

# Sunde Boliger



Realdania  
By & Byg



# Projekteringsteam

MOE A/S

Pluskontoret Arkitekter

Lendager Arkitekter

Professor Torben Sigsgaard



# Involverede parter i måleprojekter

Projektleder & Hovedforfattere:



Underrådgivere & Medforfattere:



Støttet af & medforfatter:



”Vi rejser ikke bygninger for at spare energi, uanset hvor ædelt og vigtigt dette mål også er. De bliver rejst for at skabe læ og for at give gode forhold for at arbejde, studere, hele og restituere”

*Pawel Wargocki, DTU, i festtalen ved Building Performance Awards 2017*

# Balance



# Sunde Boliger som måleprojekt



# CISBO & Økologisk råd

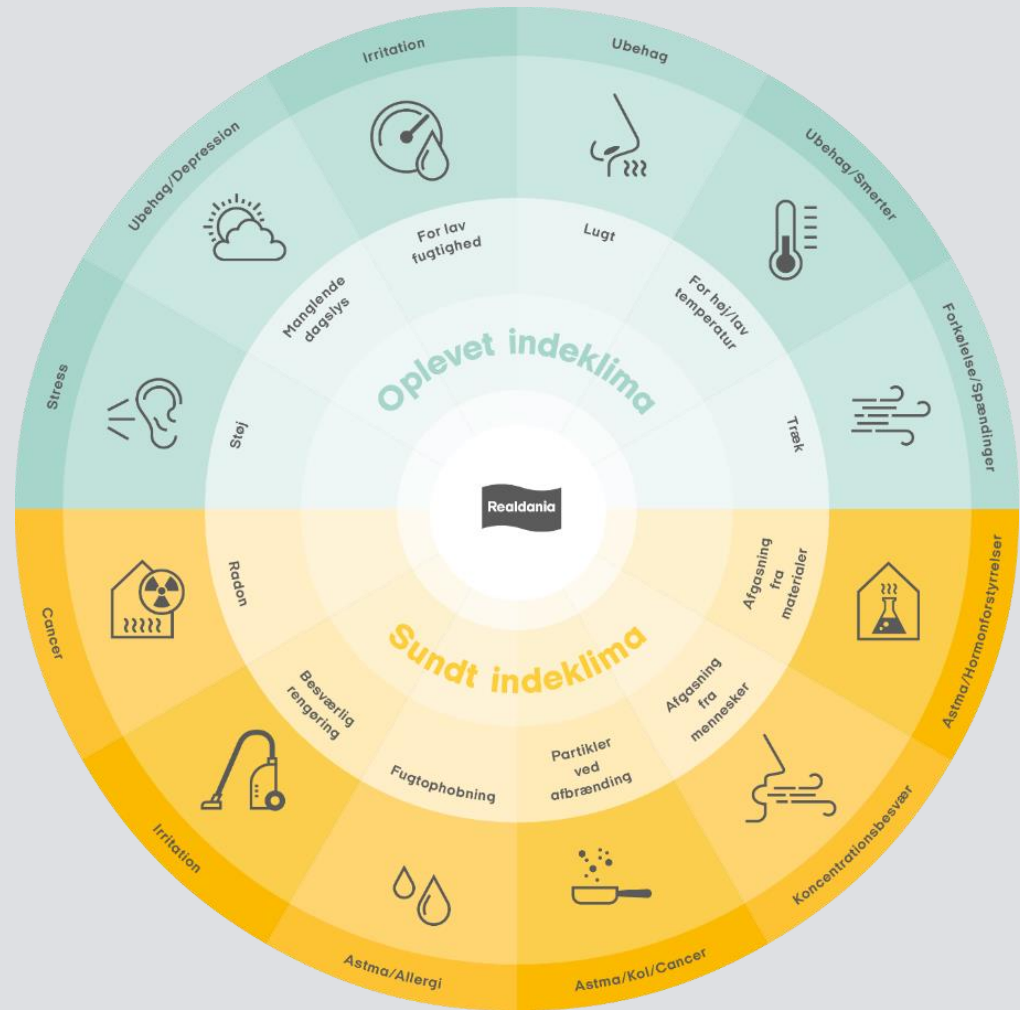


Realdania  
By & Byg



# Indeklimahjulet

Kortlægning  
Huskeliste





# Oplevet indeklima

Realdania

Stress



Støj

Manglende dagslys



Ubehag/Depression

Irritation



For lav fugtighed

Ubehag



Lugt

For høj/lav temperatur



Ubehag/Smerter

Trek



Forkølelse/Spændinger

# Sundt indeklima



Radon

Cancer



Afgasning fra materialer

Astma/Hormonforstyrrelser

Besværlig rengøring

Afgasning fra mennesker



Irritation

Partikler ved afbrænding



Koncentrationsbesvær

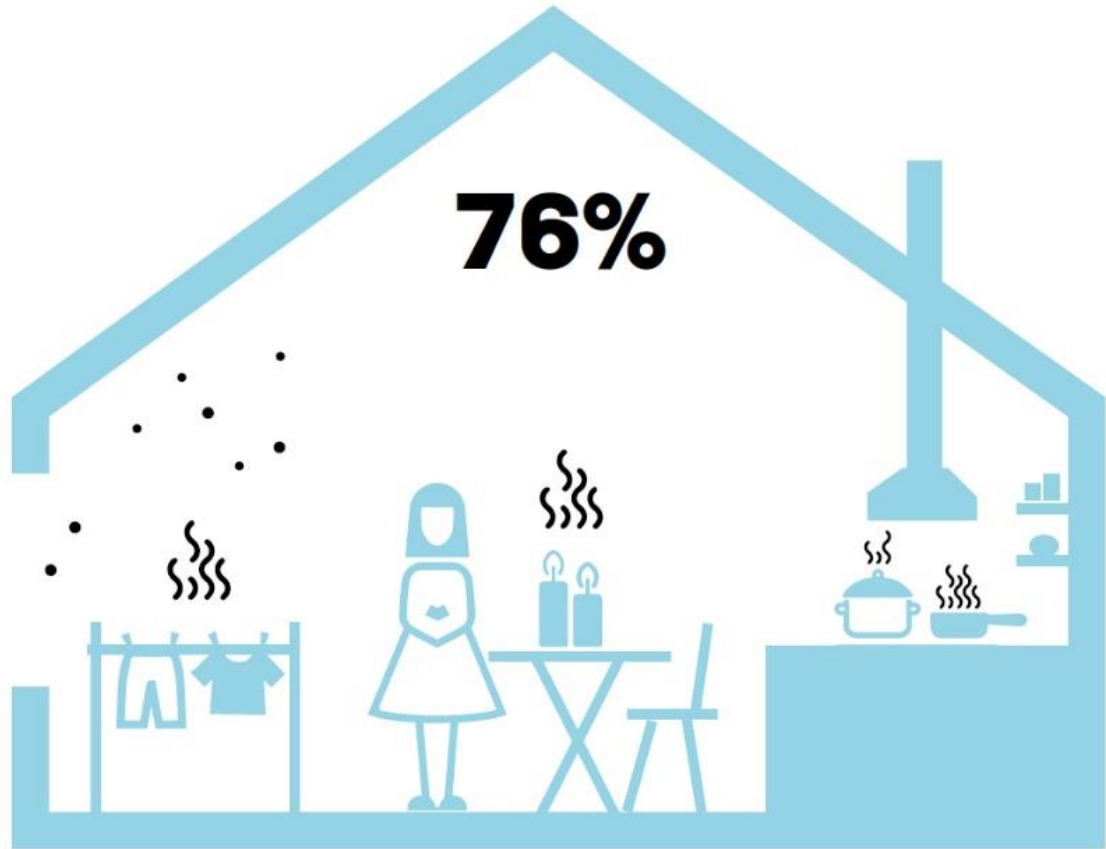


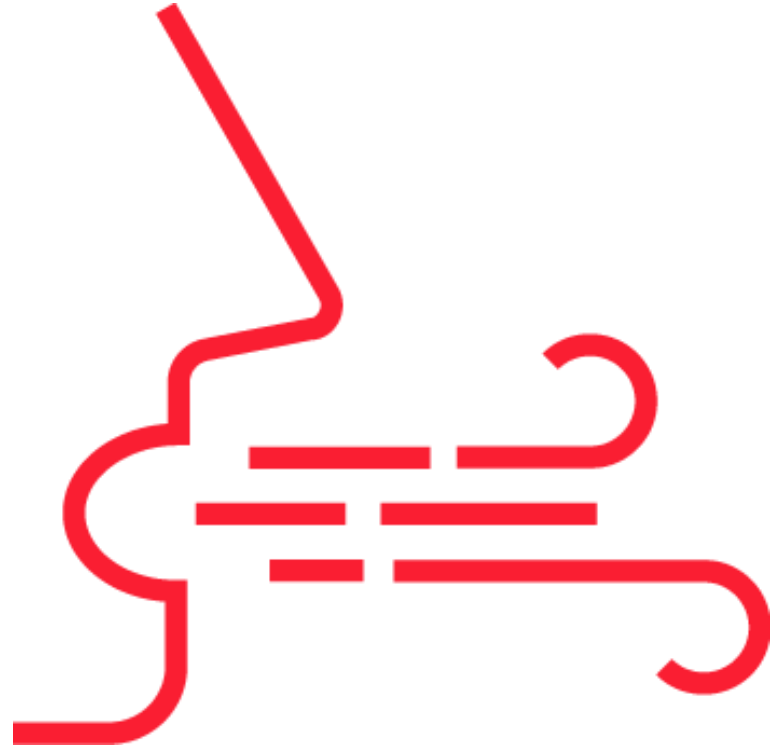
Astma/Allergi



Astma/Kol/Cancer

Fugtphobning





## Ventilation



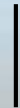
