

BEBOERNES OPLEVELSE AF INDEKLIMAET, NÅR ENERGIFORBRUGET REDUCERES

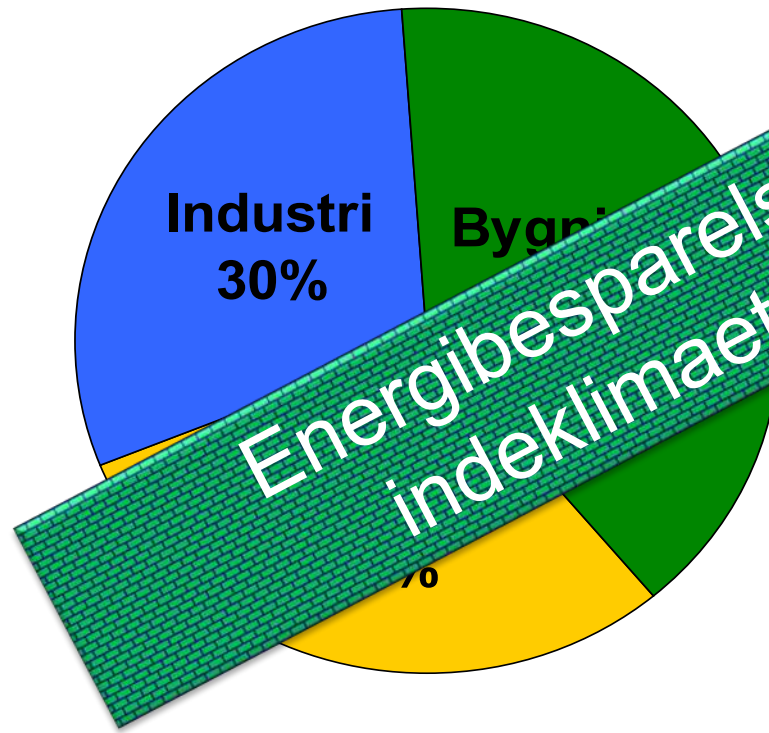
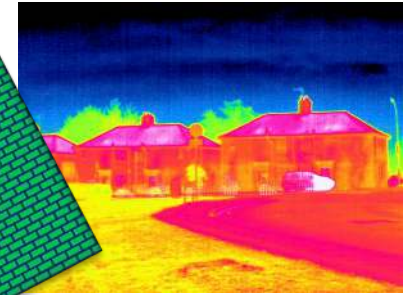


HENRIK N. KNUDSEN, BUILD, AAU



INSTITUT FOR BYGGERI, BY OG MILJØ
AALBORG UNIVERSITET

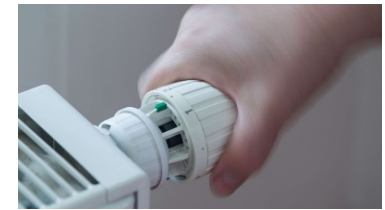
Stort energiforbrug i bygninger



Energibesparelser kan sætte indeklimaet under pres

Regulering af indeklima

- Opvarmning
- Ventilation
- Belysning
- Køling



Indeklima – komfort og sundhed

Temperatur

Lys

Luftkvalitet

Træk

Statisk elektricitet

Akustik

Støj/vibrationer

Det oplevede indeklima

Lugt

Partikler

Allergener

Skimmelsvampe

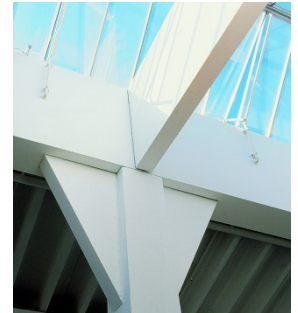
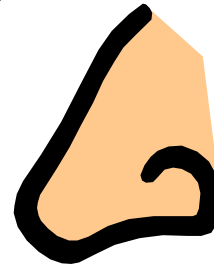
Fugtighed

