TEKNOLOGISK
INSTITUT

Indeklimavurdering *i praksis*

Indeklimaets Temadag på Teknologisk Institut den 25. september 2018

TEKNOLOGISK
INSTITUT

Nadja Lyng
nal@teknologisk.dk

Amanda Bonnerup
amab@teknologisk.dk

Thomas Witterseh
twi@teknologisk.dk

Anna Heebøll
anhe@teknologisk.dk

Sára Finsdóttir
sfi@teknologisk.dk

Martha Sørensen
mks@teknologisk.dk

TEKNOLOGISK
INSTITUT

rådgivning luftkvalitet lugtgener

kemiske stoffer VOC formaldehyd

luftmålinger støv partikler arbejdsmiljø

temperatur luftfugtighed CO_2-koncentration

dokumentation DGNB certificering

TEKNOLOGISK
INSTITUT

rådgivning luftkvalitet lugtgener

kemiske stoffer VOC formaldehyd

luftmålinger støv partikler arbejdsmiljø

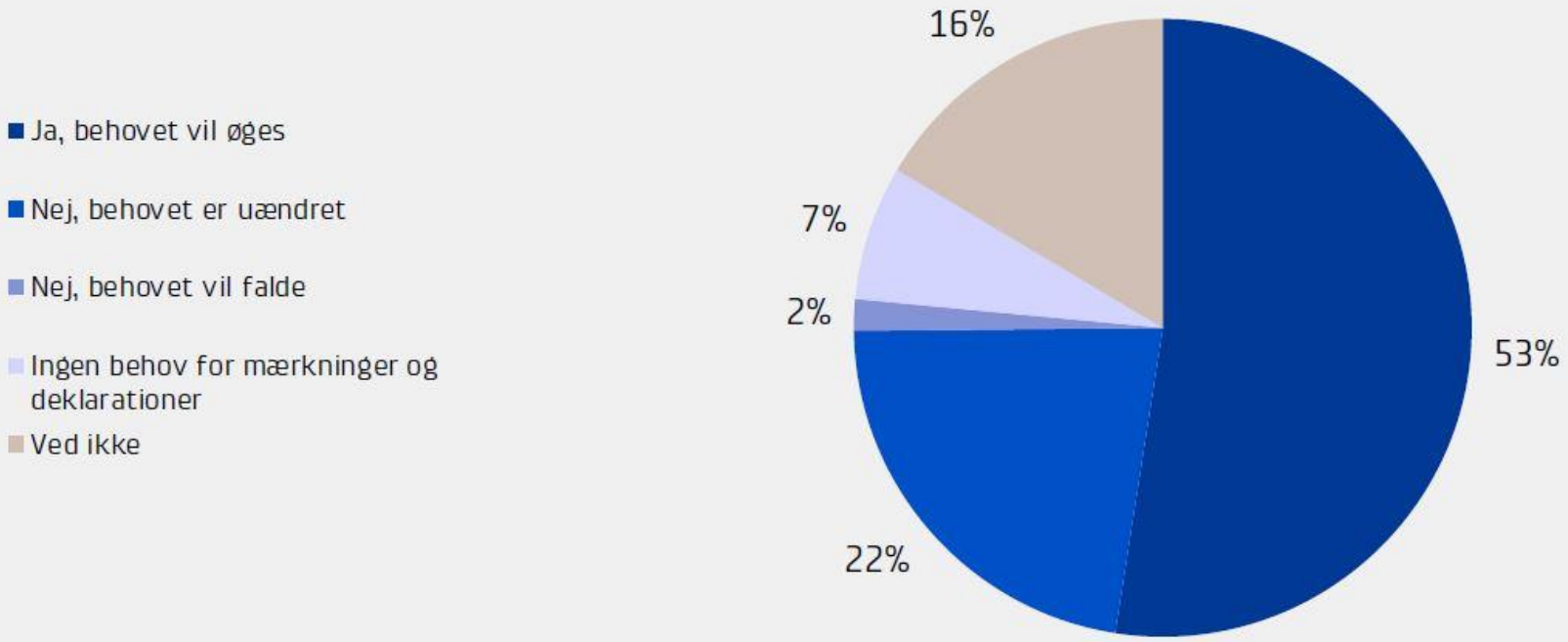
temperatur luftfugtighed CO_2-koncentration

dokumentation DGNB certificering

TEKNOLOGISK
INSTITUT

FIGUR 5. STIGENDE BEHOV FOR INDEKLIMADOKUMENTATION

Behov for indeklima dokumentation i de kommende 4-5 år.
Fx mærkninger, deklarationer, certificeringer mv.



