenterer én boligtype. Indretning, valg af materiale og farver i boliger er negligeret, og der er i modelopbygningen kun medtaget fast inventar, såsom køkkenskabe, -borde og lignende. Farvevalg er indirekte fastsat ved reflektanser. Det antages at der ikke sker udveksling af dagslys fra et rum til et andet, dog med undtagelse af boligerne i Slotsdalen som er indrettet med franske døre, og boliger som fx Bavnebjergspark der ikke har døre mellem køkken og stue.

Udvendige skyggende objekter, såsom modstående bygninger og hække, der giver anledning til skyggepåvirkning af facade- og tagåbninger i boligerne, er ud fra kort, luft- og gadefotos (Google Maps, 2012) generaliseret for

de enkelte boliger. I de fleste tilfælde er de udvendige objekter medtaget i beregningerne ved brug af en skyggende ring, med en radius på 15 meter, der omkranser bygningen, eller som modstående bygninger, som fx byggeriet Sejlhuset i Ørestaden. De forskellige påvirkninger er beskrevet under hver enkel boligtype.

### Simulering

For at begrænse antallet af variationsmuligheder, er materialeegenskaber for samtlige boligtyper fastlagt ens (se tabel 13). Reflektanser og transmittanser er bestemt ud fra overvejelserne omkring typisk farvevalg, tilsmudsning og lignende.

Tabel 13 - Oversigt over de anvendte i reflektanser og transmittanser i dagslyssimuleringerne. Værdierne gælder for samtlige boligtyper, med mindre andet fremgår.

Objekt	Reflektans	Transmittans
Græs	0,10	
Eksterne objekter, udhæng, gulve, trapper	0,20	
Køkkenbord	0,30	
Døre, vinduesrammer, dør- og vindueskarme, vægge	0,50	
Lofter, køkkenskabe	0,70	
Vinduesglas	0,14	0,80
Solsejl (Kun Sejlhuset)		0,20

Den geografiske placering af modellerne i simuleringprogrammet er sat til København (12,3° østlige længde; 55,4° nordlig bredde), og planet hvorpå dagslysfaktoren, DF, bestemmes er placeret 0,9 meter over gulvniveau. Højden svarer til højden ved køkkenbordet, og er den samme for samtlige rum for at få et sammenhængende sammenligningsgrundlag.

Dagslysfaktoren, DF, i et punkt, er bestemt som forholdet mellem belysningsstyrken et givet sted i rummet,  $E_{int}$ , og belysningsstyrken i det fri,  $E_{ext}$ .

$$DF = \frac{E_{int}}{E_{ext}} \cdot 100 \%$$

Middeldagslysfaktoren er middelværdien af dagslysfaktoren i en række punkter, indenfor et randområde på 0,5 meter fra indvendige vægge og facade. Dagslysfaktoren i udvalgte punkter og som middelværdi kan aflæses i de forskellige dagslyssimuleringer.

### Modelbeskrivelser

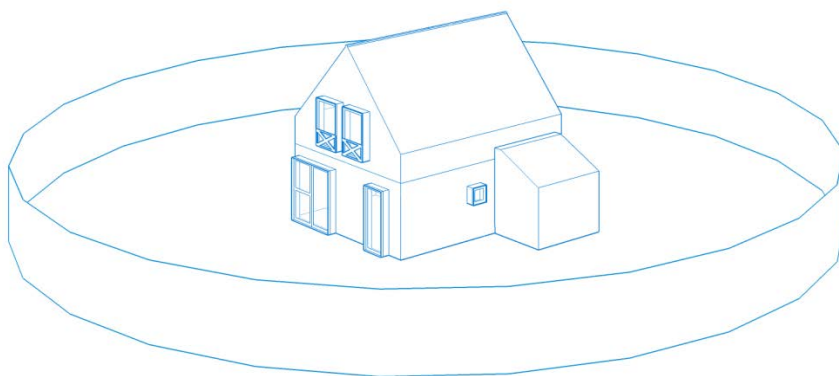
Simuleringsresultaterne af de enkelte boliger, samt beregningsforudsætninger bliver beskrevet separat. Den enkelte boligtype illustreres med en 3D-model af hele huset, mens der i selve analyses kun anvendes beregningsresultat fra stue og køkken. Kun de indvendige bygningsgeometriske forhold der har indflydelse på dagslysniveauet, er medtaget i modellerne. Desuden indgår udvendig skyggegivende elementer, så som nabohuse, beplantning og lignende omkring huset, i modellen. Dette er generaliseret som en skygging med radius på 15 meter med boligen placeret i centrum som illustreret i figur 19. Skyggingen har funktion som horisontafskærmning og vinklen fra ringens center til overkant er 10°. Det fungerer som en tilnærmelse på hvorledes eksterne objekter omkring boligen reducerer dagslystilgangen i boligen, såsom hæk etc. Selve højden af ringen varierer fra boligtype til boligtype, men er angivet i grader i tabellerne under hver enkelt boligtype. For nogle rum har det været nødvendigt at opdele analyseplanet i flere rektangler for at bestemme middeldagslysfaktoren, DF. Den endelige middeldagslysfaktor for disse rum er i denne forbindelse bestemt som det arealvægtede gennemsnit.

## Sammenholdelse af vejrdata og simuleringsooutput

For at få en indikation af, hvordan vejret har været på de tidspunkter, hvor de adspurgte beboere tænder den elektriske belysning, anvendes vejrdata fra Danmarks Tekniske Universitet (DTU) i Lyngby som er yderligere beskrevet i nedenfor. Disse data vil naturligvis, i større eller mindre grad, være forskellig fra vejr-situationen ved de pågældende bebyggelser på de angivende tændingstidspunkter angivet i besvarelsen fra deltagerne. Som udgangspunkt benyttes vejrdataene dog til bestemmelse af hvem der har udfyldt spørgeskemaet på overskyede dage. Ud fra viden om forholdet mellem global og diffus solstråling antages det, at den pågældende time har været overskyet, hvis forskellen mellem timeværdierne af globalstråling og diffus stråling er mindre end 10 %. Derefter kan det indvendige belysningsniveau,  $E_{int}$ , bestemmes ud fra den beregnede dagslysfaktor og den udvendige belysningsstyrke, ved formlen:

$$E_{int} = \frac{DF}{100\%} \cdot E_{ext} = \frac{DF}{100\%} \cdot G_{gl} \cdot K_{oc}$$

Den udvendige belysningsstyrke,  $E_{ext}$ , er bestemt ved den globale solstråling,  $G_{gl}$  ( $W/m^2$ ), multipliceret med lysudbyttet,  $K_{oc} = 121$  (lumen/W), se SBI anvisning 219 (Johnsen og Christoffersen, 2008).



Figur 19. Slotsdalen med en vis 'skyggering', svarende til en horisontvinkel på 10 grader.

## Vejrdata

Vejrforholdene kan have stor indflydelse på i hvilken grad man anvender den kunstige belysning. En mørk regnvejrsgang er der mere sandsynlig at lyset tændes tidligere på dagen end på en smuk solskinsdag. Vejrforholdene er forsøgt simuleret ved beregningerne på baggrund af solstrålingsdata som er stillet til rådighed af DTU. Tabellen i figur 20 viser et uddrag af de rå solstrålingsdata fra DTU's målestation.

Målingerne stammer fra en vejrmålestation placeret på DTU's campus i Lyngby. Solstrålingsregistreringerne er foretaget i en-times intervaller hele døgnet og tidspunkterne er angivet i normaltids, dvs. vintertid. Der er tilvejebragt vejrdata fra de tre perioder, hvor deltagerne har besvaret spørgeskemaet, vist i tabel 2 side 12.

For at kunne sammenligne beregninger med målinger, er der især fokuseret på diffus solstråling ( $W/m^2$ ), som er målt med en skive der skygger for den direkte stråling, samt på global stråling ( $W/m^2$ ), hvor den anførte værdier er beregnet som middelværdi over 20 sekunders registreringer af den globale stråling i hvert time-interval.

Dato	Tid	Lufttemp	Diff.R.	Global	Direkte	Diff. sk	GlobalM
dd-mm-yyyy	hh:mm	°C	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>
01-10-2010	06:00	7,45	14,1	25,3	92,3	17,6	23,2
01-10-2010	07:00	9,03	32,6	130,8	502,6	43,7	127,9
01-10-2010	08:00	11,17	49,1	289,1	663,2	157	286,6
01-10-2010	09:00	11,94	98,9	337,7	514,2	118,5	331,4
01-10-2010	10:00	12,77	143,6	322,8	341,9	162,3	328,9
01-10-2010	11:00	13,23	132,8	480,3	575,6	152,1	461,9
01-10-2010	12:00	13,13	187,2	315,5	237,9	208,5	335,9
01-10-2010	13:00	13,73	150,6	371,9	458,6	176,7	403,8
01-10-2010	14:00	13,49	118,7	360,7	518,6	134,5	347,7
01-10-2010	15:00	12,65	118	213,6	261,6	126,3	213,9
01-10-2010	16:00	11,28	55,6	56,2	-0,3	55,6	56,1
01-10-2010	17:00	10,68	7,6	8,5	65,6	8,4	7,6
01-10-2010	18:00	10,45	1,5	2,3	-0,7	2,1	1,2
01-10-2010	19:00	10,32	1,2	2,1	-0,3	2	0,9
01-10-2010	20:00	10,22	1,4	2	0	2	1,1
01-10-2010	21:00	10,05	1,3	1,9	-0,2	1,8	0,9
01-10-2010	22:00	9,7	1,5	2,4	-0,4	2,2	1,4
01-10-2010	23:00	9,31	0,4	1,3	-0,7	1,3	0,3

Figur 20. Eksempel på uddrag af rå solstrålingsdata fra DTU.