Radon



Det oplevede indeklima

- Temperatur
- Træk
- Støj
- Luftkvalitet
- Dagslys



Indeklima-myter



Skrappere BR-krav

Skrappere energi krav i dag

OG skrappe krav til indeklimaet

Overophedning

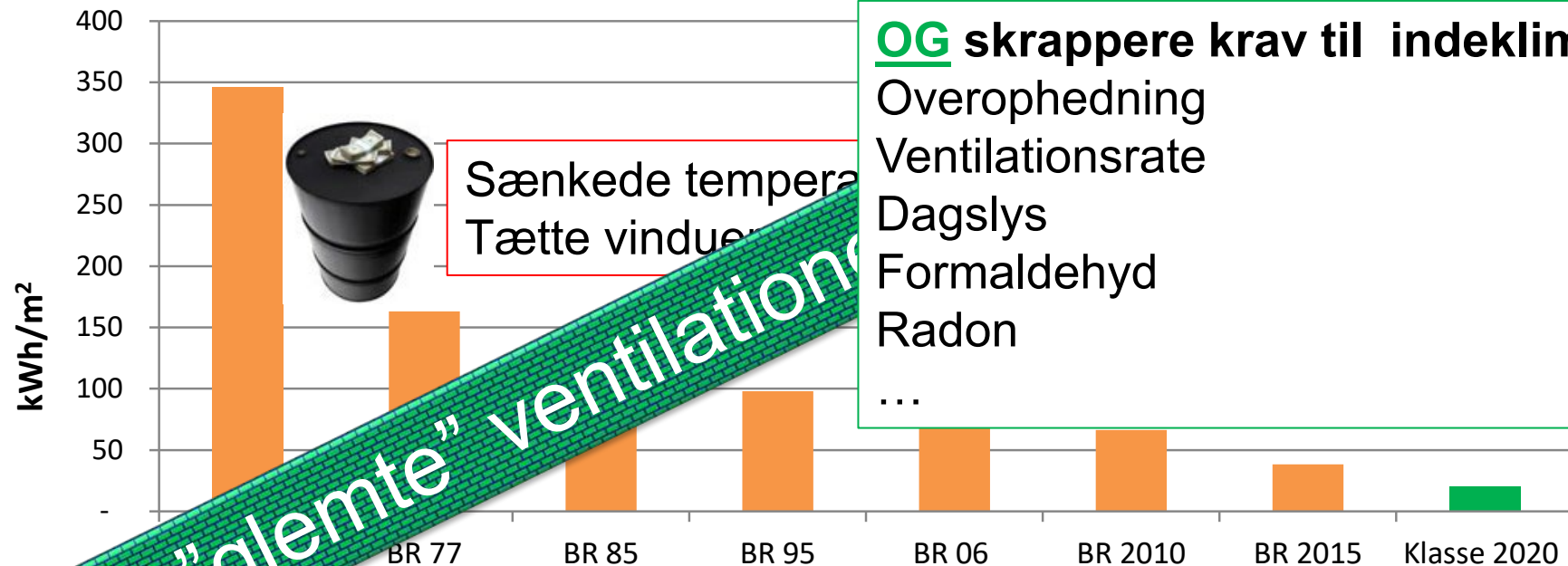
Ventilationsrate

Dagslys

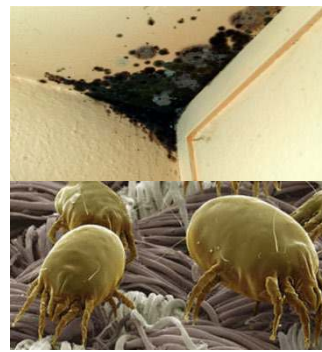
Formaldehyd

Radon

...



Sænkede temperatur
Tætte vinduer



Reduceret energiforbrug opnås ved:

- Mere isolering
- Lavenergi-vinduer
- Tætning og ventilation med varmegenvinding





Potentiale for bedre indeklima i nye/renoverede boliger

- Mere isolering, nye vinduer  Bedre temperaturforhold
- Mekanisk ventilation  Mindre træk
- Tæt klimaskærm  Bedre luftkvalitet
- Større glasareal  Mindre støj udefra
-  Mere dagslys



Beboeres indeklimaoplevelser og tilfredshed

ENERGIRENOVERING

INCITAMENTER OG BARRIERER BLANDT HUSEJERE
I FURESØ KOMMUNE

SBI 2013:22

EVALUERING AF ENERGIKLASSERN 2015 OG 2020 I BR10

OPLEVELSER BLANDT EJERE AF NYE LAVENERGI-ENFAMILIE
OG ERFARINGER BLANDT AKTØRER I BYGGEBRANCHEN
SBI 2014:07

TENANTS' EXPERIENCES AND SATIS- FACTION IN SOCIAL HOUSING SUBJECT TO COMPREHENSIVE RETROFITTING

A DANISH CASE STUDY

SBI 2015:20

SBI 2015:28

SBI 2018:12

BOLIG+ energineutrale etageboliger

Måling og evaluering

SBI 2020:12

Hvidbog
Ventilation af eksisterende etageboliger

Erfaringsopsamling og anbefalinger

> 1900 svar fra spørgeskemaundersøgelser

Beboernes overordnet tilfredshed

Kan du anbefale andre at...?



93%

87%

53 - 76%

Eksempler på beboeres indeklima-oplevelser i

Nye lavenergihuse



(Energi)renoverede almene boliger



"Lavenergihuset"

- BR10 - Lavenergiklasse 2015 (~BR18)
- Størrelse: 186 m²
- Varmepumpe (65%)
- Gulvvarme (94%)
- Solceller (71%)

Ventilationsanlæg med varmegenvinding (76%)

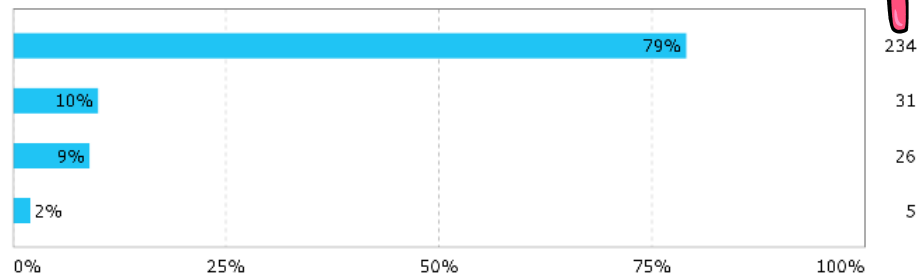


Hvor ofte har du oplevet problemer med at det var for varmt ?