Note: Interview med virksomheder i bygge- og anlægsbranchen. 359 svar.

Kilde: Rapporten *Stigende behov for indeklimadokumentation* udgivet i 2018

1 REBUS indeklimavurdering

2 VOC i indeklima

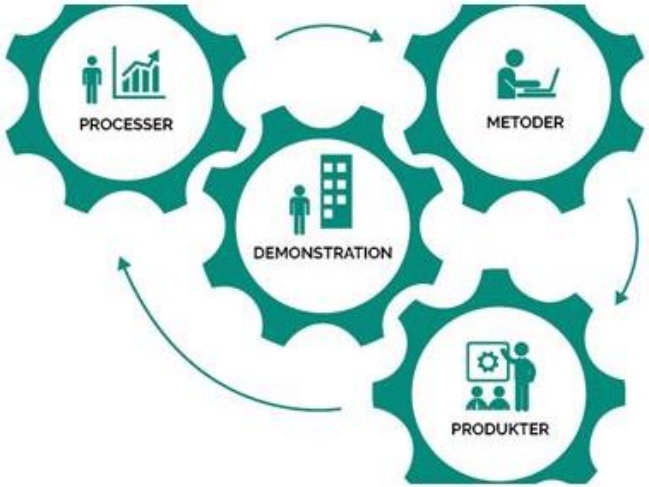
1 REBUS indeklimavurdering

2 VOC i indeklima

Samarbejde på tværs af byggeriet

Bag REBUS står nogle af Danmarks førende virksomheder og videninstitutioner med et fælles ønske om at forbedre og nytænke energirenovering. Partnerskabet repræsenterer alle led i byggeriets værdikæde...

Læs mere



Nyhedsbrev

Få seneste nyt og invitationer til arrangementer direkte i din indbakke.

Læs mere

REBUS sætter fokus på renovering på Building Green

Hvordan gør vi renovering til en bedre oplevelse for såvel beboere som

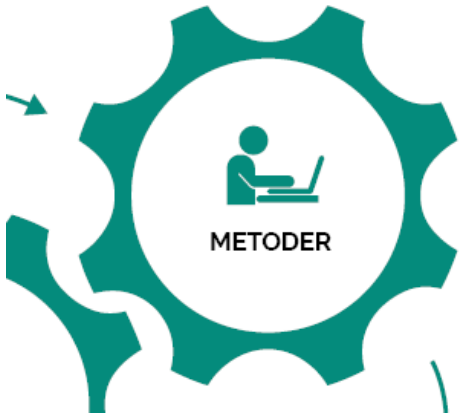
Partnerfokus - Himmerland Boligforening

Hvad er Himmerland Boligforenings rolle i samfundspartnerskabet REBUS?Vi

fsb er klar med udbud om strategisk partnerskab

I de kommende måneder vil fsb udvælge et team af ingeniører, arkitekter og entreprenører til