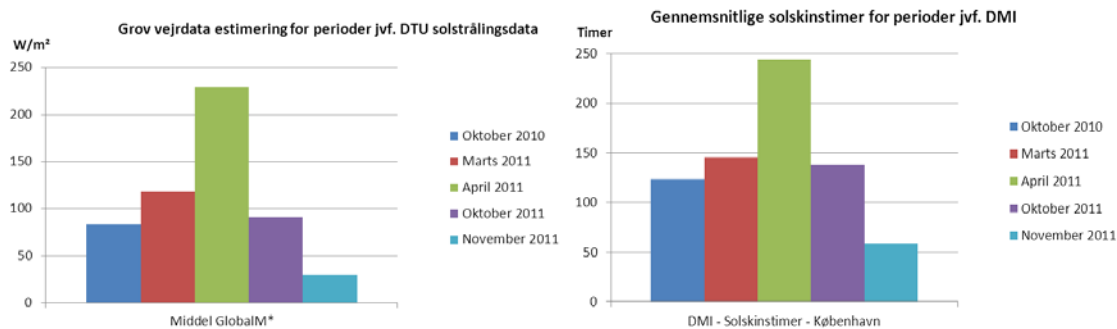
Måledata er rå data, der ikke er kontrolleret eller kvalitetssikret fra DTU's side. Da disse strålingsdata er registeret på en målestation i Lyngby, kan der pga. lokale vejrforhold være afvigelser i solstrålingen og vejret i forhold til de forskellige boligområder (afstand i lige linje fra DTU): Herlev ca. 9 km, Hørsholm ca. 11 km, Farum ca. 10 km, Greve ca. 27 km og Ørestaden ca. 16 km. Til gengæld forekommer der ikke usikkerheder pga. brug af forskellige målingsinstrumenter og data behandles som relativt mellem de forskellige måneder.

Der er lavet en grov estimering af vejrdata fra DTU's målestation med henblik på at se solstrålingsniveauet i de forskellige måneder hvor der er modtaget besvarelser i undersøgelsen. Formålet hermed er at se på, hvorvidt der er sammenhæng mellem årstiderne (forår, henholdsvis efterår) og tilstedeværelsen af dagslys.

På figur 21 (til venstre) ses gennemsnittet af den målte solstråling (Middel GlobalM\*) fra DTU's målestation for de pågældende måneder i forsøgsperioden. Dataværdier som er lig med nul eller derunder (pga. fejl målinger) er ikke medtaget i gennemsnitsberegningen. Det ses, som man kunne forvente, at solstrålingen er højest i forårmånederne (marts-april) og lavest i efterårmånederne (oktober-november). Ved at sammenholde gennemsnitsværdien for oktober 2010 med værdien for oktober 2011 fremgår det, at der er stort set ens solstråling i disse perioder. Der antages at estimeringsmetoden kan bruges til at vise relative forhold mellem solstrålingen i de forskellige måneder.

For at verificere DTU's måledata samt for at vurdere om det giver mening at lave dette månedlige estimat for solstrålingsdataene, sammenlignes disse med gennemsnitlige solskinstimer som er registreret af DMI<sup>1</sup> (Danmarks Meteorologiske Institut, 2012). Disse data er vist i figur 21 (til højre). DMI registrerer gennemsnitlige månedsværdier for antallet af solskinstimer og den tætteste lokation for DMI's målinger i forhold til boligområderne er København. Det ses, at solskinstimerne følger cirka samme relative sammenhæng mellem månederne som det målte vejrdata fra DTU, da der her er flest solskinstimer om foråret og færrest om efteråret. Desuden er der også tilnærmelsesvist ens antal solskinstimer i både oktober 2010 og oktober 2011.

<sup>1</sup> DMI – Danmarks Meteorologiske Institut



Fi-

gur 21. DTUs solstrålingsdata som estimeret månedsgennemsnit (øverst) sammenlignet med DMIs registrering af månedlige solskinstimer i København (nederst).

Ud fra ovenstående grafer kan vejrdata fra DTU på rimeligvis antages at være repræsentativt for de faktiske vejrforhold på lige fod med målingerne foretaget af DMI. Årsagen til at anvende dataet fra DTU, er at dette data er registreret på timebasis (24 timer i døgnet hver dag), hvorimod DMIs data kun kan findes som én værdi for månedsgennemsnittet.

## Resultater

Resultaterne af beregningerne gennemgås i det følgende. Da der ikke findes absolutte krav vedrørende dagslys eller dagslysfaktorer i Bygningsreglement 2010 (Energistyrelsen, 2011), men blot krav om, at rummene skal være 'vel belyste', kan det være relevant at sammenligne de beregnede dagslysfaktorer med krav i den Britiske Standard (British Standards Institution, 2008), som er én af de få europæiske standarder der stiller direkte krav vedrørende dagslysfaktoren. Sammenligning af samtlige undersøgte boligtyper med anbefalingerne fra den britiske standard vises i tabel 14.

I henhold til den Britiske Standard BS 8206-8:2008 (British Standards Institution, 2008). anbefales at middeldagslysfaktoren for boliger er minimum 2,0 og 1,5 % for henholdsvis køkken og stue. Er der tale om rum der er kombineret af fx køkken og stue er det den højeste værdi for rumtyperne der er gældende, altså i dette tilfælde 2,0 %. For de undersøgte boliger er det kun stuen i Hedelyngen, Slotsdalen og Greve samt køkkenet i Sejlhuset som opnår de dagsniveauer, der anbefales i den Britiske Standard. Desuden overholder den beregnede gennemsnitlige dagslysfaktor for Bavnebjergspark med ovenlysvindue også kriteriet.

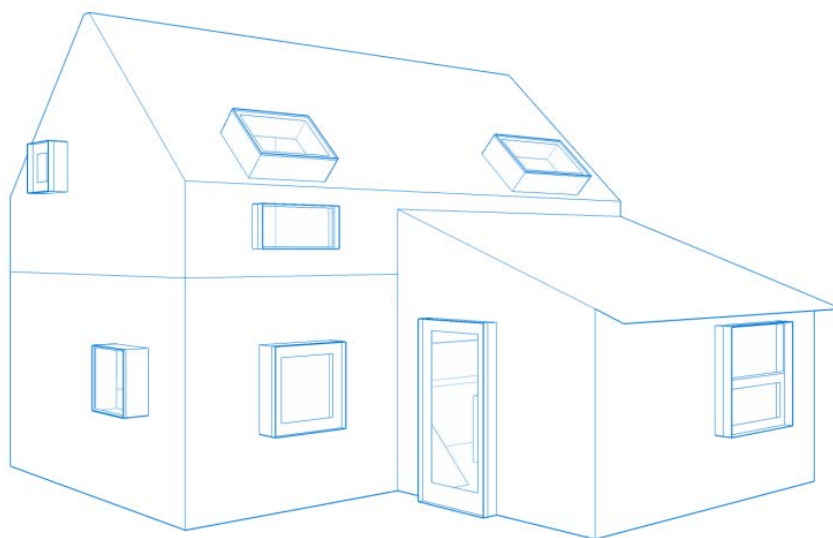
Tabel 14. De beregnede dagslysfaktorer sammenholdt med værdierne fra den britiske standard.

	Gennemsnitlig dagslysfaktor, %	
	Stue	Køkken
<i>Britisk standard</i>	1,5	2
Hedelyngen	1,7-2,1	1,5-1,7
Slotsdalen	2,1	1,1
Bavnebjergspark u. ovenlys	0,9	0,9
<i>Bavnebjergspark m. ovenlys</i>	2,2	5,3
Greve	1,6	1,4
Sejlhuset	1,1-1,4	3,7-3,9

Resultaterne for de enkelte boligtyper er vist på de følgende sider.

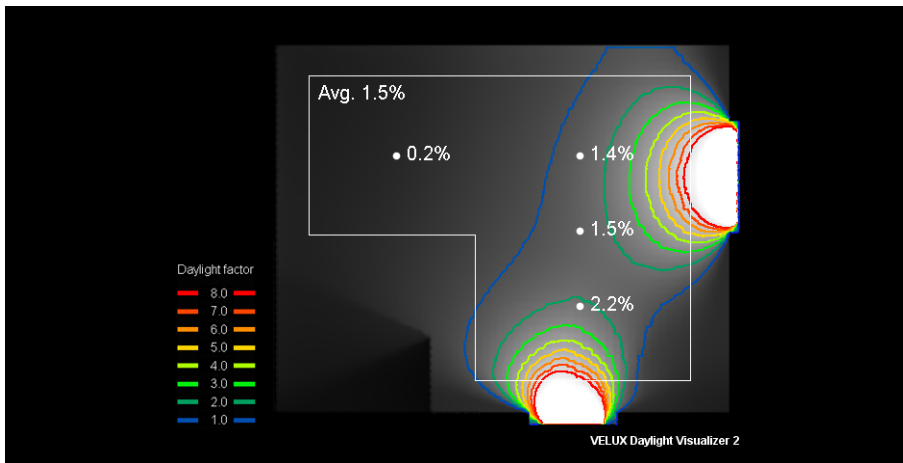
## Hedelyngen

Ved gennemgang af tegningsmaterialet for Hedelyngen har det vist sig, at der er forskel på boligerne i en sådan grad, at det er besluttet at lave to referencemodeller – referenceboligtyperne er henholdsvis B3 og C2. Boligtype B3 repræsenterer samtlige boliger af typen B og D, og boligtype C2 repræsenterer boligerne af typen A og C. Illustrationen viser boligtype B3. Den væsentligste forskel er at boligtype B3 har adskilt køkken og stue, mens bolig C2 har køkken-alrum.