Vinteren 2012-2013

Aldrig
Månedligt
Ugentligt
Dagligt



Overophedning

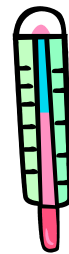
Bemærkninger:

Store vinduer mod syd

Også varmt om sommeren i tidligere hus

"Jævn/konstant" temperatur

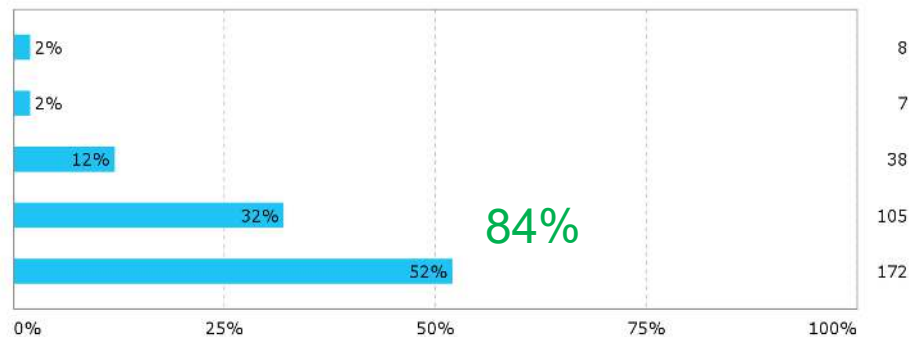
"Langsomt" gulvvarmesystem der er svært at bruge



Hvordan oplevede du temperaturforholdene i dit hus?

Vinteren 2012-2013

Meget utilfredsstillende
Utilfredsstillende
Hverken eller
Tilfredsstillende
Meget tilfredsstillende



Er indeklimaet blevet bedre eller dårligere?