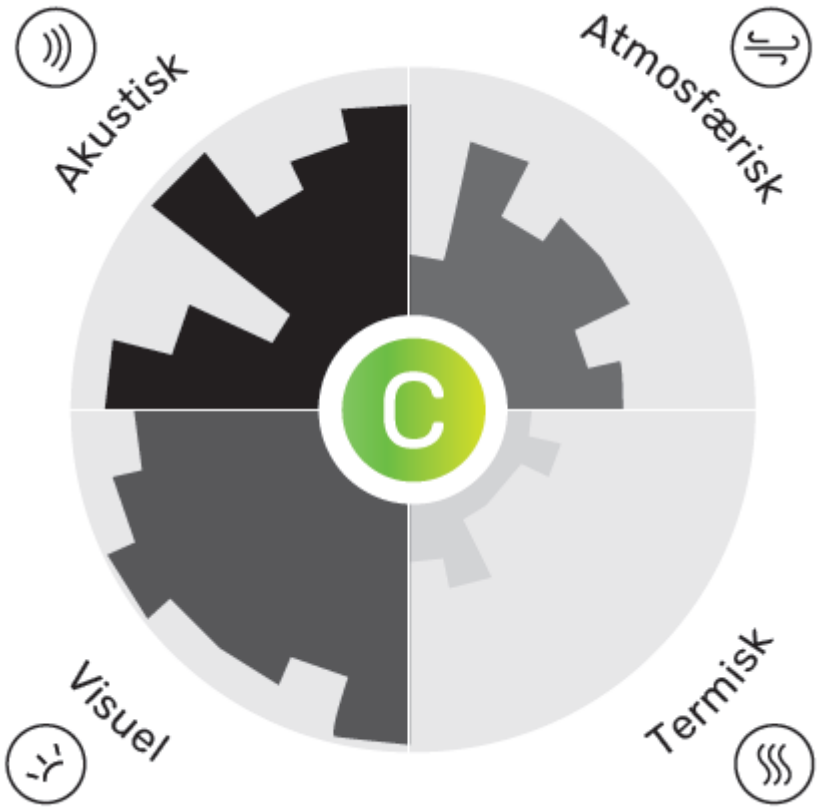
REBUS indeklimavurdering



Formål Synliggøre det potentielle indeklima i almene boliger

- Hvilke tiltag kan forbedre indeklima?
- Hvilket indeklima har boligen – uanset adfærd?
- Hvilke indsatsområder kan forbedre indeklima ifbm. renovering?
- Hvilke indsatsområder kan forbedre indeklima under drift?

Trafikstøj
Orientering af åbninger
Luftlydisolering
Trinlyd
Teknik
Efterklang
Justeringsmuligheder



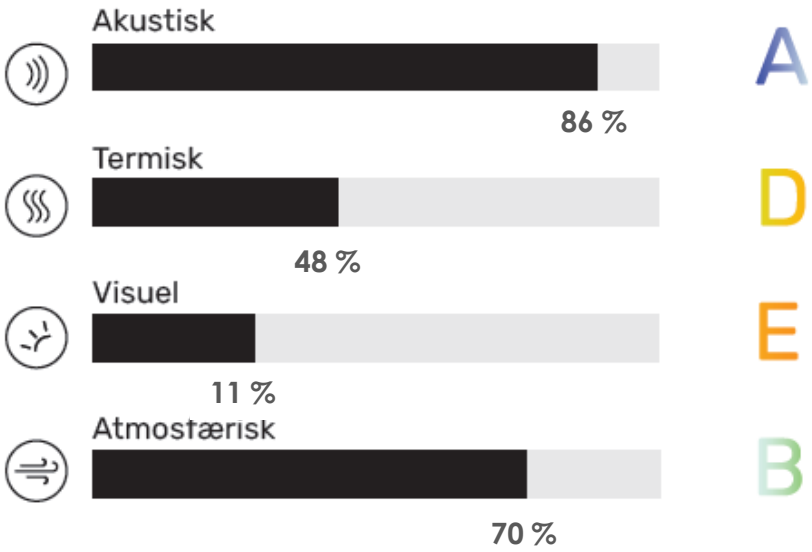
Partikler
Naturlig ventilation
Mekanisk ventilation
Udsugning i bad
Afgasning fra materialer
Tøjtørring
Emhætte
Justeringsmuligheder

Intensitet og fordeling
Farveegenskaber
Solskinstimer
Udsyn
Indkig
Afskærmning
Justeringsmuligheder

Regulering
Solafskærmning
Vinduesåbning
Ventilation
Kuldenedfald
Utætheder
Overfladetemperaturer
Varmekilder
Sommerkomfort-beregning
Justeringsmuligheder