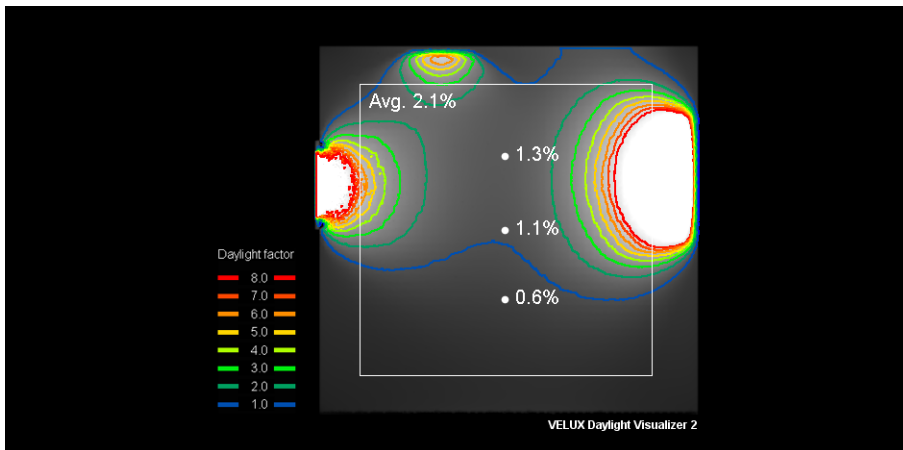


Dagslyssimuleringen for køkken-alrummet, boligtype B3, har en middeldagslysfaktor på 1,5 %, mens stuen har 2,1 %, som vist i figur 23 og figur 24. I boligtype C2, med et kombineret køkken og stue, er middeldagslysfaktoren 1,7 % (figur 25). I boligtype B3, vil det begrænsede dagslysniveau i den inderste del af køkken-alrummet kunne medføre at den elektriske belysning tændes forholdsvis tidligt på dagen, mens stuen kan opleves bedre dagslysbelyst, da rummet får lys fra flere sider. I boligtype C2 vil den bagerste del af køkken-alrummet opleves som lidt mørk. Punktværdierne for dagslysfaktoren i denne halvdel af rummet ligger mellem 0,6 og 0,3 %.

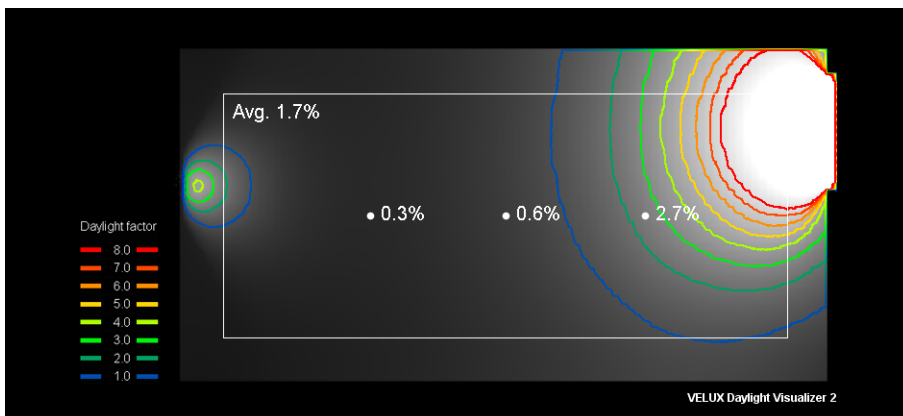
Referencebolig	Hedelyngen, B3	Hedelyngen, C2
Ekstern skyggepåvirkning	Skyggering, 10°	Skyggering, 10°
Simuleringsplan	Stueplan / 1. sal	Stueplan
Middel-DF (køkken-alrum / stue)	1,5 % / 2,1 %	1,7 %



Figur 22. Dagslyssimulering af køkken-alrum i Hedelyngen B3



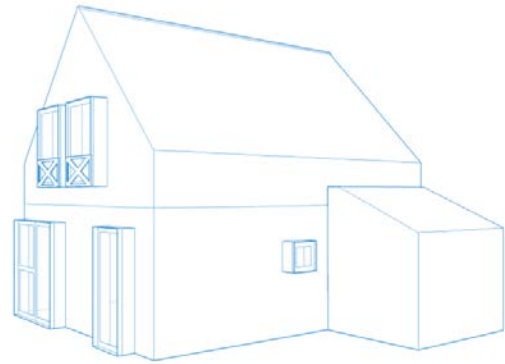
Figur 23. Dagslyssimulering af stue i Hedelyngen B3.



Figur 24. Dagslyssimulering af kombineret køkken og stue i Hedelyngen C2.

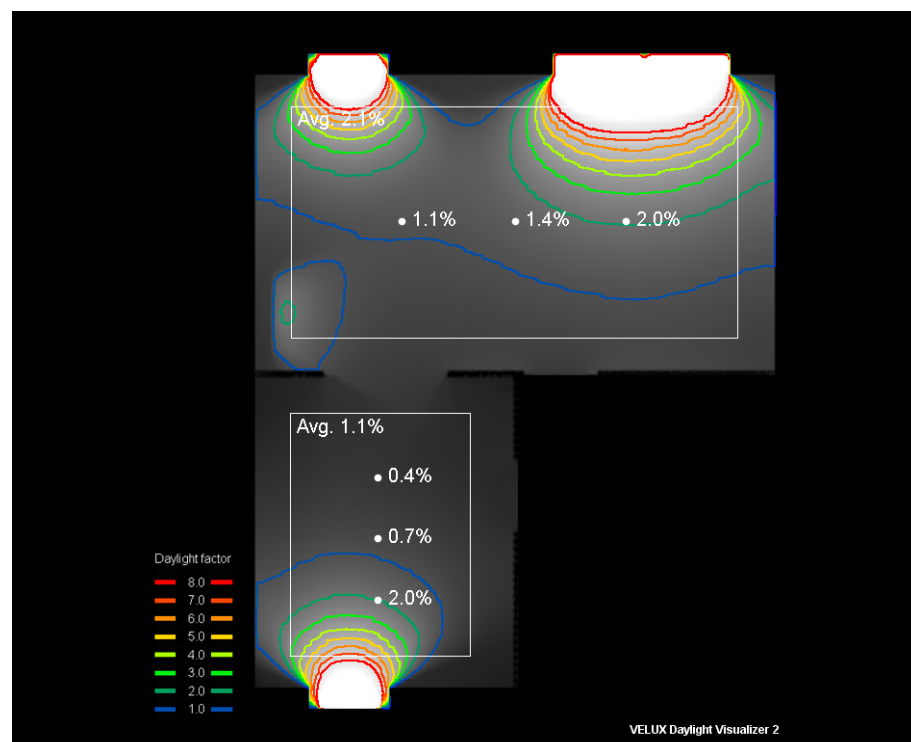
## Slotsdalen

Boligtypen A1 er på baggrund af den typiske planløsning for køkken og stue for Slotsdalen, valgt som reference bolig. Enkelte typer adskiller sig i større grad fra denne planløsning, men besvarelserne taget i betragtning, er denne boligtype vurderet, at give et godt billede af hvorledes dagslysniveauet er, i de enkelte boliger i Slotsdalen.



Resultat af dagslyssimuleringen for boligerne i Slotsdalen viser at køkkenet (nederst til venstre i figur 22) har en middeldagslysfaktor på 1,1 %, mens stuen (øverst i samme figur) har en middeldagslysfaktor på omtrent det dobbelte, nemlig 2,1 %. I modellen er der åbent mellem køkkenet og stuen, hvilket har en mindre indflydelse på dagslysniveauet. I midten af stuen er dagslysfaktoren i de enkelte punkter mellem 1,1 til 2,0 %, mens punkterne i køkkenet varierer fra 2,0 % til 0,4 %. Det relativt lave dagslysniveau i køkkenet, sammenlignet med de 2,0 % der anbefales i den britiske standard som beskrevet på side 45, kan medføre at rummet opleves som dunkelt, og derfor medføre at beboerne benytter sig af det elektriske lys i større grad end boliger med højere dagslysniveau.

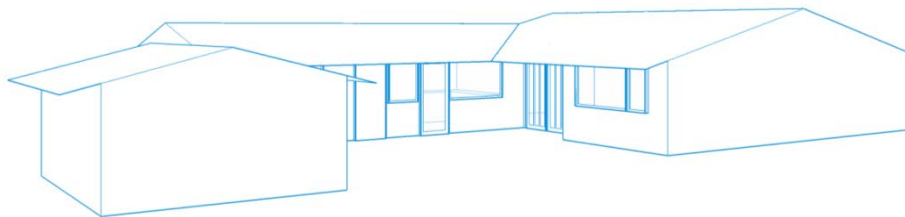
Referencebolig	Slotsdalen, A1
Ekstern skyggepåvirkning	Skyggering, 10°
Simuleringsplan	Stueplan
Middel-DF (køkken / stue)	1,1 % / 2,1 %



Figur 25. Dagslyssimulering af køkken (nederst til venstre) og stue (øverst) i Slotsdalen A1.



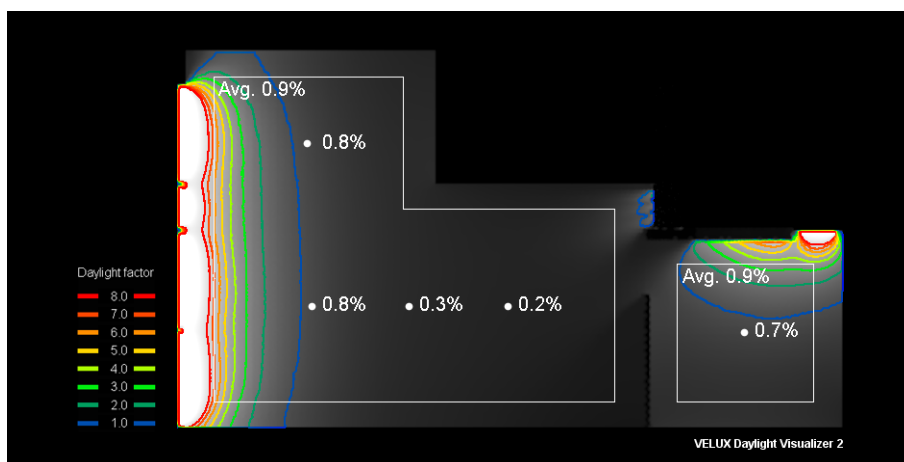
## Bavnebjærgspark



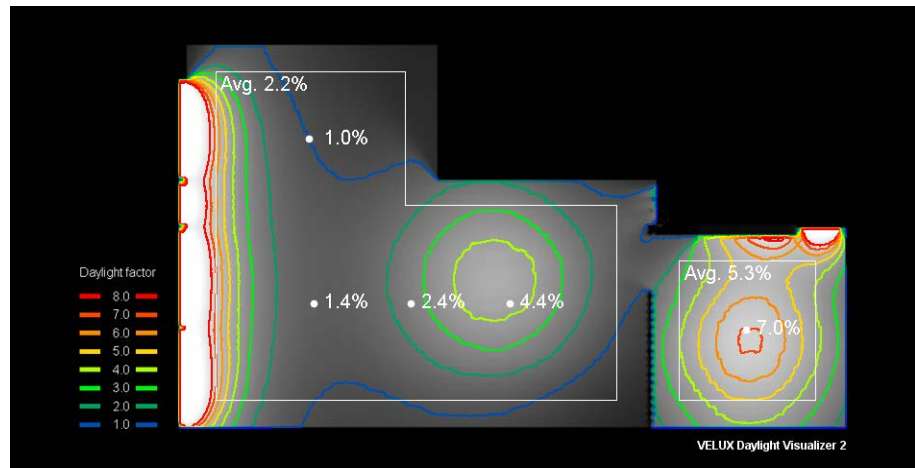
Referencemodellen af Bavnebjærgspark, som ses på illustrationen, viser det oprindelige udtryk. Nogle af boligerne der er med i analysen i denne rapport har siden opførelsen af boligerne fået installeret ovenlysvinduer i køkken, stue og badeværelse eller enkelte af disse rum.