Tidligere bolig

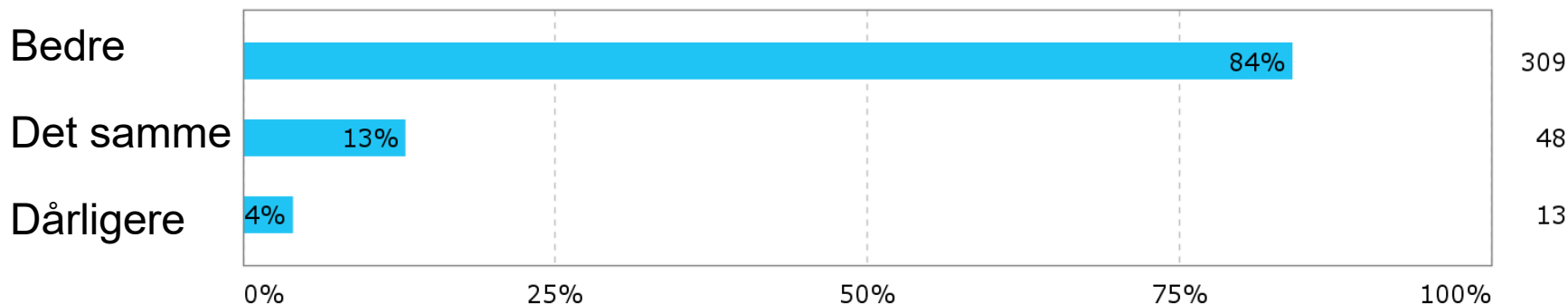


Nye bolig

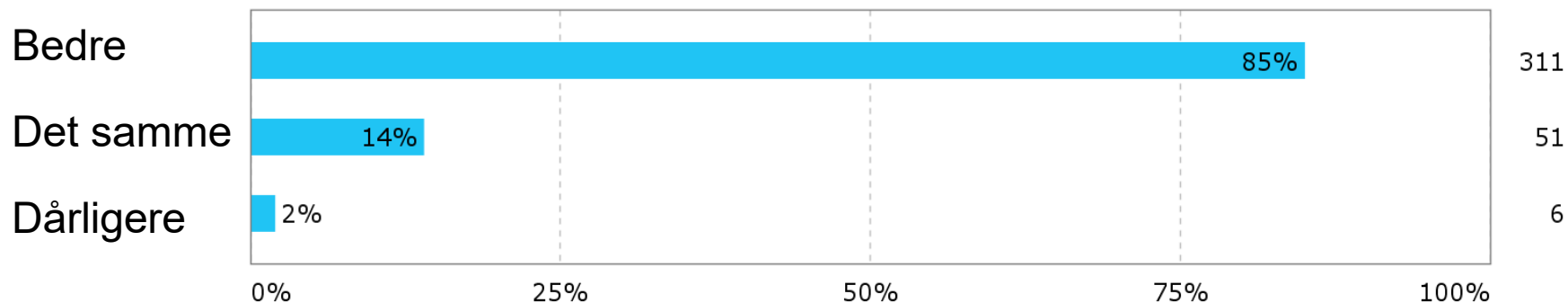


> 54 % kommer fra før 1980

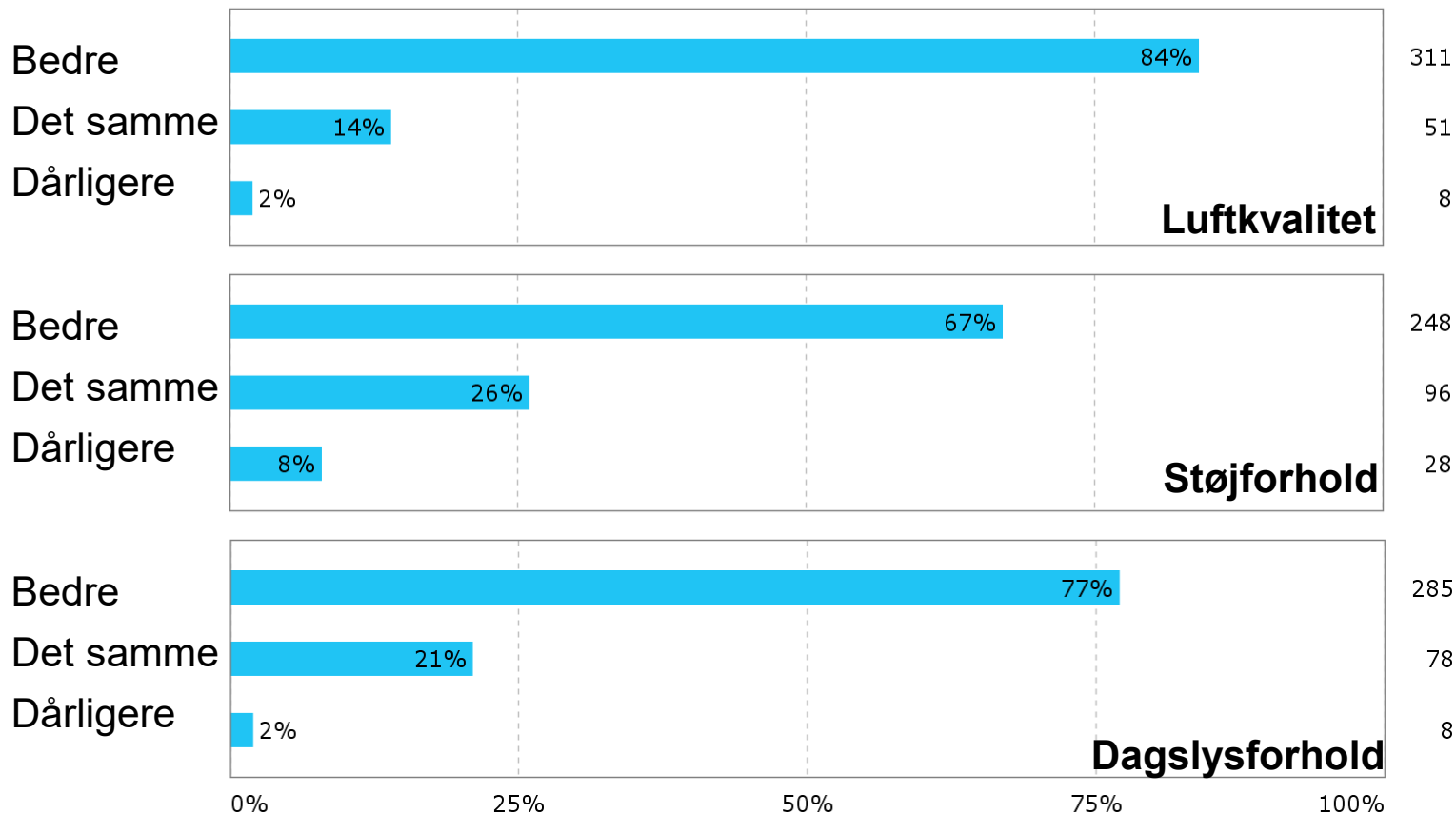
Hvordan oplever du **temperaturforholdene** i dit nye hus i forhold til din tidligere bolig?



Hvordan oplever du **trækforholdene**...?



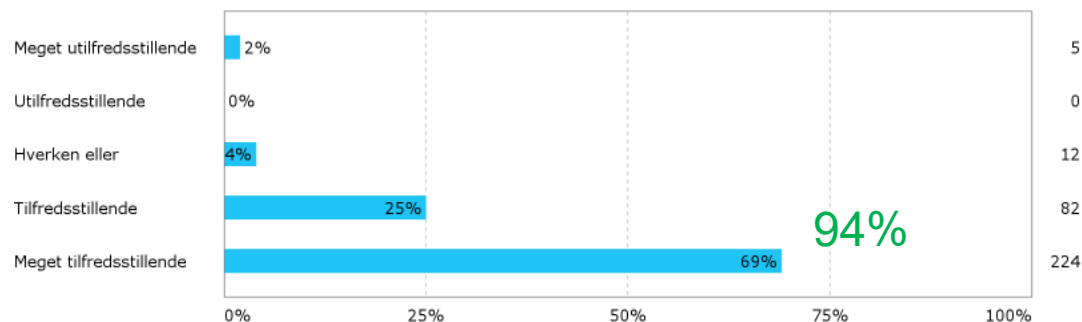
Hvordan oplever du...?



Alt taget i betragtning...

Hvordan vil du så vurdere indeklimaet i din bolig?

Vinteren 2012-2013



Eksisterende byggeri (almene boliger)

< 1%



Stort behov for (energi)renovering

- Nedslidt
 - Utætte tage og vinduer
 - Slidte facader
- Utidssvarende
- **Højt energiforbrug**
- **Dårligt indeklima**
 - Træk fra kolde vinduer/overflader
 - Dårlig luftkvalitet pga. utilstrækkelig ventilation
 - Skimmelsvamp ved kuldebroer og fugtige overflader



Rækkehusene i Albertslund Syd

Omfattende reovering (dyb)