A B C D E F G
100
75
50
25
0

Parametre


Akustisk
86 %
A
Termisk
48 %
D
Visuel
11 %
E
Atmosfærisk
70 %
B

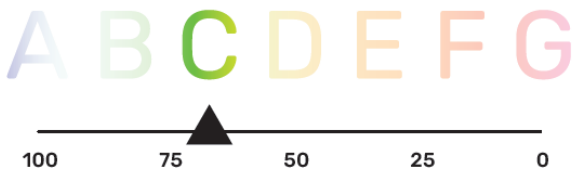
REBUS indeklimavurdering

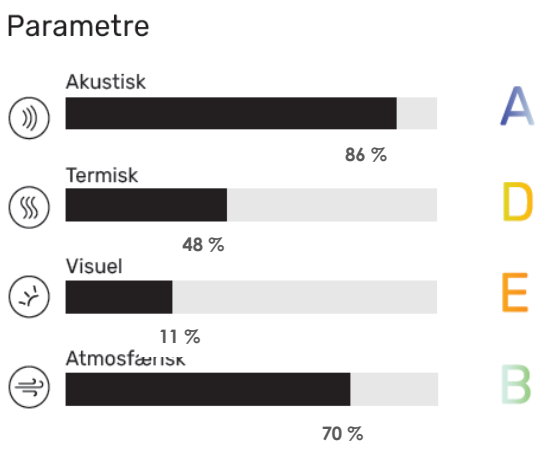
Sommerkomfort-beregning fra Be20

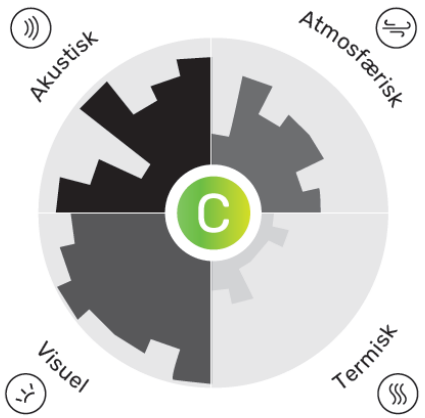
Færre dobbeltindtastninger

Status på udviklingsarbejde

- Beta-version i test af eksterne virksomheder
- Forsøg med digital opmåling under besigtigelsen
- Justering af vægtning, skala og kriterier for akustik
- Fuldskalaforsøg i 2019