Med udgangspunkt i tegningsmateriale, bliver den beregnede middeldagslysfaktor 0,9 %. Det skal bemærkes at tagudhængets størrelse begrænser dagslysniveauet i boligen. Ved installering af ovenlysvinduer bliver dagslysniveauet generelt forøget som det også ses ved sammenligningen af figur 26 og figur 27. Ovenlysvindernes påvirkning af dagslyset og brugen af elektrisk belysning, er undersøgt yderligere ved uddybende interviews samt målinger i fem boliger, hvoraf tre boliger havde ovenlysvinduer. I Bilag 2 side 63 beskrives undersøgelseerne i detaljer. Samtlige ovenlysvinduer er orienteret mod gårdrummet som er placeret mellem husets to længer og carport.

Referencebolig	Bavnebjærgspark, uden ovenlys	Bavnebjærgspark, med ovenlys
Ekstern skyggepåvirkning	Skyggering, 15°	Skyggering, 15°
Simuleringsplan	Stueplan	Stueplan
Middel-DF (køkken / stue)	0,9 % / 0,9 %	5,3 % / 2,2 %



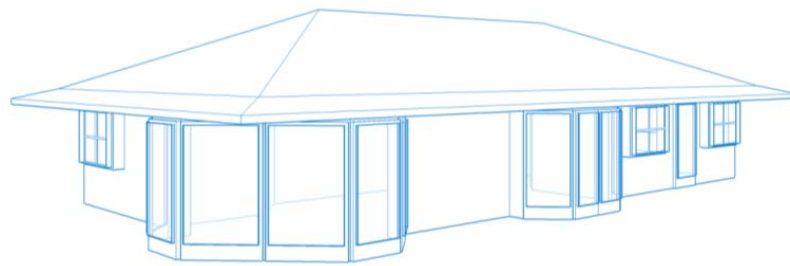
Figur 26. Dagslyssimulering af køkken (t.h.) og stue (t.v.) i Bavnebjærgspark uden ovenlysvinduer.



Figur 27. Dagslyssimulering af køkken (højre) og stue (venstre) i Bavnebjergspark med ovenlysvinduer.

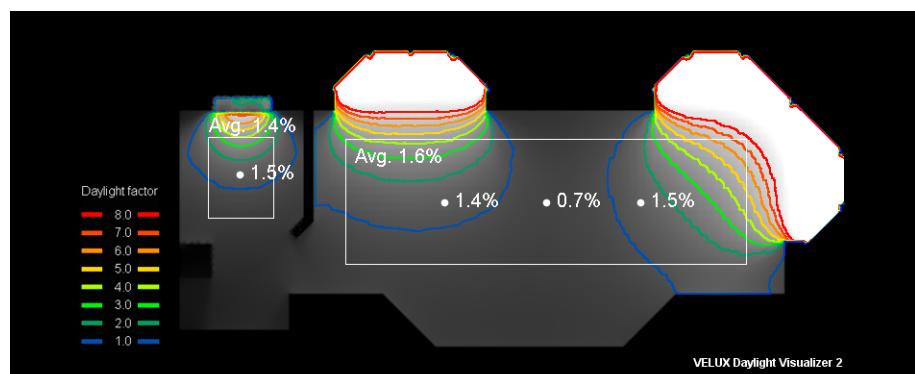
## Greve

Olsbækområdet i Greve er et typisk parcelhuskvarter med en gennemgående bygningskarakteristik, trods dette er husene dog – i større eller mindre grad – forskellige fra hinanden. Med udgangspunkt i tegningsmaterialer for den aktuelle boliger, er typen som ses på illustrationen valgt som reference for de øvrige boliger.



Gennem sammenligninger af de boligtyper hvorfra vi har modtaget besvarelse, er typen IBLV 130 brugt som simuleringsgrundlag. Typen repræsenterer en vis andel af de aktuelle boliger i området, hvorfra der er responderet. Middeldagslysfaktor i køkken og stue er henholdsvis 1,4 % og 1,6 %. Beregningen illustrerer at karnappen i kombination med den begrænsede rumdybde giver et rimelig bidrag til dagslysniveauet i rummet, set i relation til de anbefalede værdier beskrevet på side 45.

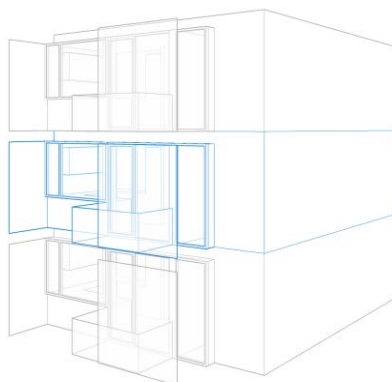
Referencebolig	Greve, IBLV 130
Ekstern skyggepåvirkning	Skyggering, 10°
Simuleringsplan	Stueplan
Middel-DF (køkken / stue)	1,4 % / 1,6 %



Figur 28 – Dagslyssimulering af køkken (venstre) og stue (højre) i Olsbækområdet IBLV 130.

## Sejlhuset

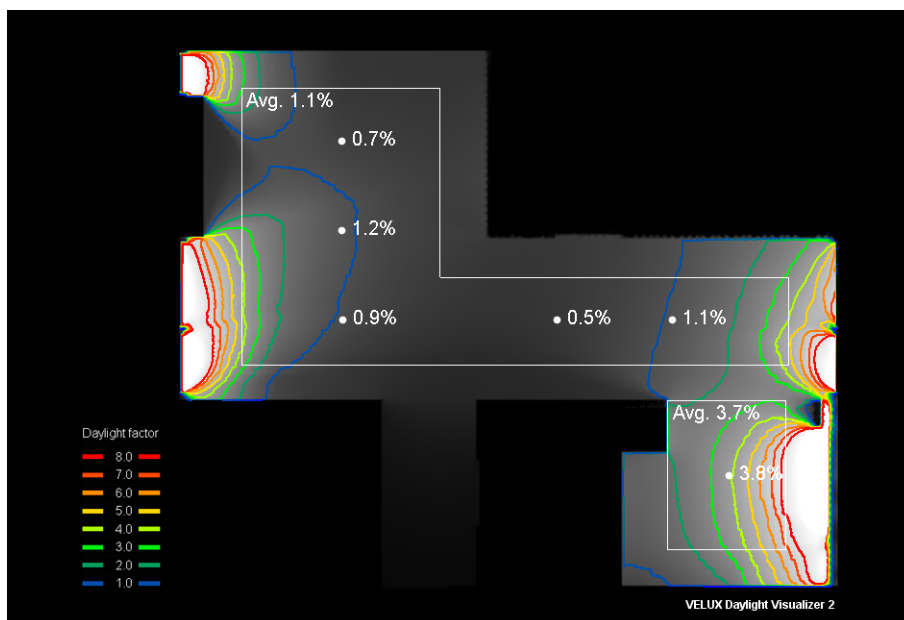
Sejlhuset består af tre typer lejligheder, A, B og C, som alle er simuleret. Via testsimuleringer af forskellige placeringer af lejlighederne i bygningen, er en enkelt placering valgt ud. Referencelejligheden er placeret på 4. sal, i den U-formede bygnings gavl. For at afskærme for de store vinduespartier i facaden er der integreret en sejldug som kan flyttes parallelt med facaden. Sejlene er placeret så de ikke dækker direkte for udsynet fra køkken og

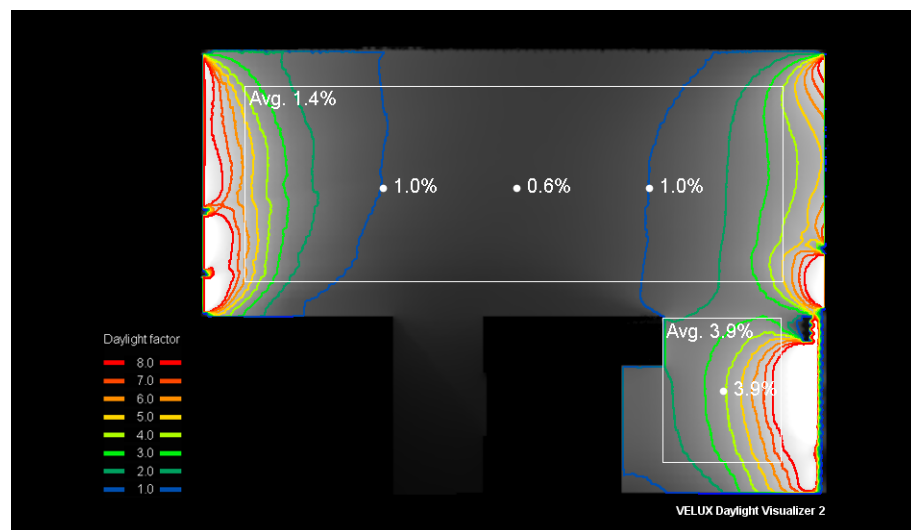
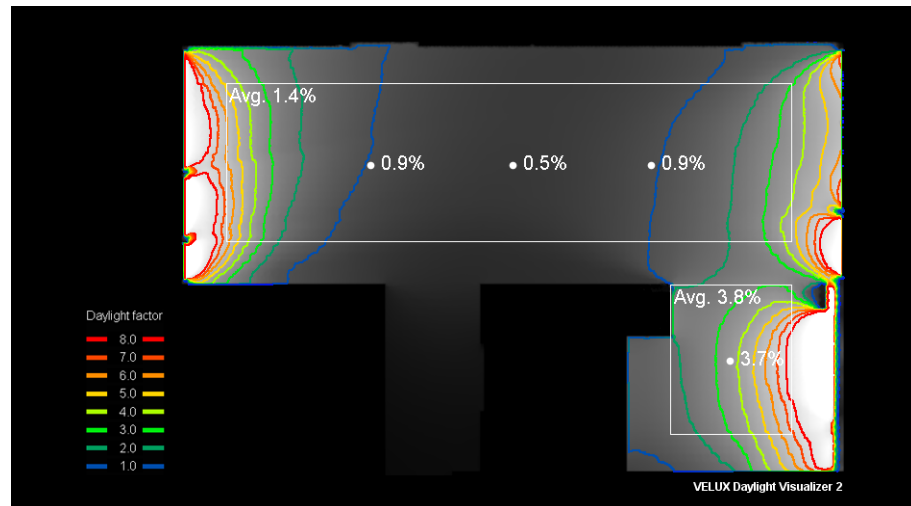