## Kildekontrol



**YES**



**NOW**

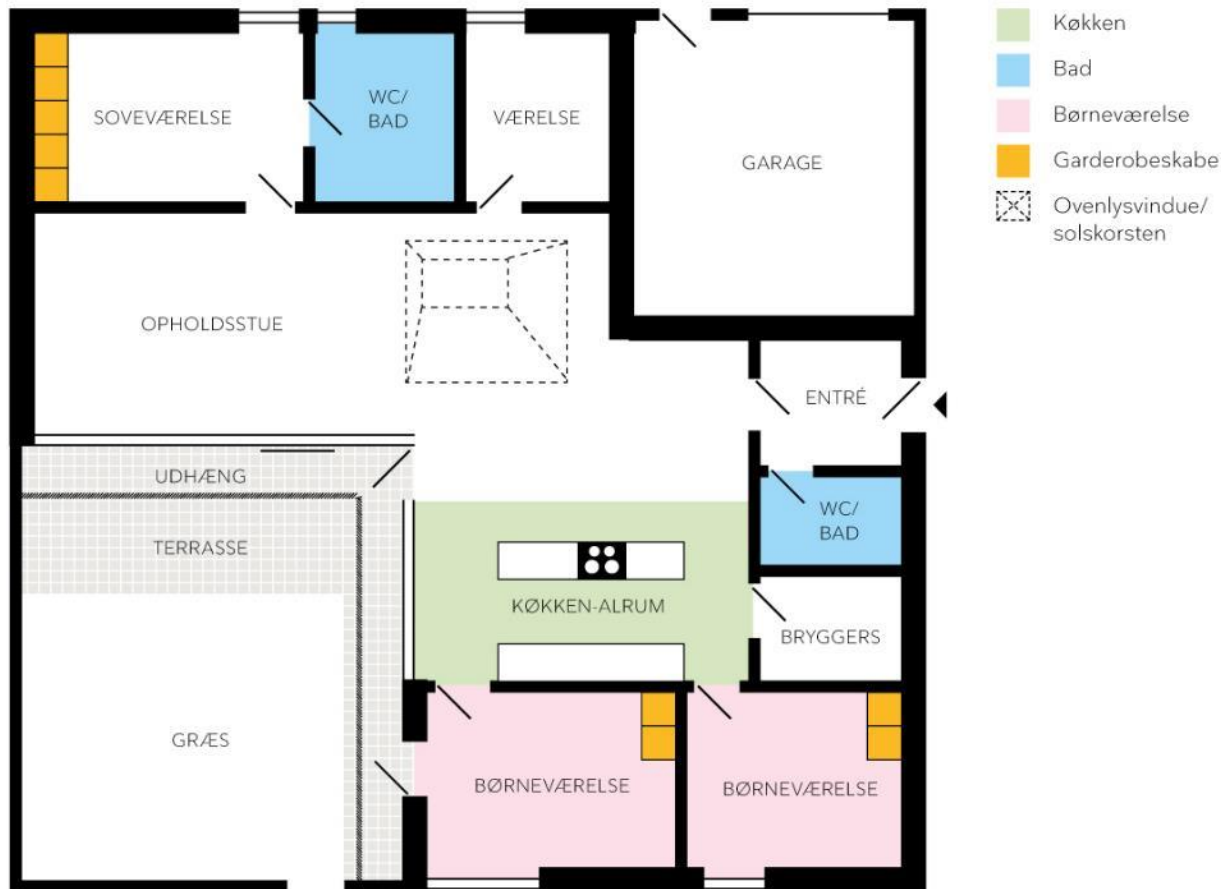


**NO**



## BOLIG 1: **NOWtech**

Huset her ligner de fleste nye huse, som bygges i dag. Det gælder både valget af materialer, rumopdeling og ventilation. Formålet med dette hus er at sammenligne indeklimaet her med de to andre huse, hvor der er mange nye tiltag.



## BOLIG 2: YESTech

I huset her er der skruet op for tekniske løsninger, som skal optimere indeklimaet, fx et specialudviklet ventilationssystem.

Ovenlys giver dagslys i boligens midte.

Specialudviklet og særlig effektiv emhætte for at begrænse spredning af partikler.



### Ventilation

Differentieret og støjsvagt ventilationssystem over loft med huller. Systemet regulerer automatisk luftskiftet i rummene efter behov. Loftet forbedrer samtidig akustikken.

### Skrå lysninger

omkring vinduer øger dagslysmængden i rummet, da lyset reflekteres på en større flade.



## BOLIG 3: NOtech

Huset er uden særlige tekniske installationer. Det opføres i afgasningsfrie materialer og med indeklimavenlig rumopdeling.

**Bad** Udluftning via solskorstene indendørs. Desuden gør et udendørs bad det muligt yderligere at begrænse fugt i boligen.

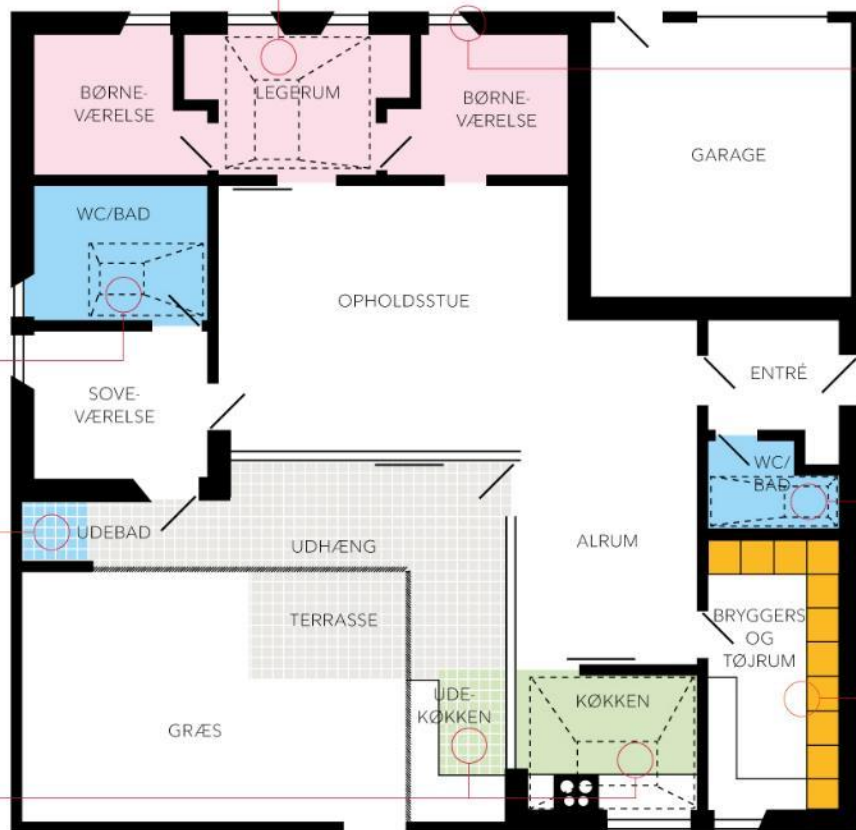
**Køkken** placeres dels i et separat rum, dels udendørs, for at begrænse spredning af fugt og partikler.