REBUS

www.rebus.nu

Partnere

COWI

DTU

Frederikshavn BOLIG FORENING

HIMMERLAND BOLIGFORENING

Henning Larsen

NCC

SAINT-GOBAIN

TEKNOLOGISK INSTITUT

AALBORG UNIVERSITET

Investorer

Innovationsfonden

GI GRUNDEJERNES INVESTERINGSFOND

Realdania

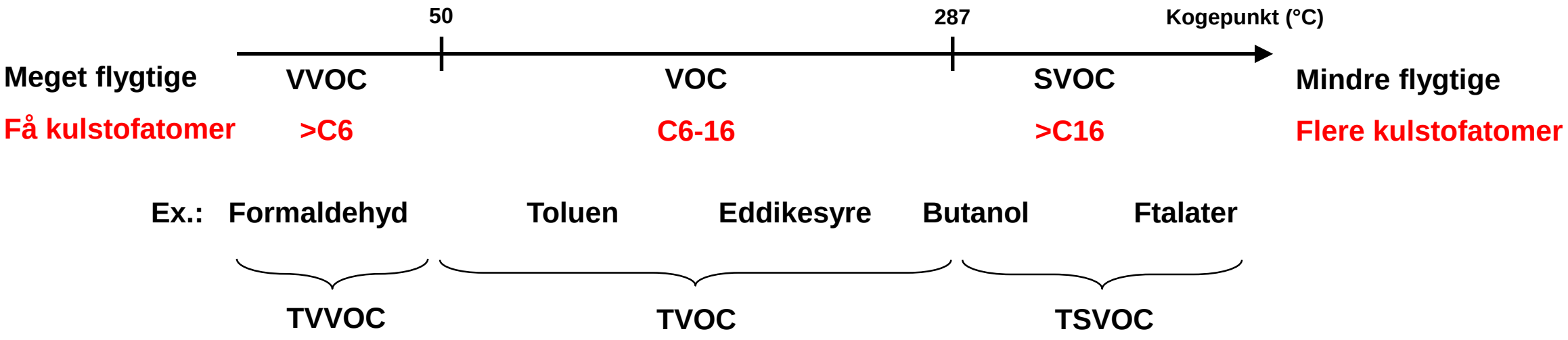
1 REBUS indeklimavurdering

2 VOC i indeklima

VOC i indeklima

Volatile **O**rganic **C**ompounds = flygtige organiske forbindelser

Eksempler Formaldehyd, toluen, 1,2-propandiol, texanol, naphthalen, benzen, eddikesyre, α-pinen, limonen, 4-PCH…



Hvorfor vurdere VOC?

- Der opleves symptomer såsom slimhindeirritation og hovedpine
- Der opleves lugtgener
- Der er utilstrækkelig udskiftning af luften
- Der er forhøjet afgasning fra enten nye eller gamle materialer

- Luftkvaliteten skal dokumenteres ifbm. bygningscertificering
- Afgasning fra fx en byggevare skal dokumenteres og mærkes

Hvordan måles VOC?

1. 30-60-minutters prøvetagning på rør med absorbent-materiale

2. HPLC og GC-MS analyse i laboratorie
   a) 5 specifikke aldehyder bl.a. formaldehyd
   b) VOC med ca. 4-24 kulstofatomer

Metode iht. internationale standarder

Hvilket vurderingsgrundlag bruger vi?

Formaldehyd Dansk grænseværdi for indeklima på 100 µg/m^3

Øvrige VOC Tyske guideline værdier fra Umwelt Bundes Amt (UBA)

Niveau	Koncentration [µg TVOC/m^3]	Vurdering
1	≤ 300	Ingen indvendinger
2	>300-1.000	Ingen indvendinger, hvis ingen af de *individuelle guideline værdier* er overskredet
3	>1.000-3.000	Indvendinger af betydning
4	>3.000-10.000	Alvorlige indvendinger
5	>10.000	Uacceptabelt

Læs om UBA guideline værdier her: https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/commissions-working-groups/german-committee-on-indoor-guide-values#textpart-1

Eksempler på kilder til afgasning af VOC

Spartelmasse og malinger	→	Glycoler, ketoner, texanol, 1,2-propandiol, isothiazolinoner
Tæpper (latex)	→	4-PCH
Ny eller slidt linoleum	→	Terpener, syrer, aldehyder
Lakker	→	Estre, alkoholer, glycoler
Spånplade, MDF mm.	→	Formaldehyd, aldehyder, terpener
Ubehandlet træ	→	Terpener, syrer, aldehyder
PVC	→	Phenol, phthalater
Luftfriskere (spray)	→	Limonen