stue, men dog stadig har en indvirkning på dagslysforholdene. Da referenceboligen er placeret omkring 11 meter over terrænen, er de nærmeste høje bygninger omkring Sejlhuset modelleret i stedet for en skyggering.

Middeldagslysfaktor i køkkenet er betydeligt højere end i selve stuen, hvilket skyldes at området i midten af den gennemgående stue har begrænset dagslystilgang, idet disse områder får begrænset tilgang af dagslys. Dog giver facadeløsningen med vinduer i to sider et rimeligt dagslysniveau i den del af stuen som er tættest på facaden.

Referencebolig	Sejlhuset, A	Sejlhuset, B	Sejlhuset, C
Ekstern skyggepåvirkning	Nabobyggeri	Nabobyggeri	Nabobyggeri
Simuleringsplan	4. sal	4. sal	4. sal
Middel-DF (køkken / stue)	3,7% / 1,1%	3,8% / 1,4%	3,9% / 1,4%





Figur 29 – Dagslyssimulering af køkken (nederst til højre) og stue for hhv. Sejllhuset A, B og C.

### Indvendige dagslysniveau, $E_{int}$

Ved gennemgang af tændingstidspunkt fra de enkelte besvarelser i de forskellige boligtyper, er belysningsstyrken estimeret ved sammenholdelse af vejrdata og den beregnede dagslysfaktor. Den indvendige belysningsstyrke,  $E_{int}$ , bestemmes ud fra den beregnede dagslysfaktor og den udvendige belysningsstyrke, ved formel (3):

$$E_{int} = \frac{DF}{100\%} \cdot E_{ext} = \frac{DF}{100\%} \cdot G_{gl} \cdot K_{oc} \quad (3)$$

Den udvendige belysningsstyrke,  $E_{ext}$ , er bestemt ved den globale solstråling,  $G_{gl}$ , multipliceret med lysudbyttet,  $K_{oc} = 121$  lumen pr. watt, jf. SBI avisning 219 (Johnsen & Christoffersen, 2008).

I tabel 15 er, for henholdsvis stue og køkken, de beregnede indvendige belysningsstyrker angivet. Da de beregnede belysningsstyrker er behæftet med vis unøjagtighed pga. anvendelse af vejrdata fra DTU og ikke lokalt ved den enkelte bolig, giver belysningsniveauerne kun en indikation af niveauet, hvor den elektriske belysning tændes. Tabellen indeholder kun de besvarelser, hvor der har en indikation af at himlen har været overskyet.

Undersøgelsens grundlæggende hypotese udtrykker, at når den indvendige belysningsstyrke kommer under et vist niveau, vil beboerne tænde lyset. Indirekte antages det også, at dette niveau vil være det samme i den samme

rumtype i forskellige boliger, uanset vindues- og glasareal. Dette fremgår ikke umiddelbart af tabel 15, primært fordi lyste i en del af boligerne først tændes i tæt på solnedgang, hvor den beregnede belysningsstyrke bliver 0. Ved vurdering af tallene bør det også huskes, at adfærden også spiller en rolle, fx at stuerne i Hedelyngen benyttes senere, fordi de ligger på 1. sal, og at lystændingen generelt for boligerne i kan afspejle, at beboerne først kommer hjem efter mørkets frembrud.

Tabel 15. Variation af belysningsstyrker for hver enkel boligtype og rum. Punkt- og middelværdierne svarer til de beregnede dagslysfaktorer. Værdierne afspejler kun de besvarelser, hvor der har været en indikation af at himlen har været overskyet.

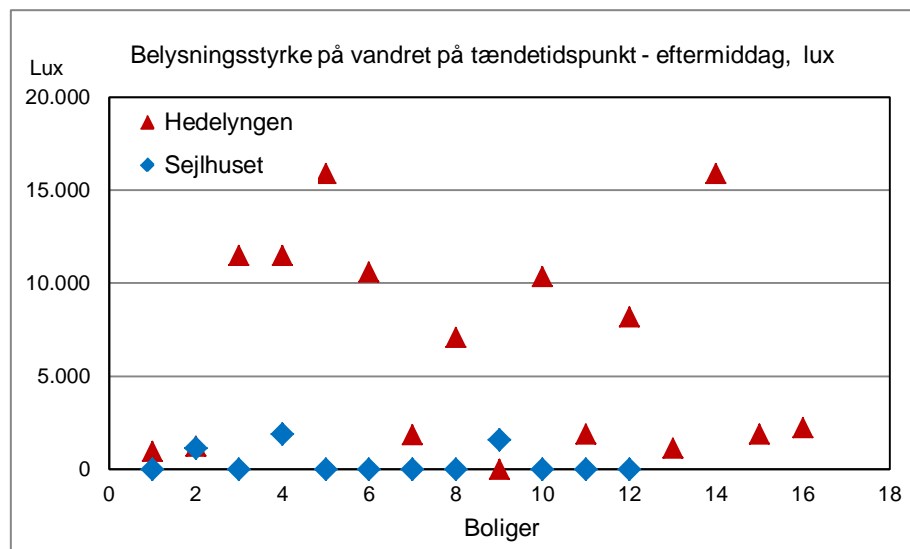
Køkken	Antal	Punkt belysningsstyrke, lux			Middel belysningsstyrke, lux		
	N	Median	Min	Max	Median	Min	Max
Hedelyngen B3	10	100	0	516	136	0	353
Hedelyngen C2	8	31	4	440	36	20	277
Slotsdalen	6	7	1	399	8	4	219
Bavnebjergspark (u. ovenlys)	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Bavnebjergspark (m. ovenlys)	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Greve	3	6	3	41	6	3	38
Sejlhuset A	8	0	0	73	0	0	71
Sejlhuset B	4	0	0	58	0	0	60
Sejlhuset C	-	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Stue	Antal	Punkt belysningsstyrke, lux			Middel belysningsstyrke, lux		
	N	Median	Min	Max	Median	Min	Max
Hedelyngen B3	10	0	0	16	0	0	26
Hedelyngen C2	-	-	-	-	-	-	-
Slotsdalen	4	4	2	55	6	4	57
Bavnebjergspark (u. ovenlys)	9	0	0	0	0	0	0
Bavnebjergspark (m. ovenlys)	1	0	0	0	0	0	0
Greve	4	18	3	41	31	6	38
Sejlhuset A	6	0	0	2	0	0	2
Sejlhuset B	6	0	0	3	0	0	5
Sejlhuset C	1	0	0	0	0	0	0

### Udvendig belysningsstyrke på tændetidspunkt

Sammenligner man de udvendige belysningsstyrker på de tidspunkter, hvor beboerne tænder for lyset sidst på eftermiddagen, kan man få et indtryk af, ved hvilke niveauer beboerne synes at dagslyset i boligens rum kommer under det acceptable. Da sammenhængen mellem den udvendige og den indvendige belysningsstyrke kun kendes ved overskyet vejr, bør der kun medtages data for dage med denne vejrtype. Derfor bliver datamaterialet til denne analyse ret begrænset. Figur 30 viser de beregnede udvendige belysningsstyrker på tændetidspunkterne for køkkener i Hedelyngen (16 boliger) og i Sejlhuset (12 boliger). Figuren viser, at i Hedelyngen tænder ca. halvdelen af beboerne lyset i køkkenet ved en udvendig belysningsstyrke på mere end 7.000 lux, mens ingen beboere i Sejlhuset tænder lyset før den udvendige belysningsstyrke kommer under 2.000 lux. Mange af beboerne i Sejlhuset tænder først lyset lige efter solnedgang, hvor den udvendige belysningsstyrke beregningsmæssigt bliver sat til 0. I praksis vil der være en vis mængde dagslys i en halv time efter solnedgang, så værdierne med værdien 0, svarer ikke til, at der er totalt mørkt i køkkenerne. Det skal dog huskes, at nogle af værdierne også kan være udtryk for, at beboerne først er kommet sent hjem eller her taget køkkenet i brug efter mørkets frembrud.



Figur 30. Beregnede udvendige belysningsstyrker på tændetidspunkter for køkkener i Hedelyngen og Sejlhuset. Figuren er baseret på strålingsdata fra DTU og medtager kun besvarelser på datoer, hvor vejret har været overskyet.

Trods usikkerhederne ved beregning af den udvendige belysningsstyrke, specielt lige omkring og efter solnedgang, viser figur 30, en klar tendens til at beboerne i Hedelyngen generelt tænder lyset ved en højere udvendig belysningsstyrke end beboerne i Sejlhuset. Dette bekræftes også af at tændetidspunkterne vist i tabel 11 side 36, også selv om der tages højde for forskellige i tidspunkt for solnedgang.