Etageejendomme i Vapnagaard

Moderate reovering



Før

Under

Efter

The retrofits

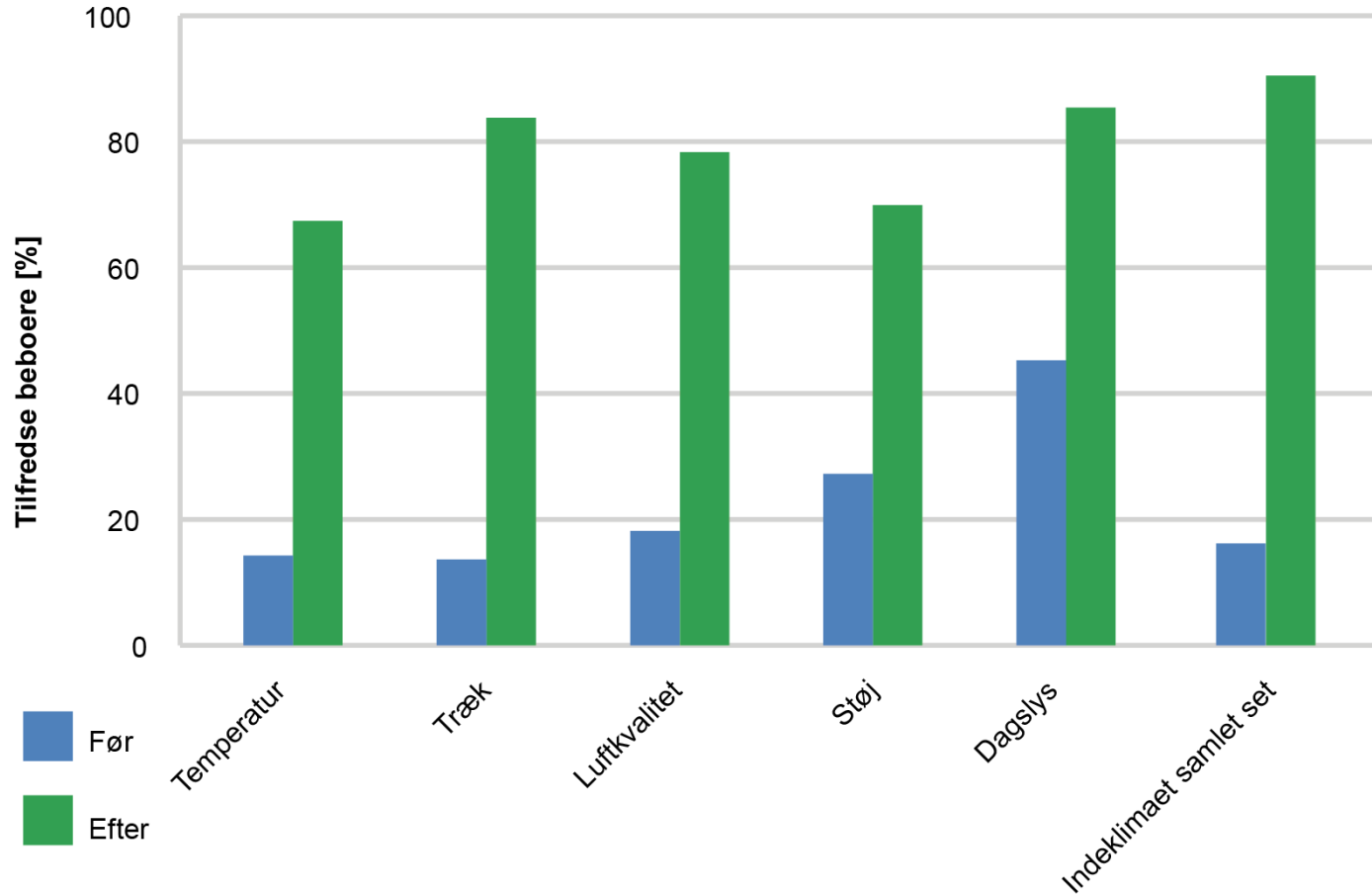
- Ventilation system with heat recovery
- New facades with additional insulation
- Additional insulation of the roof and against the basement
- New low-energy windows

- New bathrooms
- New kitchen
- Creation of green areas

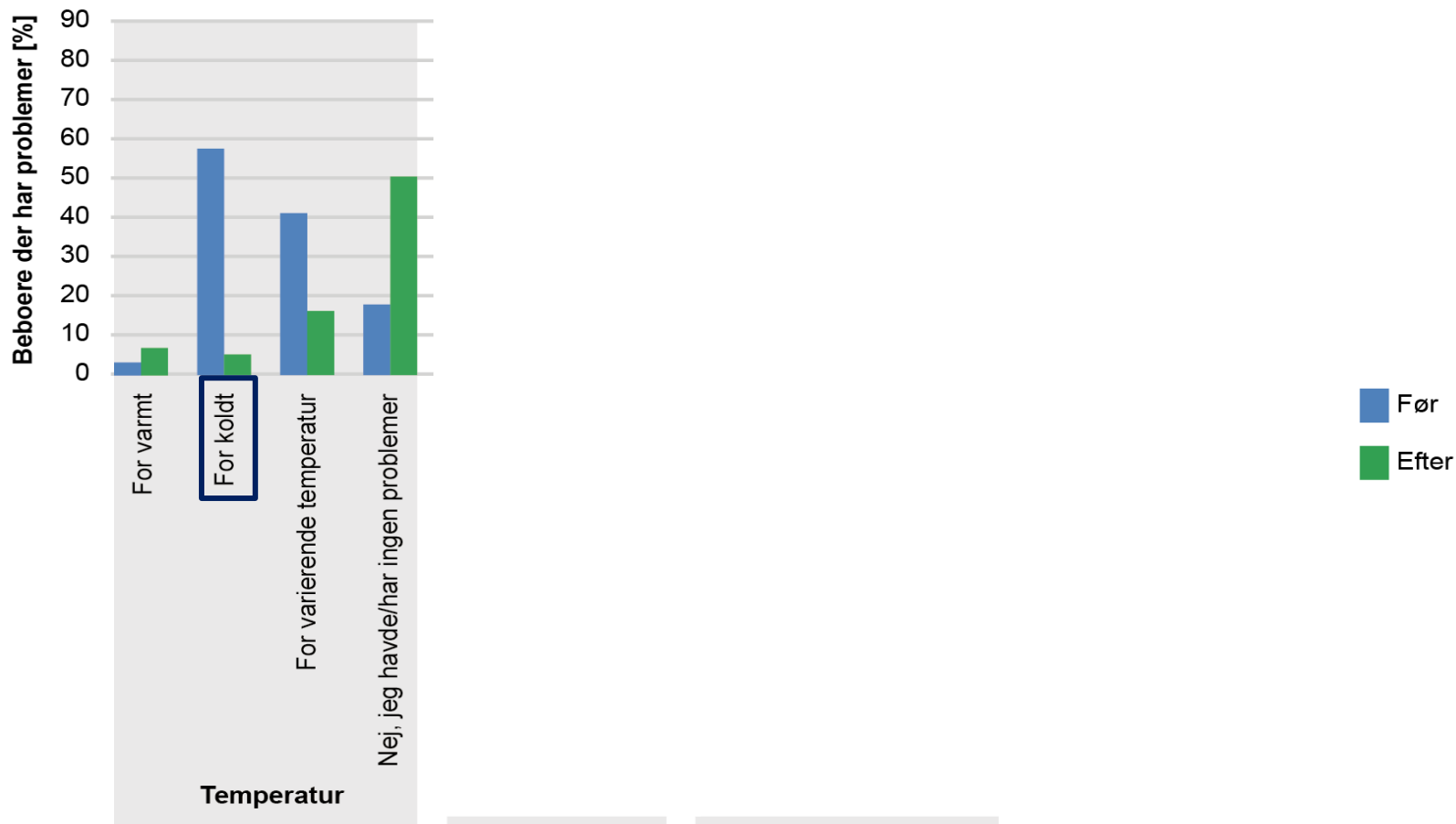
Potential for indoor climate improvements