…

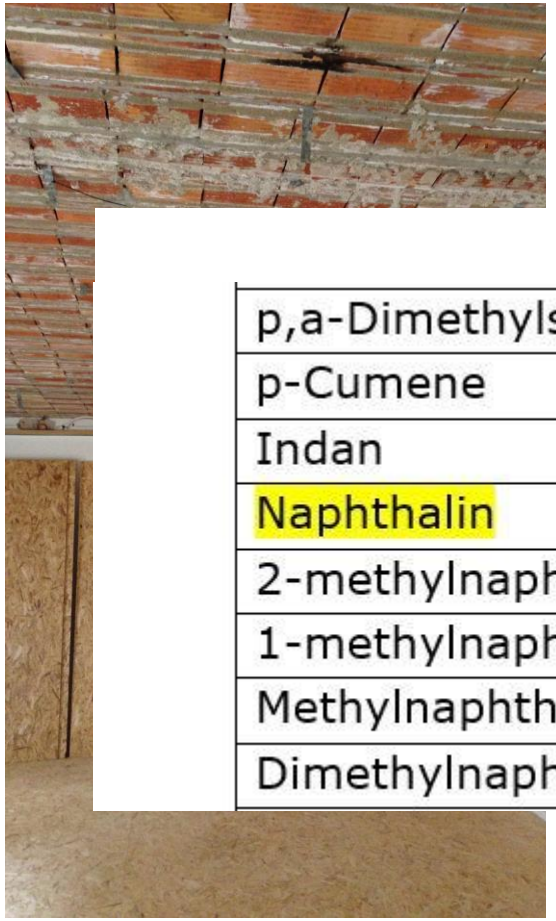
Symptomer ved forhøjede koncentrationer

Formaldehyd	→ Slimhinde- aldende.
Isothiazolinoner	→ Allerg
Toluen (opløsningsmiddel)	→ Svimr
Napthalin (kulbrinte >C16)	→ Lugtgene
Syrer og terpener	→ Slimhinde- og luftve
4-PCH	→ Lugtgener
…	

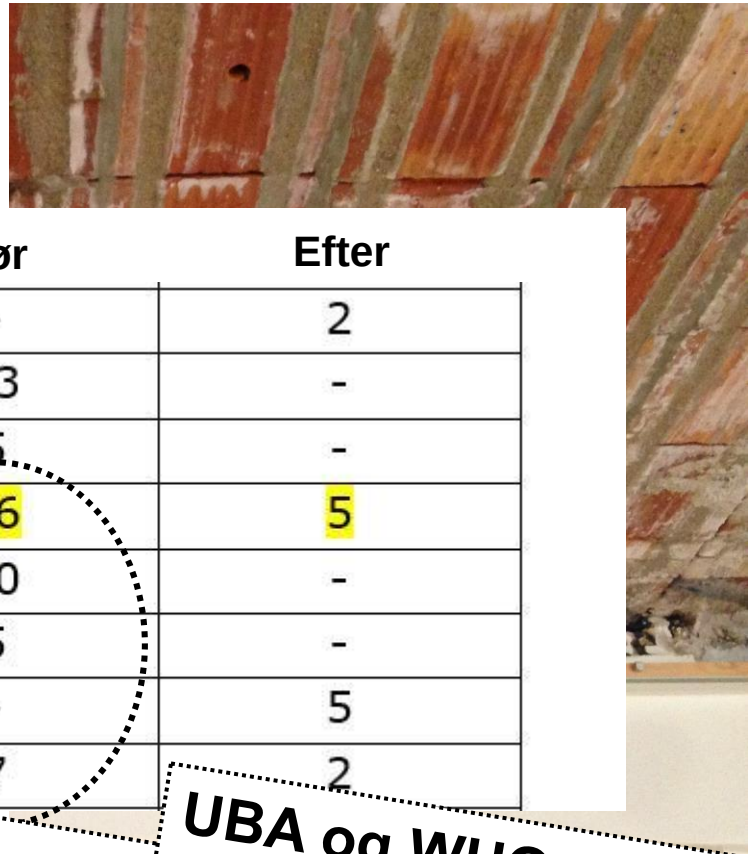
Symptomer er *subjektive.* Mennesker reagerer på forskellige koncentrationer.

Der findes *ikke altid* toksikologisk klassificering for de målte stoffer.

Eksempel på



		Før	Efter
2-Phenoxyethanol	122-99-6	-	2
2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyne-4,7-diol (Surfynyl 104)	126-86-3	-	16
Butyldiglycol	112-34-5	-	7
Bytyl butyrat	109-21-7	-	2
DPGMME (blanding af isomere)	34590-94-8	-	17
Dipropylenglycol butylether (blanding af isomere) (DPnP)	29911-28-2	-	13
Texanol	25265-77-4	-	9
TXIB	6846-50-0	-	2
ALIFATISK KULBRINTER			
Iso-Pentan <C6	78-78-4	3	27