# Konklusioner

Projektets formål var at undersøge om der kan påvises en sammenhæng mellem størrelsen af vinduerne i en bolig og dens elforbrug til belysning. Hypotesen var, at i et rum (i en bolig) med store vinduer, vil den tid kunstlyset er tændt, være kortere end i et tilsvarende rum (i en anden bolig) med mindre vinduer. Hypotesen bygger på det faktum, at når der ses bort fra direkte solindfald, vil der være mindre dagslys i rummet med de små vinduer, og derfor vil der i længere tid være behov for at tænde lyset til visuelle opgaver end i et tilsvarende rum med større vinduer. Om hypotesen kan eftervises vil derfor bl.a. afhænge af, i hvilken udstrækning beboerne tænder lyset for at have tilstrækkeligt lys til de visuelle opgaver, eller de tænder lys af andre årsager.

Undersøgelsen omfattede fem forskellige bebyggelser omfattede enfamiliehuse, tæt-lav bebyggelser og etageboliger, repræsenterende en stor variation i vinduesarealer fra små til meget store vinduer. Undersøgelsen gennemførtes gennem opmåling af de vigtigste rum, spørgeskemabesvarelse fra beboerne vedrørende brugen af elektrisk belysning samt simuleringer af rummenes dagslysforhold. I alt 224 boliger deltog i undersøgelsen. Forskelle i størrelsen af vinduerne i boligernes enkelte rum blev i undersøgelsen defineret ved forholdet mellem glasarealet og gulvarealet, kaldet *GGF*, for de udvalgte rum.

Da tidligere forskning på området har påvist, at brugeradfærd kan være lige så vigtig for elforbruget til belysning som bygningsformen (Bartlett, 1993; Wright, 2008), er brugeradfærdens betydning søgt minimeret ved at begrænse analysen til fælles opholdsrum, det vil sige køkken/køkken-alrum og stue. For disse rum viste opmålingerne, at Hedelyngen har den mindste middelværdi af *GGF* for disse rum (11 %) efterfulgt af Slotsdalen (15 %), Bavnbejærgspark (19 %), Greve (22 %), mens Sejlhuset har den største middelværdi af *GGF* (43 %).

## Hovedkonklusioner

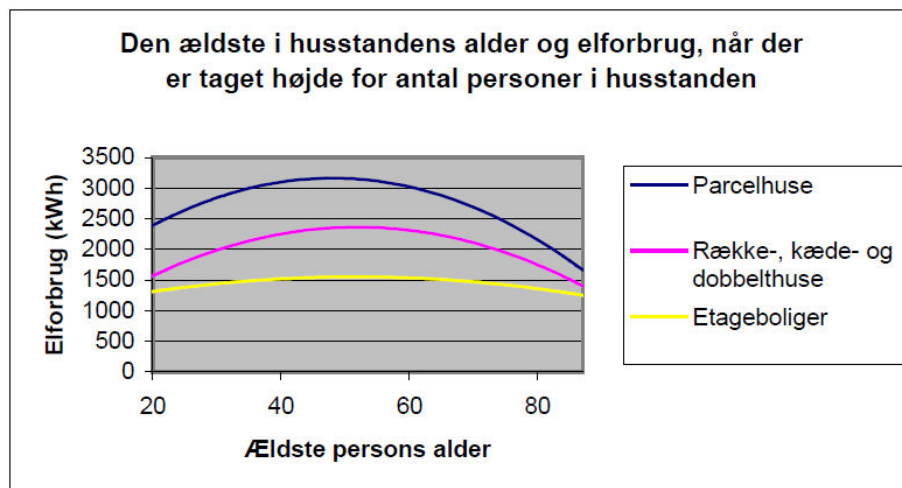
I det følgende opridses de vigtigste konklusioner fra undersøgelsen baseret på beboernes spørgeskemabesvarelser og de registrerede data.

### Elforbrug

De oplyste elforbrug er sammenlignet med tidligere statistisk kortlagte elforbrug for et stort antal parcelhuse, række-, kæde- og dobbelthuse og lejligheder (etageboliger). De mest bemærkelsesværdige forskelle i de faktiske elforbrug i forhold til de statistisk 'forventede', er at boligerne i Greve-bebyggelsen ligger markant højere end forventet (17 %), mens lejlighederne i Sejlhuset ligger markant lavere (24 %). Det indsamlede datamateriale giver ikke et tilstrækkeligt grundlag til at sige, om det lave gennemsnitlige elforbrug i sejlhuset (med meget store vinduer) hænger sammen med et lavt elforbrug til belysning. Men dette kan være en del af forklaringen.

En del af forklaringen på forskellene i elforbrug og afvigelserne fra de teoretisk forventede kan måske findes i husstandenes sammensætning. Ud over antallet af personer i husstanden har husstandens 'alder' også betydning for

forbruget. I rapporten SBI 2005:9 *Husholdningers energi- og vandforbrug* (Petersen og Gram-Hanssen 2005) er sammenhængen mellem den ældste persons alder i husstanden og elforbrug illustreret som vist i figur 31. Afvigelsen fra det teoretiske forbrug i Greve (gennemsnit af ældste person 49) kan hænge sammen med, at alderen ligger på toppunktet af den blå kurve i figur 31, mens afvigelsen i sejlhuset (gennemsnit af ældste person 34) kan hænge sammen med, at alderen ligger på et lavt punkt i starten af den gule kurve på figur 31.



Figur 31. Sammenhæng mellem alderen af den ældste person i en husstand og husstandens elforbrug, når der er taget hensyn til antal beboere i husstanden (Petersen og Gram-Hanssen, 2005).

#### *Oplevelsen af lys i boligerne*

Der er en klar sammenhæng mellem i hvilken grad beboerne oplever, at der er meget dagslys i deres bolig og den faktiske vinduesstørrelse. Jo større GGF-værdi (Glasareal/Gulvareal Forhold), der er for boligens hovedrum (stue og køkken/køkken-alrum), jo mere enige er beboerne i udsagnet: *I min/vores bolig kommer der masser af lys fra vinduerne*. Hele 94 % af beboerne i Sejlhuset er *helt enige* i udsagnet, mens kun 19 % er *helt enige* i Hedelyngen. Det er derfor vigtigt at bemærke, at større vinduer opleves at medføre lysere rum, hvilket generelt opfattes som en positiv faktor ved vurdering af en bolig.

#### *Energibevidsthed*

Generelt betragter beboerne sig som værende opmærksomme på at spare på lyset, hvilket hænger godt sammen med besvarelserne for tændetidspunkter om eftermiddagen, der generelt ligger tæt på solnedgang. Dette har stor betydning, hvis man ønsker at inddrage kunstlyset i energirammen for boliger ud fra antagelsen om, at man har mindre behov for kunstlys i boliger med store vinduer. Sammenlignes tændetidspunkter i køkkenerne for hedelyngen og Sejlhuset, tyder resultaterne på, at der kan være op til en halv times forskel i tændetidspunkt i (forhold til solnedgangstidspunkt) mellem en bolig med store vinduer og en bolig med små vinduer. Desværre er datamaterialet utilstrækkeligt til at der kan konkluderes generelt, og specielt data fra Greve bebyggelserne viser, at der kan være andre faktorer, som vejer lige så tungt som vinduesstørrelsen (fx antal beboere).

#### *Brug af elektrisk lys i forhold til dagslys*

Analyserne af, hvordan beboerne bruger den elektriske belysning, har været koncentreret om lys i stuerne og i køkkener/køkken-alrum. Målet var ikke at kortlægge, hvor meget lys, der blev tændt i disse rum, men at finde ud af, hvornår beboerne syntes, at rummene var blevet så mørke, at de var nødt til at tænde for lyset. For at reducere indflydelsen af beboervaner, fx hvornår beboerne står op, er der fokuseret på tændetidspunkter om eftermiddagen. Spørgeskemaerne er besvaret i flere perioder og på forskellige dage, og der-



for er tændetidspunkterne sat i forhold til tidspunktet for solnedgang i besvarelsesperioden.

De rum, som er mest sammenlignelige, er køkkenerne i de to lejeboligbebyggelser, Hedelyngen med en *GGF* på 11 % og Sejlhuset med en *GGF* på 39 %. Resultaterne viser, at beboerne i Hedelyngen tænder lyset i køkkenet ca. 30 minutter tidligere end beboerne i Sejlhuset (i forhold til tidspunktet for solnedgang). Beregninger af det udvendige dagslysniveau på tændetidspunkterne bekræfter denne forskel, idet mere end halvdelen af beboerne i Hedelyngen tænder lys i køkkenet ved en udvendig belysningsstyrke på mere end 7.000 lux, mens ingen beboere i Sejlhuset tænder før dagslysniveauet er under 2.000 lux. Disse tal understøtter altså hypotesen om at kunstlyset er tændt i længere tid i boliger med små vinduer end i boliger med store vinduer. Tendensen er klar, men det bør bemærkes, at trods markante forskelle i vinduesstørrelserne mellem køkkenerne i disse bebyggelser, kan der kun registreres en forskel i tændetidspunkt på 30 minutter, altså maksimalt en forskel i den tid lyset er tændt om eftermiddagen på ca. en halv time.

Det skal samtidig understreges, at hypotesen ikke har kunnet bekræftes generelt, når tændetidspunkter for alle bebyggelser inddrages i analysen. Resultaterne tyder på, at der har været for store forskelle (andre forskelle end vinduesstørrelser) mellem de udvalgte bebyggelser til at den anvendte metode har kunnet benyttes til at eftervise hypotesen. Hvis hypotesen skal kunne eftervises, må der være bedre sammenlignelighed mellem boligerne, ligesom der bør være større samtidighed mellem registreringerne samt omhyggelige målinger af udvendige dagslysniveauer på registreringstidspunkterne.

### Forstyrrende faktorer

Analyser og spørgeskemabesvarelser viser, at der har været en del uforudsete forskelle mellem boligerne i de udvalgte bebyggelser, som bevirker at den formulerede hypotese ikke har kunnet eftervises (uanset om hypotesen har været sand eller falsk). Disse forskelle er kort beskrevet i det følgende.