Tilfredshed med indeklimaet **før** og **efter** renovering



Problemer før/efter renovering



To værktøjer til vurdering af indeklimaet

	Før Before renovation 	During renovation 	Efter After renovation 
IK-kompas Potentielt 	Overall evaluation of the potential quality of the indoor environment		Overall evaluation of the potential quality of the indoor environment
Spørgeskema Oplevet 	Evaluation of the perceived indoor environment		Evaluation of the perceived indoor environment
	What are the problems?		Is the IEQ as planned?

Spørgeskema - oplevet indeklima

- Lidt om dig og din familie
- **Oplevet indeklima** (temperatur, luft, støj, dagslys)
 - Problemer – de mest almindelige
 - Tilfredshed
 - Symptomer
- Let og hurtigt (10 min.) at udfylde
- Brugbart for boligselskaber og rådgivere



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

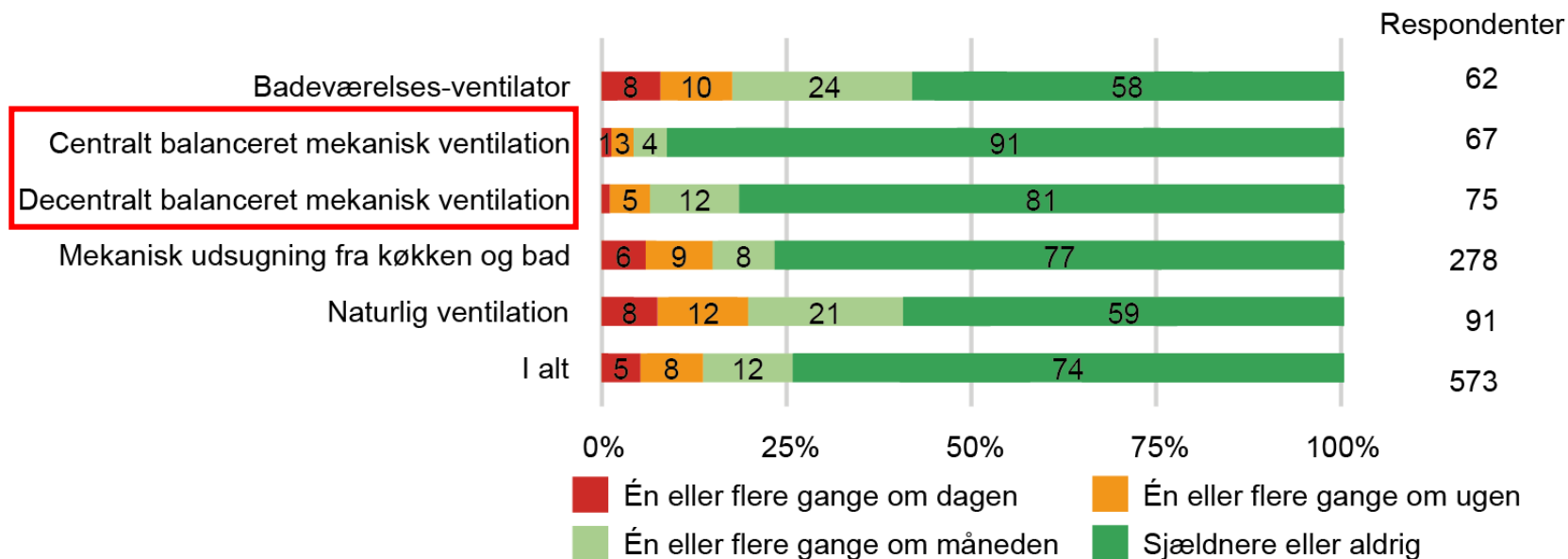
Oplevet indeklima ved forskellige ventilationsløsninger

- Naturlig ventilation
- Badeværelses-ventilator
- Mekanisk udsugning fra køkken og bad
- Decentral balanceret mekanisk ventilation
- Central balanceret mekanisk ventilation