**Børneværelse** opdeles i lege- og soverum for at undgå afgasning fra legetøj og støv, når børnene sover.

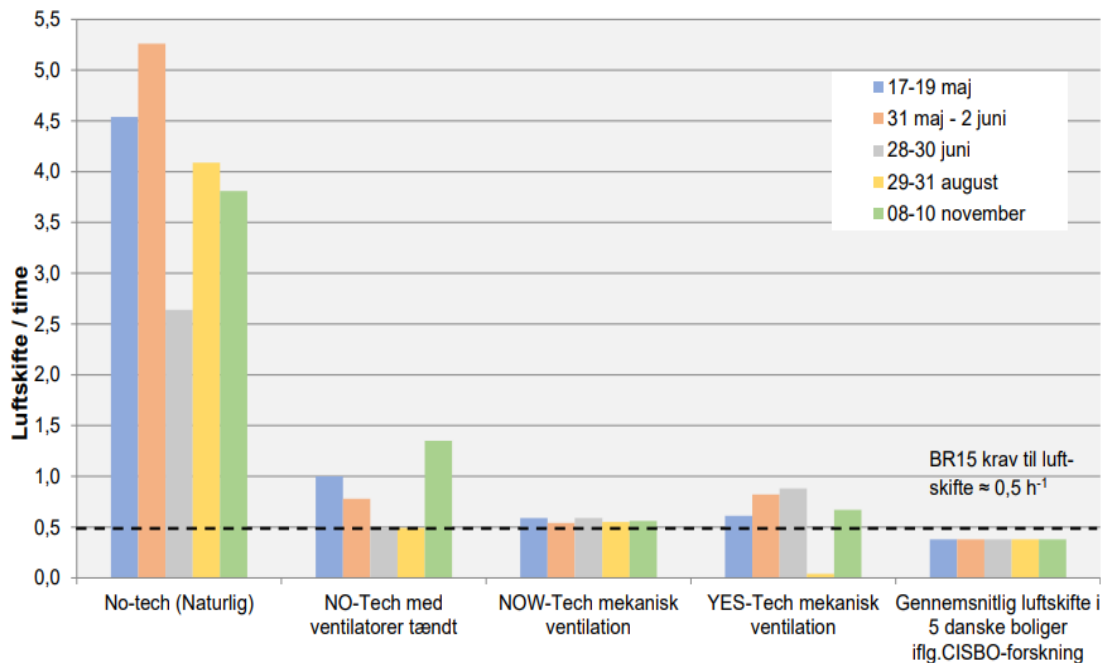
**Skrå lysninger** omkring vinduer øger dagslysmængden i rummet. Lyset reflekteres på en større flade og når derved længere ind i rummet.

**Solskorstene** Ingen mekanisk ventilation, udluftning foregår via ovenlys i solskorstene - også kaldet naturlig ventilation.

**Familiens tøj** samles i et tøjrums for at undgå partikler i soverum. Her placeres også vaskemaskine og tørretumbler.



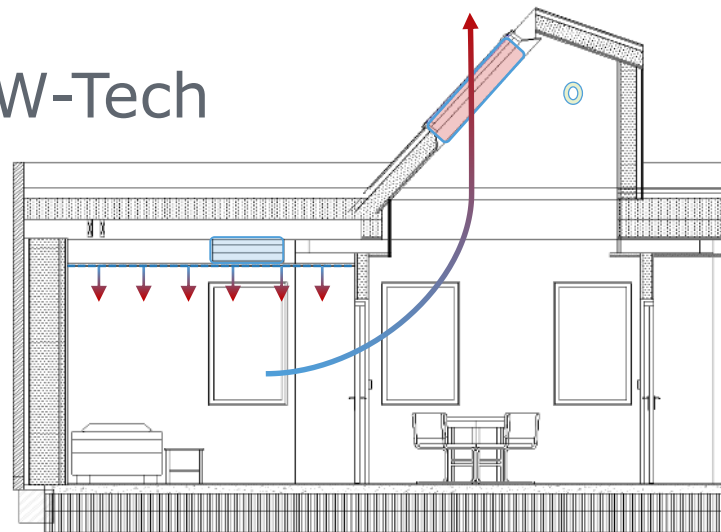
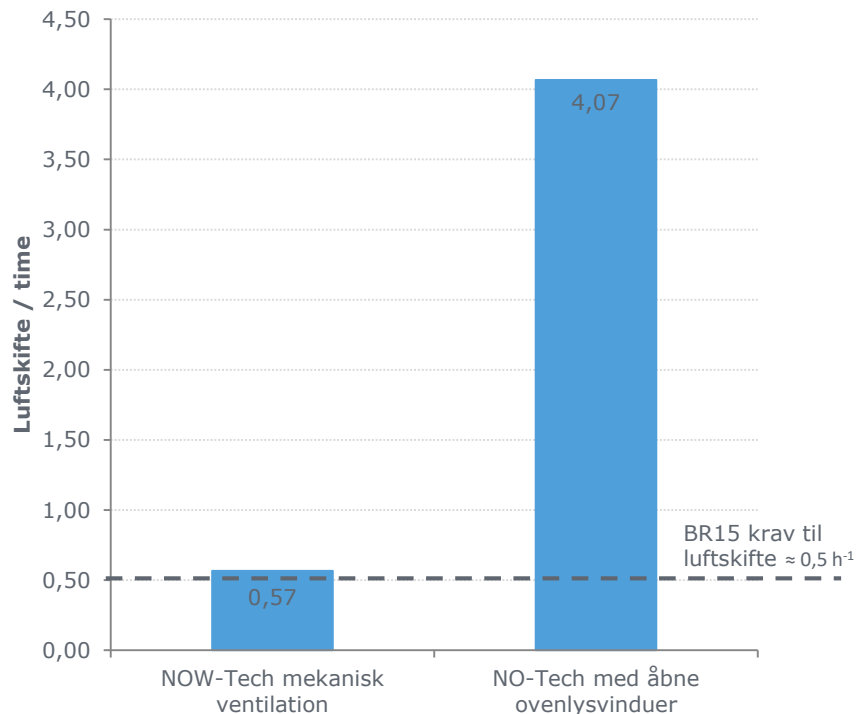
# Luftskiftemålinger i boligerne



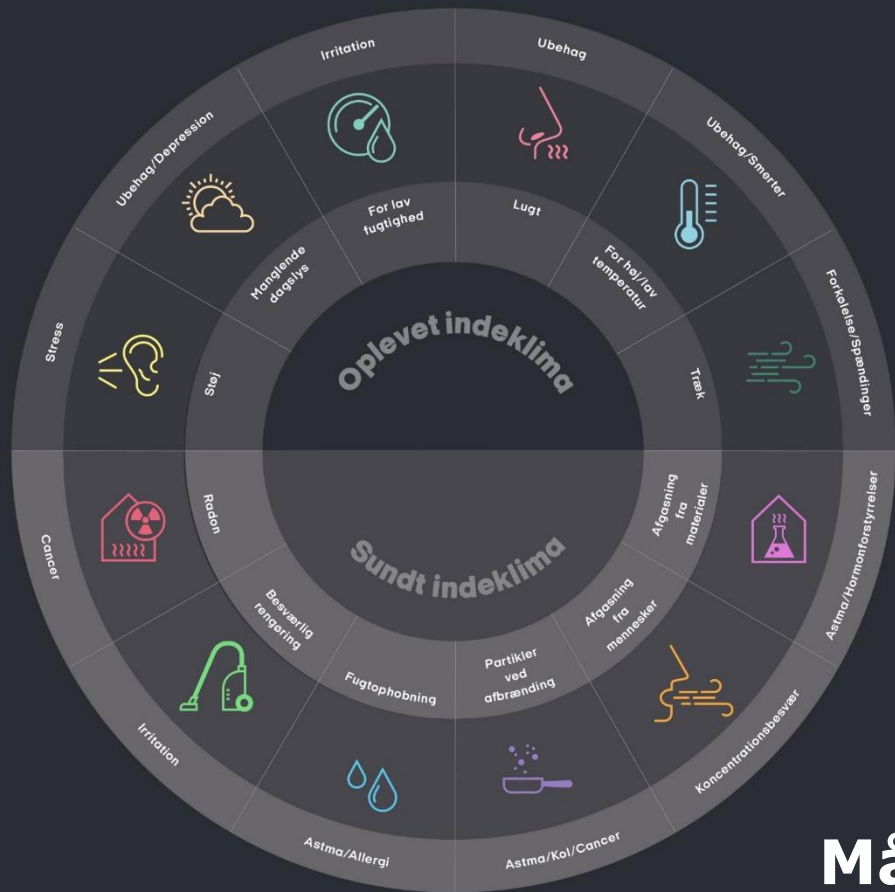
Middel luftmængde	$4,07 \text{ h}^{-1}$ $3,26 \text{ l/s m}^2$	$0,82 \text{ h}^{-1}$ $0,66 \text{ l/s m}^2$	$0,57 \text{ h}^{-1}$ $0,42 \text{ l/s m}^2$	$0,75^* \text{ h}^{-1}$ $0,55 \text{ l/s m}^2$	$0,38 \text{ h}^{-1}$
-------------------	---	---	---	---	-----------------------