#### *Problem ved udvælgelse af boliger*

Ved udvælgelsen af boliger blev der søgt efter større bebyggelser med henholdsvis små og store vinduer. Da størrelsen af vinduerne i danske boliger har været meget præget af de gældende bygningsbestemmelser, har der været stor forskel på alderen af boligerne med de mindste vinduer (ca. 30 år gamle boliger), henholdsvis de største vinduer (ca. 4 år gamle boliger). Dette medfører at beboersammensætning, beboernes alder og boligindretning typisk vil være ret forskellig i de boliger, som ønskes sammenlignet.

#### *Indretning*

Et særligt problem i dette tilfælde viste sig at være, at de fleste beboere i bebyggelsen med de små vinduer havde indrettet boligen med stue på 1. sal. Dette betyder, at stuerne i disse boliger havde ovenlys, hvilket giver mere dagslys, som ikke umiddelbart kommer til udtryk i *GGF*-værdien. Endvidere tyder spørgeskemabesvarelserne på, at de fleste beboere i denne bebyggelse først kom op på 1. sal efter spisetid, hvilket i sig selv gav et senere tændetidspunkt, uanset dagslysmængden.

#### *Beboersammensætning*

Som nævnt kan husstandens sammensætning og vaner også have stor betydning for, hvordan boligen bruges og, hvornår der er behov for elektrisk lys. Selv om indflydelsen af disse faktorer er søgt reduceret, tyder resultaterne på, at forskelle i husstanden har haft indflydelse på resultaterne.

# Litteratur

**Bartlett, 1993** – Litt. Fra Asta eller Martin ??

Beregning af tidspunkter for solens op- og nedgang, hjemmeside, <http://www.tidensstauder.dk/cgi-bin/solform.pl> , august 2012.

Boligkvarteret Hedelyngen (2011), <http://www.3b-hedelyngen.dk/> , november 2012.

British Standards Institution (2008). Lighting for buildings – Part 2 Code of practice for daylighting. BS 8206-2:2008. BSI, British Standards, London 2008.

<http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030157088>

Brohuset & Sejlhuset (2011), <http://www.bro-hus.dk/> , november 2012.

Christoffersen J. et al., (1999a) *Vinduer og dagslys En feltundersøgelse i kontorbygninger*. (SBI-rapport 318). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Lokaliseret 20070803 på:

<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/vinduer-og-dagslys/vinduer-og-dagslys/>

Christoffersen, J., Petersen, E., & Johnsen, K. (1999b). *Beregningsværktøjer til analyse af dagslysforhold i bygninger* (SBI-rapport 277). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Lokaliseret 20070803 på:

<http://www.sbi.dk/udgivelser/rapporter>

Christoffersen J., Johnsen K. og Petersen E. (2002) *Beregning af dagslys i bygninger*. (SBI-anvisning 203). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Lokaliseret 20110801 på

<http://www.sbi.dk/indeklima/lys/anvisning-beregning-af-dagslys-i-bygninger/>

CIE Standard CIE S 011/E:2003. *Spatial Distribution of Daylight - CIE Standard General Sky*. CIE Technical Committee 3-15 'Sky Luminance Models'. Joint ISO/CIE Standard ISO 15469:2004 (E) / CIE S 011/E:2003

Danmarks Meteorologiske Institut (2010). Solskinstimer fra DMI's hjemmeside. <http://www.dmi.dk/dmi/index/sog.htm?query=solskinstimer>

Danmarks Meteorologiske Institut, Månedsoversigter over klimadata, <http://www.dmi.dk/dmi/index/danmark/oversigter/maanedsoversigter/maanedsoversigter.htm>, maj 2012.

Dansk Standard, 2008. DS/EN ISO 13790. Bygningers energieffektivitet - Beregning af energiforbrug til rumopvarmning og -køling. 2. udgave

Dansk Standard. (2011). Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer. DS 3033:2011, 1. udgave 2011-05-23. København 2011.10.17. Lokaliseret 20111001 på:

<http://webshop.ds.dk/product/M241026/document.aspx>

Energistyrelsen (2011). *Bygningsreglement 2010* (BR10). København 2011. Lokaliseret på <http://www.bygningsreglementet.dk>

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2010). *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 (BR10)*. (BEK nr. 810 af 28/06/2010) med (BEK nr. 1309 af 29/11/2010) og (BEK nr. 792 af 29/06/2011). København. Lokaliseret på: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132697>

Petersen, K. N. og Gram-Hanssen, K. (2005). *Husholdningers energi- og vandforbrug. Afhængighed af socio-økonomiske baggrundsvariable*. SBI 2005:09, Statens Byggeforskningsinstitut, 2005.

Gram-Hanssen, K. (2005). *Husholdningers elforbrug - hvem bruger hvor meget, til hvad og hvorfor?* SBI 2005:12, Statens Byggeforskningsinstitut, 2005.

Grundejerforeningen Bavnebjergspark (30-10-2011), <http://www.bavnebjergspark.dk/>, november 2012.

Johnsen, K., Christoffersen, J.. (2008). SBI-anvisning 219 *Daglys i rum og bygninger*, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, 1. udgave, 2008.

Møller Jensen J. og Lund H. (1995). *Design Reference Year, DRY - Et Nyt Dansk Referenceår*. Meddelelse Nr. 281. Lyngby: Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Universitet.

Pedersen, P. E. & Petersen, E. (1981). *Dagslysadgang gennem ovenlyskupler – Beregningsmetoder og retningslinjer*. (Rapport nr. 26). Lyngby: Lysteknik Laboratorium.

Petersen, E. (1982). *Solstråling og dagslys: målt og beregnet*. (Rapport nr. 34). Lyngby: Lysteknik Laboratorium.

Pedersen, P. E. og Petersen, E. (1981). *Dagslysadgang gennem ovenlyskupler – Beregningsmetoder og retningslinjer* (Rapport nr. 26). Lyngby: Lysteknik Laboratorium.

Slotsdalen (05-01-2012), <http://www.slotsdalen.com/> , oktober 2012.

SPSS Inc. Released 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc. Lokaliseret 2012.08.01 på: <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/>

Weblager (2011). Kommunernes online Byggesagsarkiv <https://www.weblager.dk/WebLager4/>

Wittchen, K., Johnsen, K., & Grau, K. (2007). *BSim: Et integreret edb-værktøj til analyse af indeklima og energiforbrug + vejledning*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Lokaliseret 20110801 på: <http://www.sbi.dk/indeklima/simulering/bsim-building-simulation>

Wright, A. (2008) *What is the relationship between built form and energy use in dwellings?* Energy Policy. 4544-4547

# Bilag 1. Følgebrev og spørgeskemaer

## Udsendte spørgeskemaer

Dette bilag gengiver det udsendte spørgeskema og det tilhørende følgebrev.

## Følgebrev

Kære beboer / familie,

Statens Byggeforskningsinstitut gennemfører for tiden en undersøgelse vedrørende dagslys og elektrisk belysning i boliger<sup>2</sup>. Undersøgelsen skal kortlægge elforbruget til belysning i forskellige boligtyper og omfatter ejerboliger og lejeboliger af forskellig udformning og alder. Udvælgelsen af boligerne er sket gennem kontakter til byggefirmaer og boligforeninger, der har stillet tegningsmateriale til rådighed for de boligtyper, som indgår i undersøgelsen. Størrelsen af elforbruget til belysning afhænger af mange forhold, og i denne undersøgelse prøver vi at finde sammenhæng mellem elforbruget og:

1. boligens størrelse
2. familiens størrelse
3. familiens vaner og "hjemmetid" i boligen
4. anvendelsen af elektrisk belysning i de vigtigste rum
5. mængden af dagslys i de enkelte rum

Det er naturligvis frivilligt, om man ønsker at deltage, og alle oplysninger vil være fuldstændig anonyme i forhold til den enkelte bolig. Hvis I vil medvirke, beder vi jer om at udfylde vedlagte spørgeskema på en dag I er hjemme, fx en dag i weekenden eller på en fridag. Vi beder jer returnere skemaet i vedlagte svarkuvert senest den 1. november 2010. Som hjælp til udfyldelse af skemaet om lys i de enkelte rum er der indsat et eksempel på, hvordan det kan se ud.

Som tak for jeres medvirken får I tilsendt et gavekort på kr. 100,- til en dagligvareforretning, når vi har modtaget det udfyldte spørgeskema.

På forhånd tak for hjælpen.

Med venlig hilsen

Statens Byggeforskningsinstitut



Kjeld Johnsen

Seniorforsker, Energi og Miljø

Vedlagt: Spørgeskema, som bedes returneret senest den 28. oktober 2011

# Spørgeskema

<b>Boligtype: enfamiliehus</b>	
1.1	Adresse <input type="text"/>
1.2	Kontaktperson <input type="text"/>
<b>Hvis du/l er flyttet til boligen efter 1.6.2011,</b>	
1.3	bedes du sætte et kryds her og sende skemaet i retur, uden besvarelse af de øvrige spørgsmål <input type="checkbox"/>
1.4	Telefon <input type="text"/>
1.5	e-mail <input type="text"/>
1.6	Hvad var elforbruget ved seneste årsopgørelse <input type="text"/> Ved ikke <input type="checkbox"/>
<b>Beboere i boligen</b>	
2.1	Antal <input type="text"/>
2.2	Angiv alder, fx: 43, 39, 5, 2 <input type="text"/>
<b>Beboervaner</b>	
<b>Hvor ofte er beboere ude eller hjemme i boligen? – Sæt ét eller flere krydser nedenfor</b>	
3.1	Hvor mange hverdage om ugen er der nogen hjemme om formiddagen? <input type="checkbox"/>
3.2	Hvor mange hverdage om ugen er der nogen hjemme om eftermiddagen? <input type="checkbox"/>
3.3	Hvor mange hverdage om ugen er der nogen hjemme om aftenen? <input type="checkbox"/>
<b>Spørgsmål om energibesparelse</b>	
4	Er du/l opmærksomme på at spare på lyset <input type="checkbox"/> Ja, meget <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ja, i nogen grad <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nej, normalt ikke <input type="checkbox"/>
<b>Er du enig i følgende udsagn</b>	
5.1	I min/vor bolig kommer der masser af lys fra vinduerne <input type="checkbox"/> Helt enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Delvis enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uenig <input type="checkbox"/>
5.2	I min/vor bolig er rummene lyse (fx hvide vægge og loft) <input type="checkbox"/> Helt enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Delvis enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uenig <input type="checkbox"/>
5.3	I min/vor bolig er der god plads til at bevæge sig rundt <input type="checkbox"/> Helt enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Delvis enig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Uenig <input type="checkbox"/>
5.4	Må vi kontakte jer telefonisk eller på e-mail for eventuelle supplerende oplysninger? Ja <input type="checkbox"/> Nej tak <input type="checkbox"/>
5.5	Må vi eventuelt aflægge jer et kort besøg (ca. ½ time) efter nærmere aftale Ja <input type="checkbox"/> Nej tak <input type="checkbox"/>
<b>Vend venligst...</b>	

## 6 SPØRGESKEMA OM LYSET I FORSKELLIGE RUM I DIN BOLIG

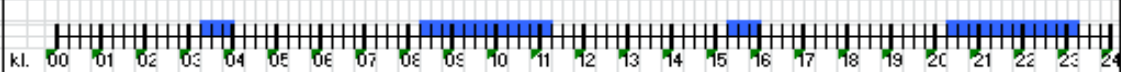
På tidslinjerne nedenfor skal du markere, hvornår der er lys tændt i de mest benyttede rum i din bolig (Marker at "lys er tændt", når mindst én lampe er tændt).