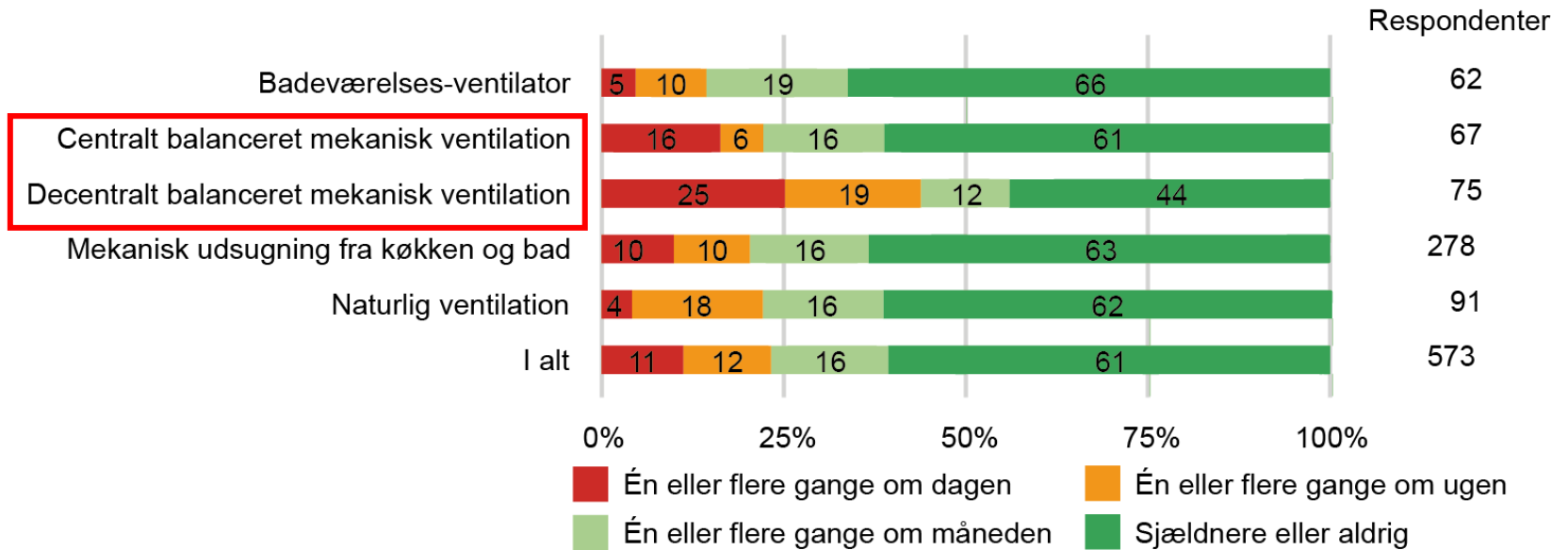


} **Renoveret**

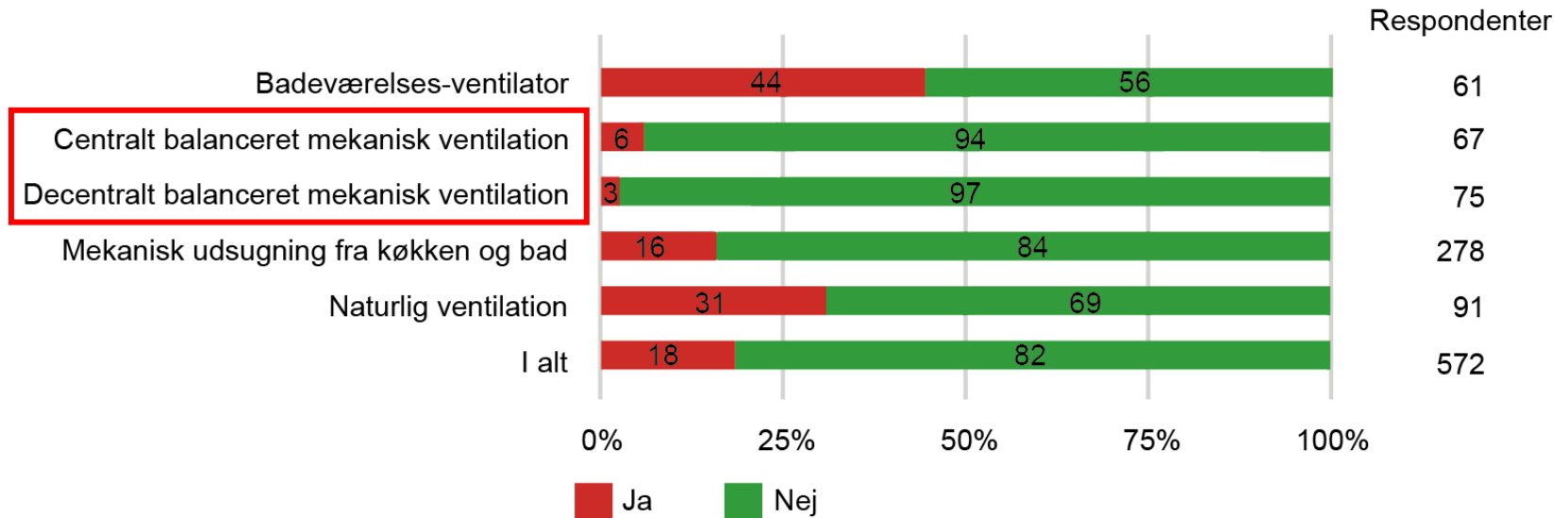
Hvor ofte oplever du problemer med ubehagelig lugt fra egen lejlighed?