# Luftskiftemålinger - NO-Tech vs. NOW-Tech



# Indeklimahjulet



# Måleresultater

# 10 + 1 ting vi har lært



**Indret dit køkken med omtanke!**



**Lad det færdige byggeri afgasse!**



**Luk døren under madlavning!**



**Brug centralstøvsuger eller støvsuger med HEPA-filter!**



**Luft ud oftere end du tror!**



**Mere fokus på støj!**



**Mere fokus på akustik!**



**Overvej linolieprodukter i indeklimaet en ekstra gang!**



**Brug skrå vinduesfalse!**



**Stearinlys forurener boligen – Hele boligen!**



**Sundt indeklima koster ikke ekstra!**

# MADLAVNING



## NO-Tech



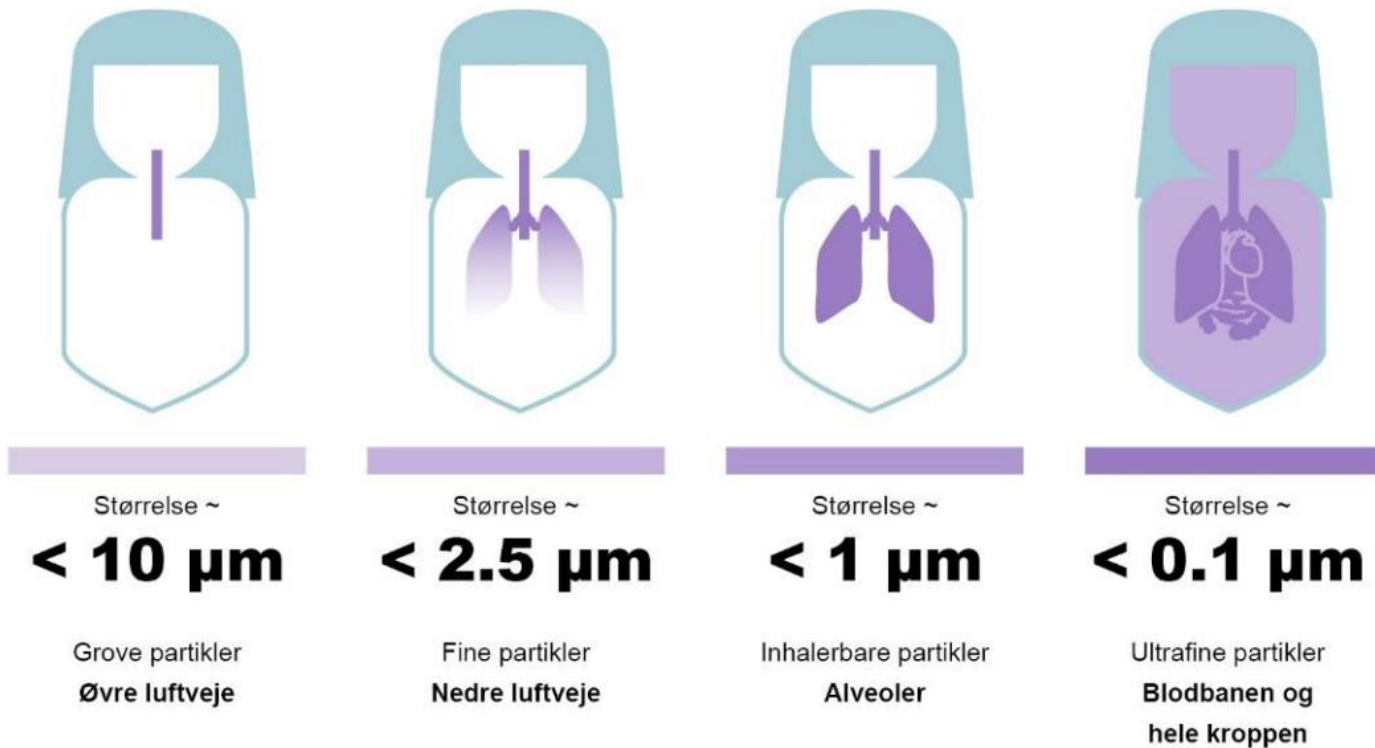
## NOW-Tech



## YES-Tech

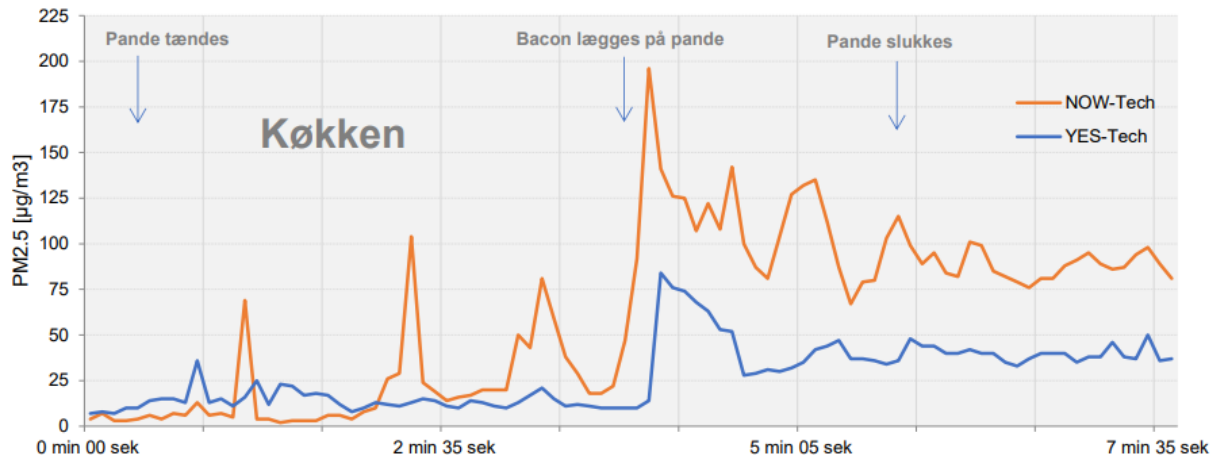


# Hvad er partikler?



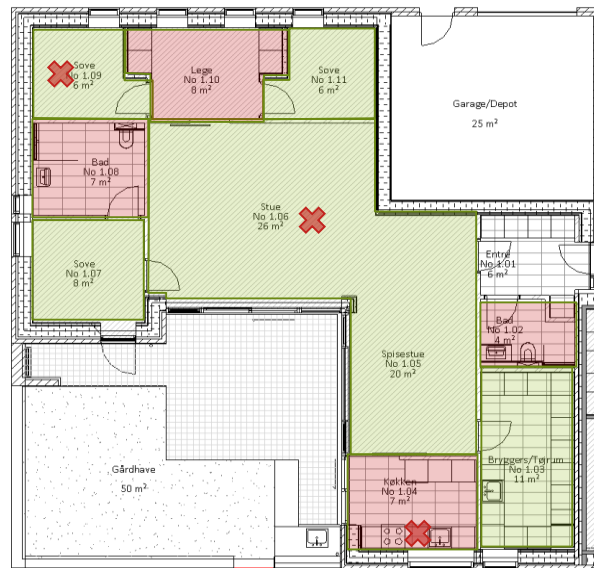
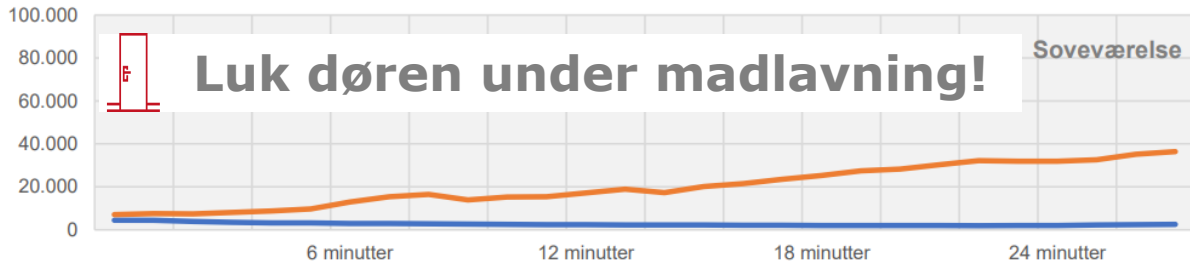
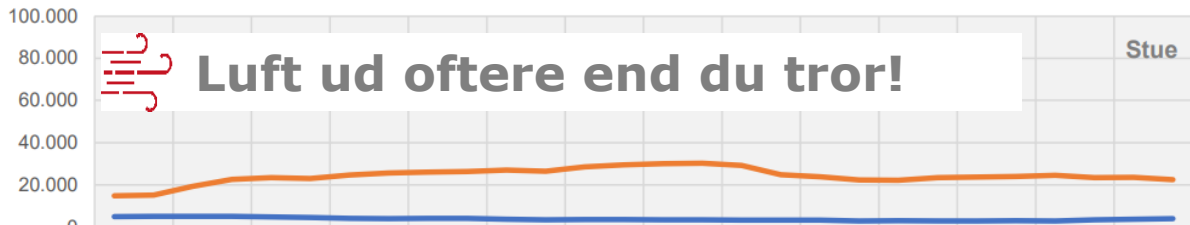
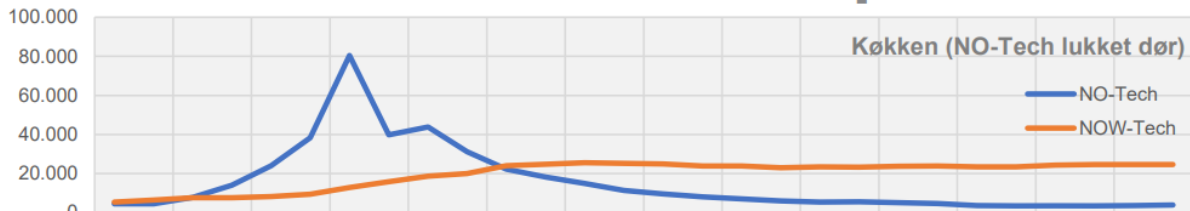