Markeringerne skal se ud som i eksemplet herunder.

Den korteste periode der kan markeres er på 1/4 time. Hvis lyset er tændt i kortere tid, undlades markering.

Eksempel (indsæt venligst betegnelse for rum):

I rum: **Stue** er der lys tændt som markeret her på tidslinjen:

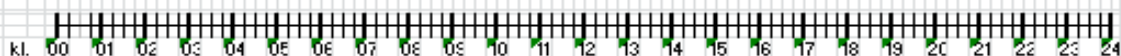


Din markering skal svare til *en almindelig dag* på denne tid af året.

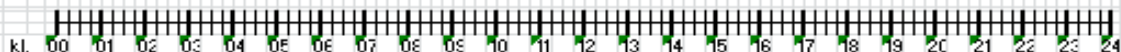
**Vigtigt: Skriv venligst dato for udførelsen.**

Date: \_\_\_\_\_

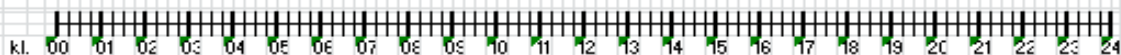
6.1 I rum: **Stue** er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



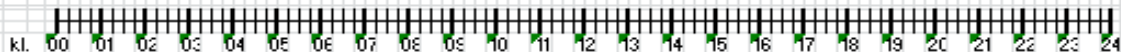
6.2 I rum: **Køkken** er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



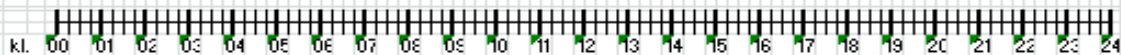
I rum: \_\_\_\_\_ er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



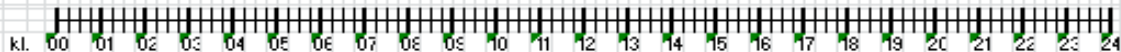
I rum: \_\_\_\_\_ er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



I rum: \_\_\_\_\_ er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



I rum: \_\_\_\_\_ er der lys tændt som markeret her på tidslinjen (mindst én lampe tændt):



Skriv eventuelt her hvilke rum, der ikke er medtaget: \_\_\_\_\_

Andre bemærkninger: \_\_\_\_\_

**Returér venligst det udfyldte spørgeskema i vedlagte svarkurvert**

**Yndt venligst**

## Bilag 2: Supplerende interviewundersøgelse i Bavnebjergspark

### Baggrund og metode

Med udgangspunkt i spørgeskemabesvarelserne har det vist sig at tre boliger har fået installeret ovenlys i køkken og/eller stue. Formålet med et opfølgende besøg i Bavnebjergspark, har været at få større indsigt i baggrunden for at nogle boliger har fået ovenlys, mens andre har de oprindelige vinduesåbninger. Valg af boligerne er foretaget med ønske om at finde boliger med samme orientering af vinduer og rum på tværs af boliger med og uden ovenlys. Den opfølgende undersøgelse indeholder en spørgeramme til afklaring af beboernes oplevelse af dagslyset, og om de oplever at de tænder den elektriske belysning med hensyn til hvornår de er i rummet, at de tænder lyset fordi de oplever at rummet er for mørkt at opholde sig i, eller om det er andre årsager som fx ved madlavning. Under besøgene er der ligeledes foretaget lysmålinger og lavet registreringer af boligerne.

Tabel 16. Oversigt over de besøgte boliger, deres orientering og evt. installering af ovenlysvinduer.

	Bolig 1	Bolig 2	Bolig 3	Bolig 4	Bolig 5
<b>Orientering</b>					
Køkken	N	S	N	N	S
Stue	V	V	V	V	V
<b>Ovenlys</b>					
Køkken	ingen	ingen	ingen	2	2
Stue	ingen	ingen	2	2	2

### Interviews

I den supplerende undersøgelse af enkelte udvalgte boliger i Bavnebjergspark er der foretaget fem ud af seks planlagte besøg. To boliger uden ovenlys, en med ovenlys i kun stuen og to med ovenlys i både køkken og stue. Desværre har det ikke været muligt at tilrettelægge besøg, således at målinger kunne udføres når vejret var overskyet. For fire af de fem boliger var vejret hovedsagelig solrigt med lidt skiftende skydække.

Ved interviewene er der fundet forskelle i anvendelse af elektrisk belysning, specielt i forbindelse med arbejdsopgaver der kræver højere belysningsniveauer, så som madlavning og læsning. Manuel tænding af boligens lamper sker oftest med udgangspunkt i at skabe en god rumbelysning. Generelt er svaret fra de boliger med ovenlys, at rumbelysningen først tændes når der begynder at blive mørkt udenfor, dvs. omkring solnedgang. For de to boliger uden ovenlysvinduer, tændes den elektriske belysning henholdsvis altid, når de kommer hjem, eller der er timer (tænd/sluk ur af sikkerhedsmæssige årsager) på boligens lamper, og disse indstilles til vinterforhold og ændres ikke bevidst efter årstiden.

Generelt har beboerne valgt boligen pga. beliggenheden, pladsudnyttelsen, funktionaliteten i boligen og den gode byggekvalitet. Beboerne i de tre boliger med ovenlys, har selv ønsket og fået installeret ovenlysvinduer. Beboerne nævner eksplicit ønske om at supplere dagslysniveauet i køkken og stue. De to andre familier oplever også boligen som lys. Dog udtrykker flere af be-

boerne at de evt. kunne overveje at installere ovenlys i badeværelse af hensyn til specielt udluftning, men også dagslys. De adspurgte i de fem boliger har alle – helt eller delvist – nævnt at køkken og stue er de primære opholdsrum. En tendens er, at de rum eller områder med gode dagslysforhold benyttes hyppigst.

I hovedtræk tændes, generelt, den elektrisk belysning omkring solnedgang, og beboerne utrykker at de tænder lyset efter årstid. Tænding af boligens lys i stuen hænger både sammen med funktions- og stemningsmæssige årsager, og ligeledes med henblik på at skabe en ensartet lysfordeling i hele rummet, idet lampe-punkter ofte tændes langs med vægge etc. I køkken er spiseplads tæt ved vindue, mens køkkenbordplade og komfur er placeret langs med indervæggen, hvilket medfører at man laver en selvskygge når man fx skal lave mad. Flere af beboerne udtalte at de tændte lyset under køkken-overskabene pga. for lidt lys. En hurtig spotmåling viste at forholdet mellem selvskygge eller ej var 1:5 (60 lux vs. 300 lux). I de køkkener med ovenlys viste spot-måling ingen reel forskel i forholdet selvskygge eller ej, fordi ovenlyset giver betydelig mere dagslys i både det horisontale og det vertikale plan omkring køkkenbordet. Flere af beboerne havde lyset tændt (dog med dæmp), i aftentimerne, i både køkken og stue, da man ikke ønsket at det var mørkt i de tilstødende rum. Desuden anvendes de indvendige afskærmninger (typisk gardin) om aftenen, for at eliminere generende indkig.

### Målinger

De spot-målinger, der er udført i dagtimerne, viser at rum uden ovenlys har betydelig lavere lux-niveauer, end de rum med ovenlys. Fx er niveauet på køkkenbordet mellem 100 og 300 lux, mens de køkkener med ovenlysvinduet har ca. 1000 lux. Trods højere dagslysniveauer, udtrykker beboerne at de anvender lyset i emhætten, når de laver mad, selvom der evt. er tilstrækkeligt lys fra med dagslyset. Måling af dagslysfaktorer i de udvalgte punkter viser en rimelig overensstemmelse mellem målinger og beregninger. Dog er boligen møbleret, hvilket ikke er tilfælde i beregningerne.

### Sammenfatning

De udførte interviews har givet supplerende oplysninger omkring beboernes opfattelse af dagslys og hvordan de tænder den elektriske belysning. Generelt siger de fleste at den elektriske belysning tændes når det bliver mørkt udenfor, og de opfatter at de tænder lyset senere om sommeren end efterår og vinter. Når den elektriske belysning tændes, er det typisk at de vælger lamper langs med husets vægge, for at skabe en rimelig lysfordeling i rummet, og begrænse mørke områder. Desuden har de fleste flere lamper end de normalt tænder. En hurtig optælling af installeret effekt ( $W/m^2$ ), viser at det varierer 6-10  $W/m^2$  i stuen og ca. dobbelt så meget i køkken. Der er gennemgående en del glødepærer, men flere har vurderet at udskifte til mere energibesvarende lyskilder, men at fx LED erstatningslyskilder fortsat er for omkostningstunge, og at viden om lyskilden ikke er tilstrækkelig.