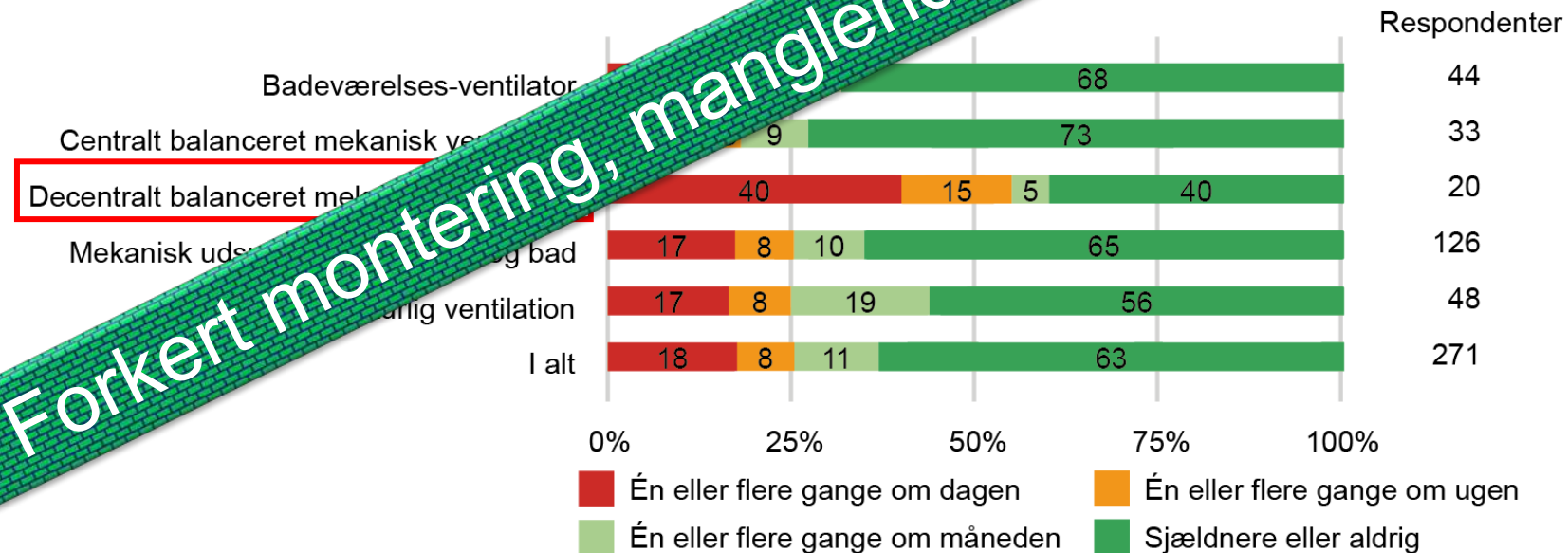
Hvor ofte oplever du problemer med tør luft?



Er der synlig mug eller skimmel i din bolig?



Hvor ofte oplever du problemer med støj fra ventilation installationer?



Boligen er blevet mere kompliceret

- Flere tekniske installationer

- Ventilationsanlæg
- Varmeanlæg/gulvvarme
- Jordvarme/varmepumpe
- Solceller
- Solvarme

"Anlægget er så komplekst, at det er svært at huske hvad der skal gøres ved anlægget for at det fungerer tilfredsstillende"

"Manualen henvender sig til ingeniør-nørd"



Win-Win



Spare energi OG forbedre

Hvis det gøres rigtigt...



Anbefalinger (Både nyt og renoveret)

- Undgå høj temperatur om sommeren
- Undgå støj fra tekniske installationer
- Robuste og brugervenlige installationer
- Afleveringsforretning – det skal virke ved indflytning
- Ventilation i sove- og børneværelser
- Forventningsafstemning - energi og indeklima
-

Don't
Forget...



Tak for opmærksomheden

Henrik N. Knudsen, civilingeniør, ph.d., seniorforsker
Sektionen for bæredygtighed, energi og indeklima
Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD)
Aalborg Universitet København
A. C. Meyers Vænge 15
2450 København SV

MB 2662 2128

hnkn@build.aau.dk

www.build.dk

www.sbi.dk

<http://personprofil.aau.dk/Profil/115287>

<http://www.linkedin.com/in/henriknknudsen>



Hvad er det gode indeklima?

Centrale parametre til
karakterisering af bygningers
indeklima

Fra omfattende bruttoliste med samtlige væsentlige parametre
Til
Nettoliste med centrale indeklima-parametre

En kompleks størrelse

1. Termisk indeklima	2. Visuelt indeklima
Lufttemperatur	Udsyn
Opvarmning	Dagslys
Onsdags	Sollys
Træthed	Blænding fra dagslys
	Elektrisk belysning
3. Luftkvalitets indeklima	4. Akustisk indeklima
Træthed	Luftlydisolering
Fugt/skimmelsvamp	Trinlyd, mellem lejligheder
Partikler og støv genereret i og udenfor boligen	Efterklangstid i trappeopgang/lejlighed
Flygtige organiske forbindelser	Facadeisolering/trafikstøj
Radon	Tekniske installationer, i lejlighed
Ozon, kuldioxid, kulmonoxid og nitrogendioxid	
PCB	

TABEL 1. BRUTTOLISTE MED INDEKLIMA-PARAMETRE

Er fagfolk enige om hvad indeklima er?

Mener du, at lavenergibygninger opført inden for de sidste 10 år har et bedre eller dårligere indeklima end almindelige bygninger?