## YES vs. NOW – PM2.5 partikler



# Partikler - Madlavning – NO vs NOW

## NO vs. NOW – Ultrafine partikler



# Støj fra emhætter



**Mere fokus på støj!**

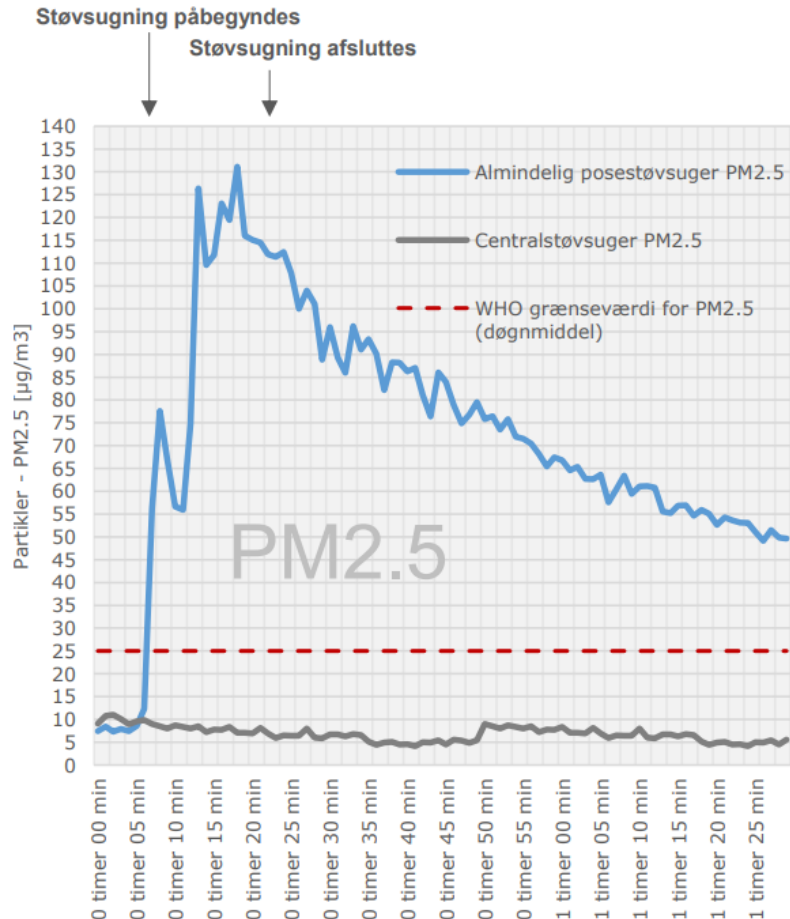
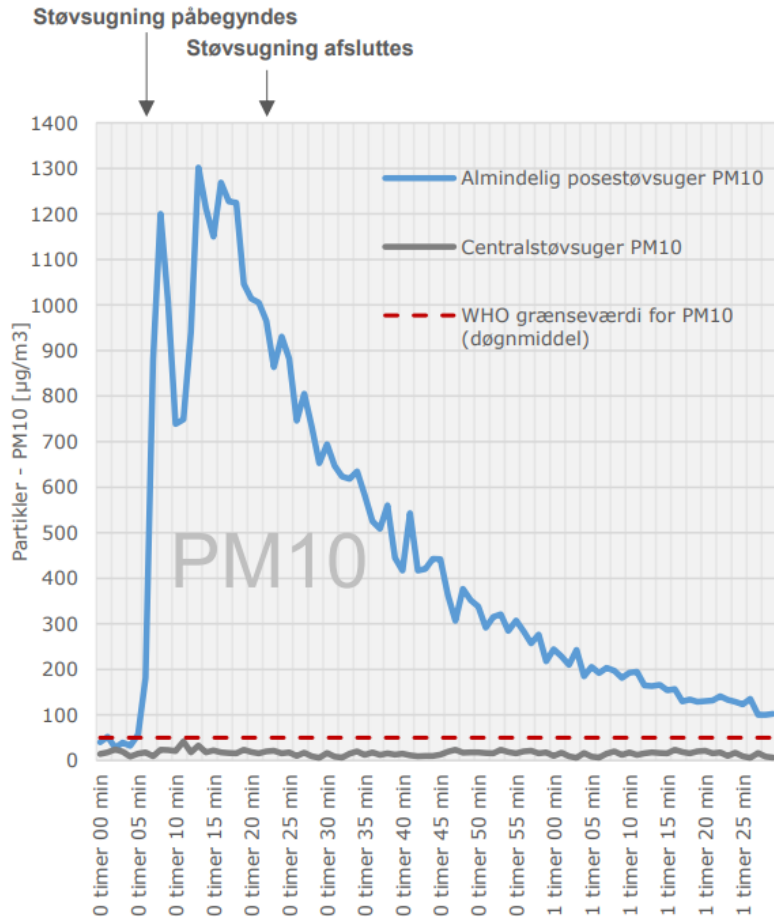




**Støvsugning**



# Brug centralstøvsuger eller støvsuger med HEPA-filter!

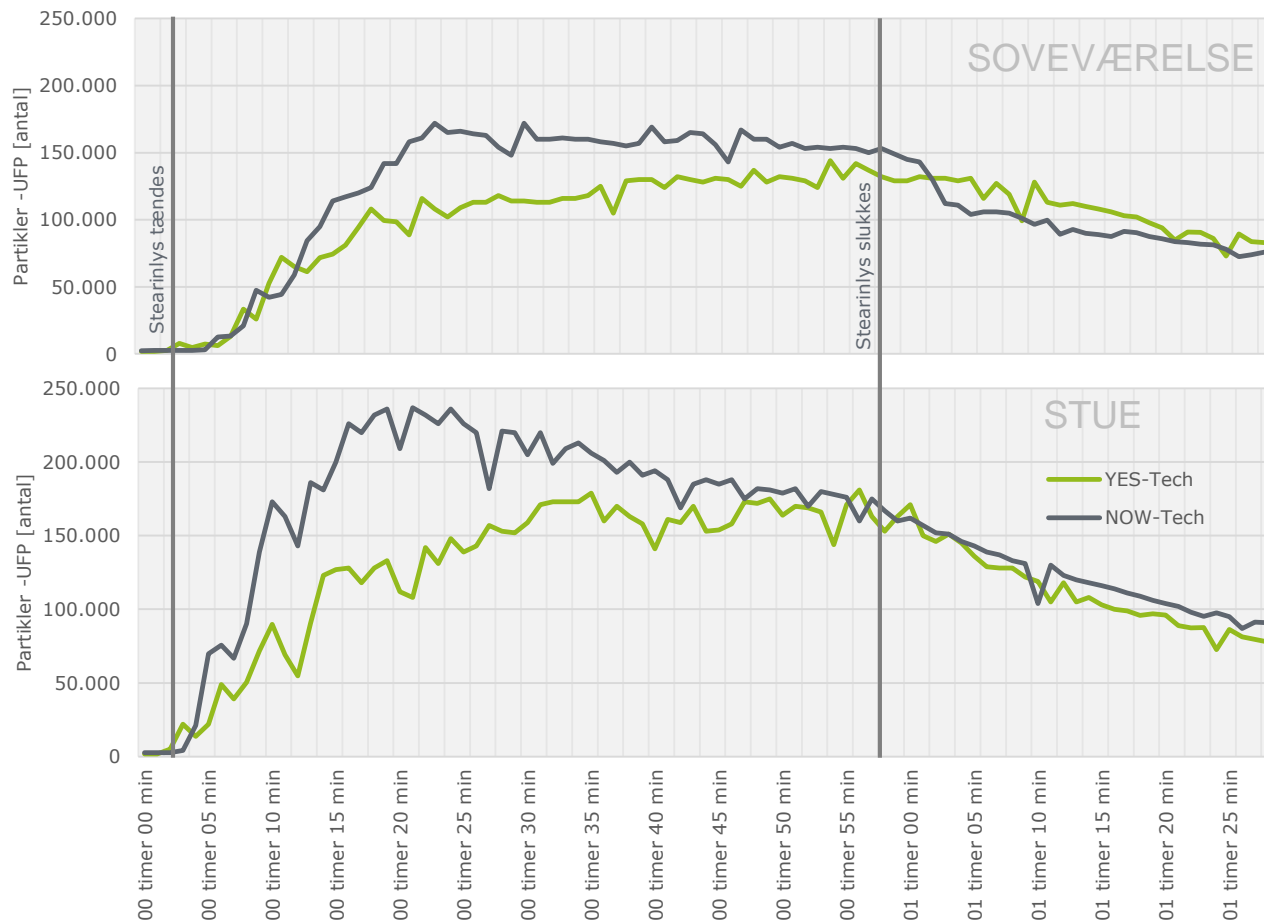


**Stearinlys**





# Stearinlys forurener boligen – Hele boligen!





**DAGSLYS**



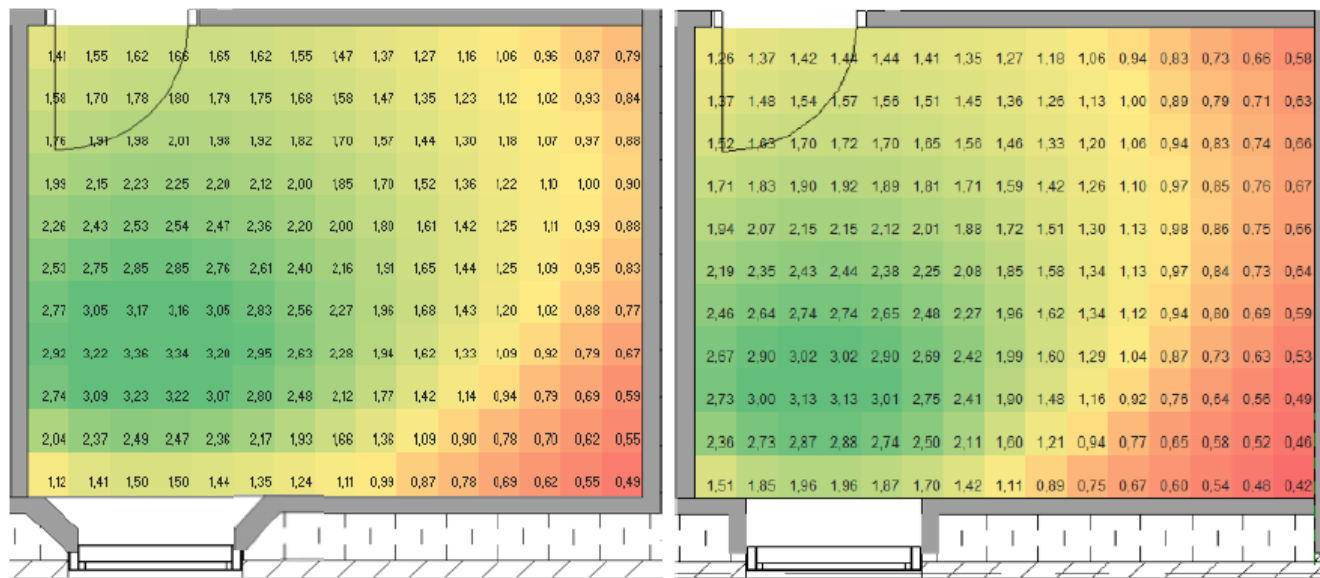
# Kvalitet i udsyn



# Afskærne falses effekt på dagslyset

- En forøgelse på ca. +15% dagslys

 **Brug skrå vinduesfalse!**

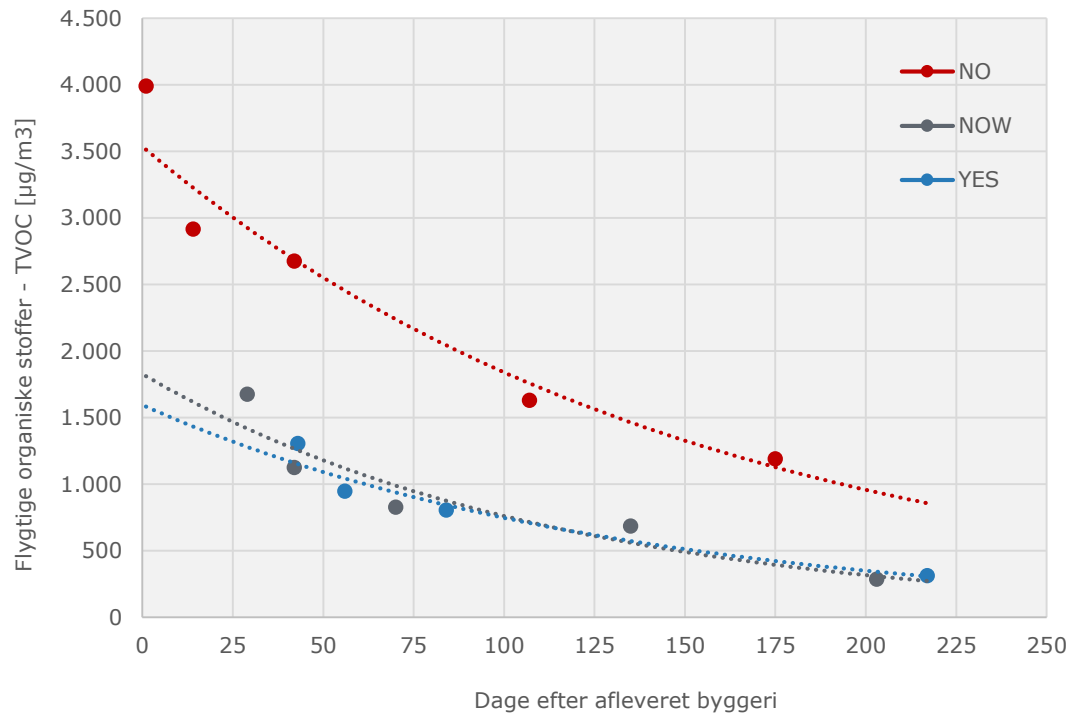


Dagslyssimuleringen for sydventt soveværelse i YES-Tech (tv.) og NOW-Tech (th.) husene. Afskærne false lukker dagslyset en anelse længere ind i rummet og fordeler dagslyset lidt mere.



**Afgasninger**

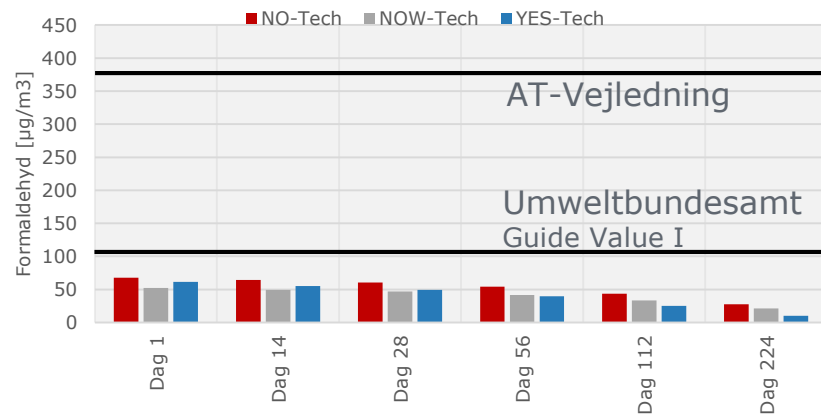
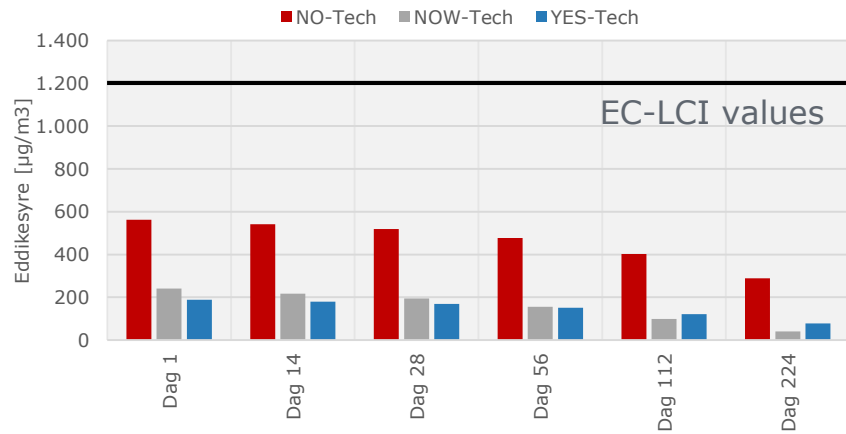
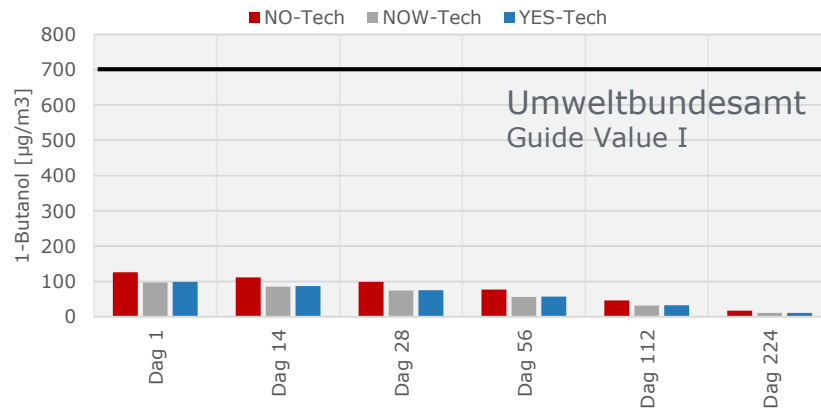
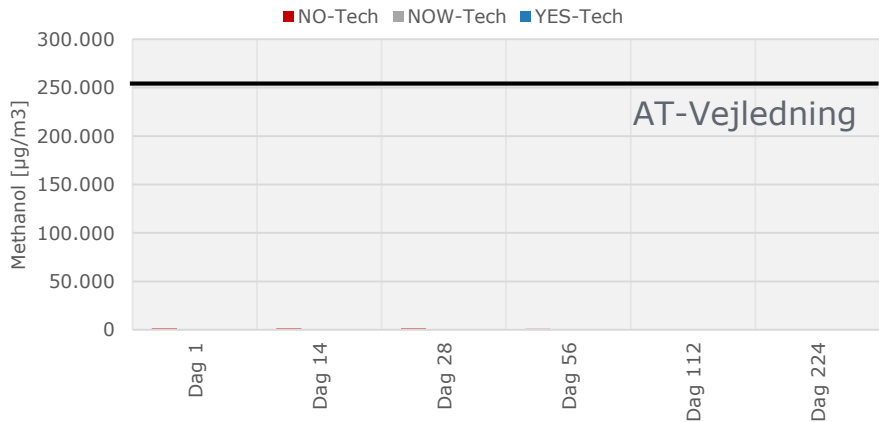
# Afgasninger – De tomme huse



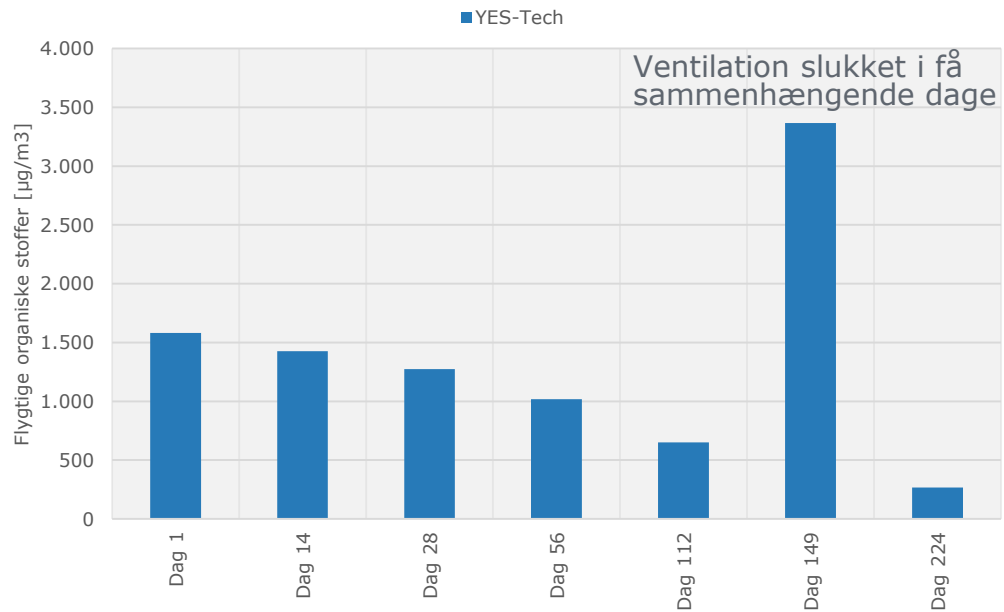
**Lad det færdige byggeri afgasse!**



# Afgørelsel om de tekniske komponenter

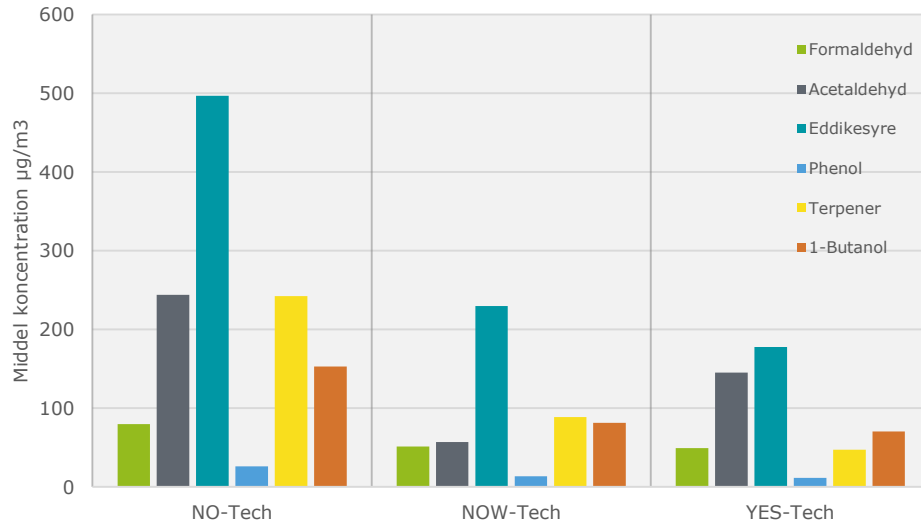


# Afgasninger – YES-Tech uden ventilation...



# Afgasninger – NO-Tech

- Hvor kommer afgasningerne fra?
- Afgiver kombinerede materialer større afgasning?

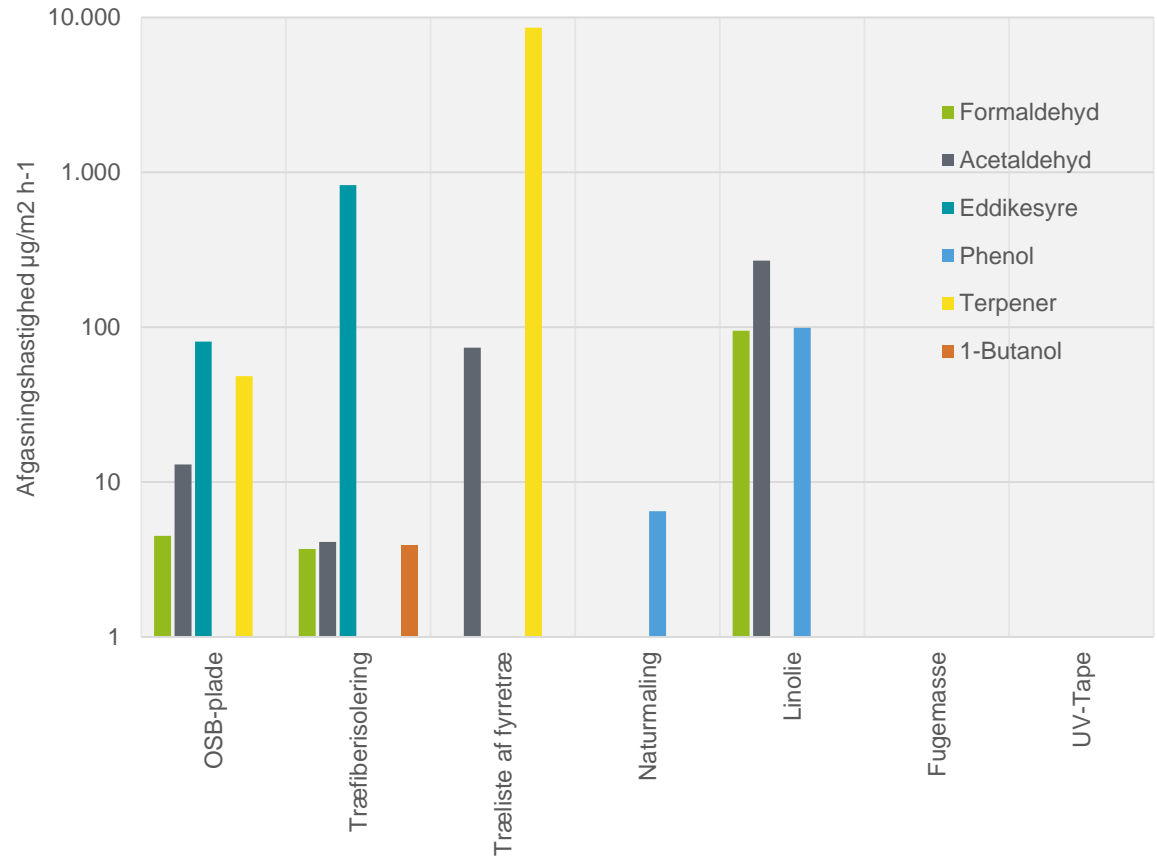


Stærkere repræsenterede stoffer i de 3 huse



# Hvor kommer afgangningerne fra?

- Komplekst: Cocktaileffekter, rumvolumen, mængde, luftskifte, etc.
- Afgangningen giver en indikation af, at materialerne bidrager til rumkoncentrationen.
- Meget tyder på at undersøgte materialer bidrager, men også at der forekommer kemi i NO-Tech!



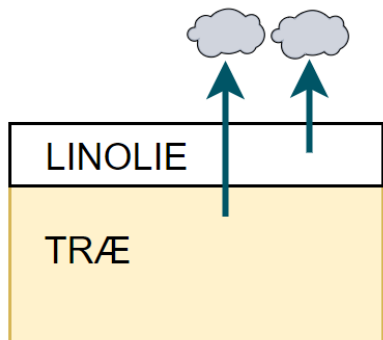


# Afgiver kombinerede materialer større afgasning?

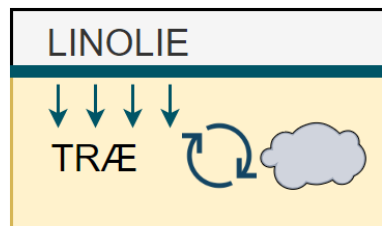
- Test A: Fyrretræ
  - Test B: Linolie
  - Test A+B: Linolie + Fyrretræ
- Test A: OSB-plade
  - Test B: Naturmaling
  - Test A+B: OSB-plade + Naturmaling



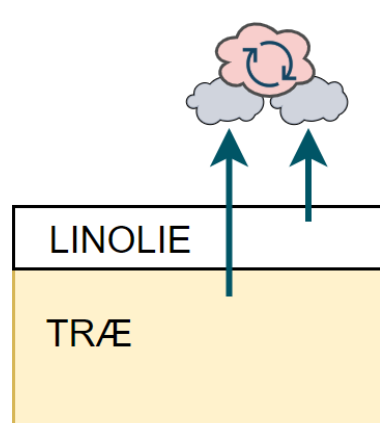
# Processer ved kombination



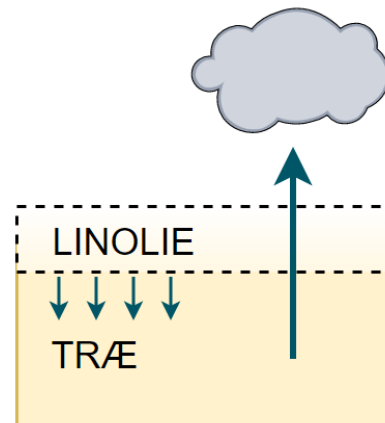
1) **Status quo:**  
Kemiske komponenter i både linolie og træ fortsætter afgasning til rumluften uændret.



2) **Forsegling:**  
Linolien laver en forsegling, hvor stoffer i linolien ydermere trækker ned i træet i stedet for at emittere til rumluften.



3) **Cocktaileffekt:**  
Afgasningerne fra linolien og træet reagerer med hinanden og skaber ny kemi.



4) **Forstærkning:**  
Afgasningen fra træet forstærkes ved påføring af linolie.

# Cocktaileffekt – Fyrretræ + Linolie

Enkelstof	CAS-nr.	Træliste af fyrretræ	Linolie	Træliste af fyrretræ + linolie
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
Toluene	108-88-3	4,2	0	0
Phenol*	108-95-2	0	9,9	0
Pentanal	110-62-3	19	0	67
Other Alkylbenzene*	1-1-1	7,7	0	4,4
Heptanal	111-71-7	0	2,4	4
Dimethylglutarate*	1119-40-0	0	3,5	0
.beta.-Myrcene*	123-35-3	16	0	20
2-Butenal*	123-73-9	0	18	0
β-Pinene*	127-91-3	71	0	180
3-Caren*	13466-78-9	350	0	390
Limonene*	138-86-3	87	0	45
Hexanoic acid*	142-62-1	0	8,7	0
2-Ethylhexanoic acid*	149-57-5	0	3,3	2,2
2-Pentenal*	1576-87-0	0	0	12
Bicyclo[2.2.1]heptan-3-one, 6,6-dimethyl-2-methylene-	16812-40-1	3,5	0	0
Fenchol*	2217-02-9	2,4	0	3,2
Other Alkylbenzene*	2-2-2	0	0	14
(-)-alpha-Phellandren*	4221-98-1	2,3	0	2,3
2,4-Heptadienal, (E,E)-*	4313-03-5	0	15	0
(+)-Campher*	464-49-3	0	0	5,3
1-Terpinen-4-ol*	562-74-3	0	0	6,3
2-Heptenal*	57266-86-1	0	2,9	3,1
Terpinolene*	586-62-9	24	0	26
Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-3-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-	5989-08-2	0	0	8,8
1-Penten-3-ol*	616-25-1	0	14	0
Hexanal	66-25-1	12	0	79
1-Butanol	71-36-3	0	0	5,6
Camphene*	79-32-5	5,6	0	5,9
α-Pinene*	80-56-8	320	0	380
α-Terpineol*	98-55-5	7,4	0	28
γ-Terpinene*	99-85-4	4	0	4,7
α-Terpinene*	99-86-5	3	0	2,4
TVOC C6-C16	0	950	220	1400

Tydelig stigning i TVOC ved kombination!\*

\*TVOC indeholder også summen af en række ikke identificerede VOC'er som gav udslag ifm. GC/MS, men blev frasorteret i nærværende tabellillustration.

Overvej linolieprodukter i indeklimaet en ekstra gang!

Acetaldehyde	75-07-0	7,4	27	43
Propionaldehyde	123-38-6	< 3	190	240
Butyraldehyde	123-72-8	< 3	< 3	6,6
2-butenal	123-73-9	< 5	15	12
Glutaraldehyde	111-30-8	< 5	< 5	< 5

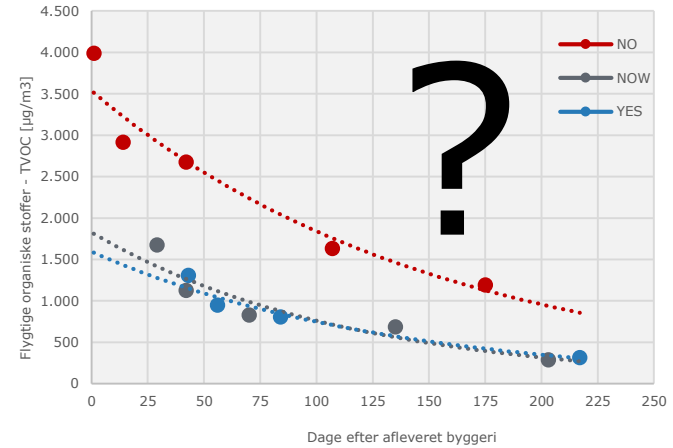
# Afgasninger fra byggematerialer

- Konklusioner:
  - Cocktaileffekter forekommer i høj grad, hvorfor det giver mening at undersøge rumluftens samlede afgasninger og ikke kun have fokus på det enkelte produkt.
  - Træprodukter frigiver i høj grad terpenener som kan reagere med andre kemiske komponenter og resultere i cocktaileffekter.
  - Selv en "100 % formaldehydfri" OSB-Plade, emitterede 8,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  formaldehyd i forbindelse med kammertest.
  - Data analyseres videre i samarbejde med Aarhus Universitet og Eurofins.



# Afgasninger – Fremtidige målinger

- Målinger når beboerne flytter ind:
  - **Byggematerialer vs. Beboernes inventar**
  - Hvordan ser afgasningskurverne ud når møblerne flytter ind?
  - Har vi haft unødigt stort fokus på byggematerialer?
  - Hvilke specifikke stoffer tager vi med ind i hjemmet?



# 5 minutter om næste step: Sunde Boliger - Renovering



1937



1953



1962



A close-up photograph of a person's hand holding a clear crystal ball. The crystal ball reflects a city street scene with trees and buildings. The word 'Indeklima' is written in red, bold, sans-serif font across the center of the crystal ball's reflection. The background is a blurred outdoor setting with trees and a bright sky.

**Indeklima**





BR15



BR15

Four empty green rounded rectangular boxes stacked vertically.



One empty green rounded rectangular box.

One empty green rounded rectangular box.

One empty green rounded rectangular box.

One empty green rounded rectangular box.

One empty green rounded rectangular box.

One large empty green rounded rectangular box.



BR15

Four stacked green rectangular boxes for text input.

Two stacked green rectangular boxes for text input.

Three stacked green rectangular boxes for text input.

Four stacked green rectangular boxes for text input.



Two stacked green rectangular boxes for text input.

Two stacked green rectangular boxes for text input.

A single green rounded rectangular box for text input.

A single large green rounded rectangular box for text input.



# Reklame: Workshop om sundhed i DGNB 29/11



GREEN  
BUILDING  
COUNCIL  
DENMARK

Geografisk oversigt Kontakt Log ind EN

Om DK-GBC

Medlemmer

Kurser og events

Nyheder

Publikationer



DU ER HER > Green Building Council > Kalender > Workshop



## Workshop om sundhed og velvære i DGNB

Kom med til workshop den 29.11.18 fra kl. 12.00 - 16.00.

Download invitation [her](#).

Tilmeld dig [her](#).

Med støtte fra Realdania tager vi nu de første skridt mod en sundhedsfremmende opdatering af DGNB-manualerne. Den første fase er en afsøgning af state-of-the-art fra alle relevante vidensfelter og aktører, og i den forbindelse har vi brug for indspark fra hele byggebranchen. Derfor inviterer vi nu til den første af to åbne workshops. Den anden workshop afvikles i den efterfølgende udviklingsfase.

Projektet skal kvalificere og sætte fokus på indeklima og sundhed i DGNB. Målet er at skabe fælles retningslinjer for, hvordan vi designer sundere indeklima i fremtidens byggerier. Den fremmeste viden om indeklima og sundhed indsamles med udgangspunkt i praksis og viden fra forskningsverdenen på nationalt såvel som internationalt plan. Så hvis du vil bringe din viden i spil, skal du deltage i workshoppen den 29.11.18.

Projektgruppen består af DK-GBC, Aalborg Universitet, MOE Rådgivende Ingeniører og Arkitema Architects.

### Priser

Arrangementet er gratis:

### Dato og adresse

29.11.2018 12.00 - 16.00  
Aalborg Universitet  
A. C. Meyers Vænge  
15  
2450 København



Realdania  
By & Byg





**Tak!**  
**Spørgsmål?**