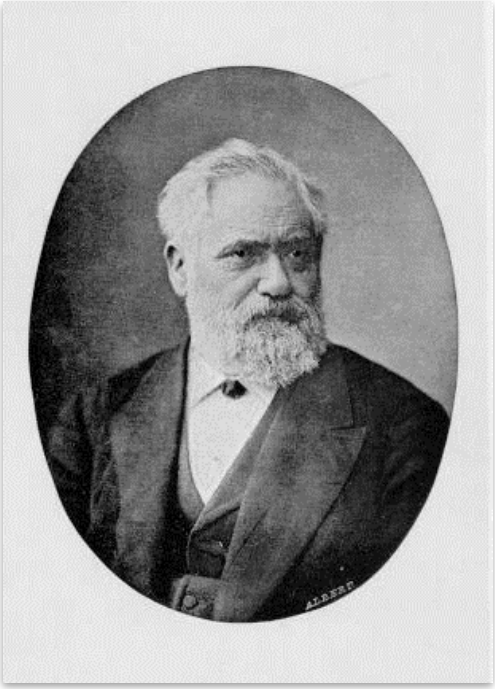
		Før	Efter
p,a-Dimethylstyren	1195-32-0	-	2
p-Cumene	99-87-6	13	-
Indan	496-11-7	5	-
Naphthalin	91-20-3	26	5
2-methylnaphthalin	91-57-6	10	-
1-methylnaphthalin	90-12-0	5	-
Methylnaphthalin	-	-	5
Dimethylnaphthalin	-	7	2

p,a-Dimethylstyren	1195-32-0	-	
p-Cumene	99-87-6	13	
Indan	496-11-7	5	
Naphthalin	91-20-3	26	
2-methylnaphthalin	91-57-6	10	
1-methylnaphthalin	90-12-0	5	-

Sum af napth stoffer ≈ 50 µg/m³

UBA og WHO anbefaler < 10 µg/m³

Hvordan undgås forhøjede koncentrationer?



”If there is a pile of manure in a space, do not try to remove the odour by ventilation.

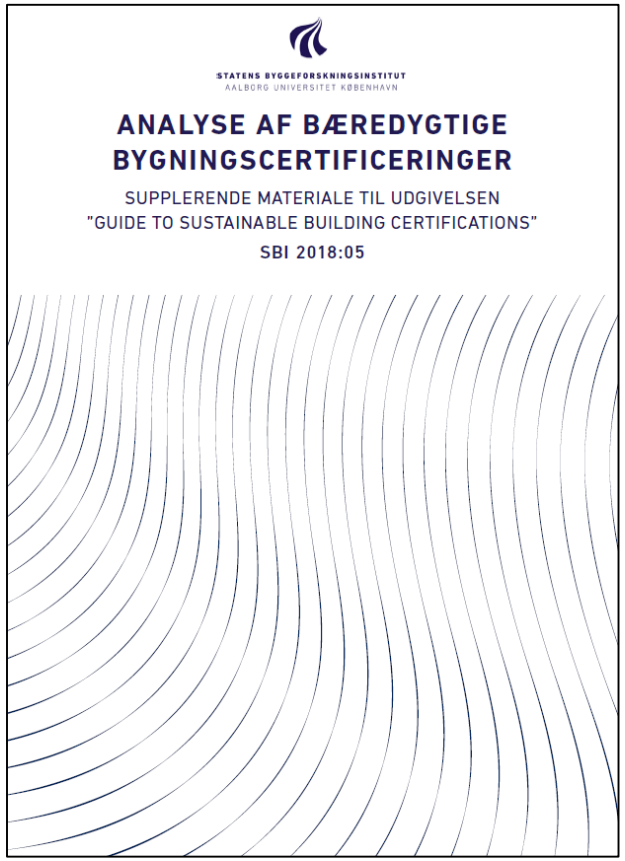
Remove the pile of manure”

Pettenkofer (1858)

Fortynding (dilution) er *ikke altid* løsningen på dårlig luftkvalitet.
Det er **fjernelse af kilden til afgasning.**

Max von Pettenkofer var kemiker, og studerede forholdet mellem bl.a. luftens sammensætning og sundhed hos mennesker.

Dokumentation af luftkvalitet…



Læs mere her: www.maerkdinforretning.dk

Hent to af publikationerne her: https://sbi.dk/Pages/Guide-to-sustainable-building-certifications.aspx og https://sbi.dk/Pages/Analyse-af-baeredygtige-bygningscertificeringer.aspx#s=certificering

World Map
Building certifications and their origin location.

The certification landscape is constantly evolving.

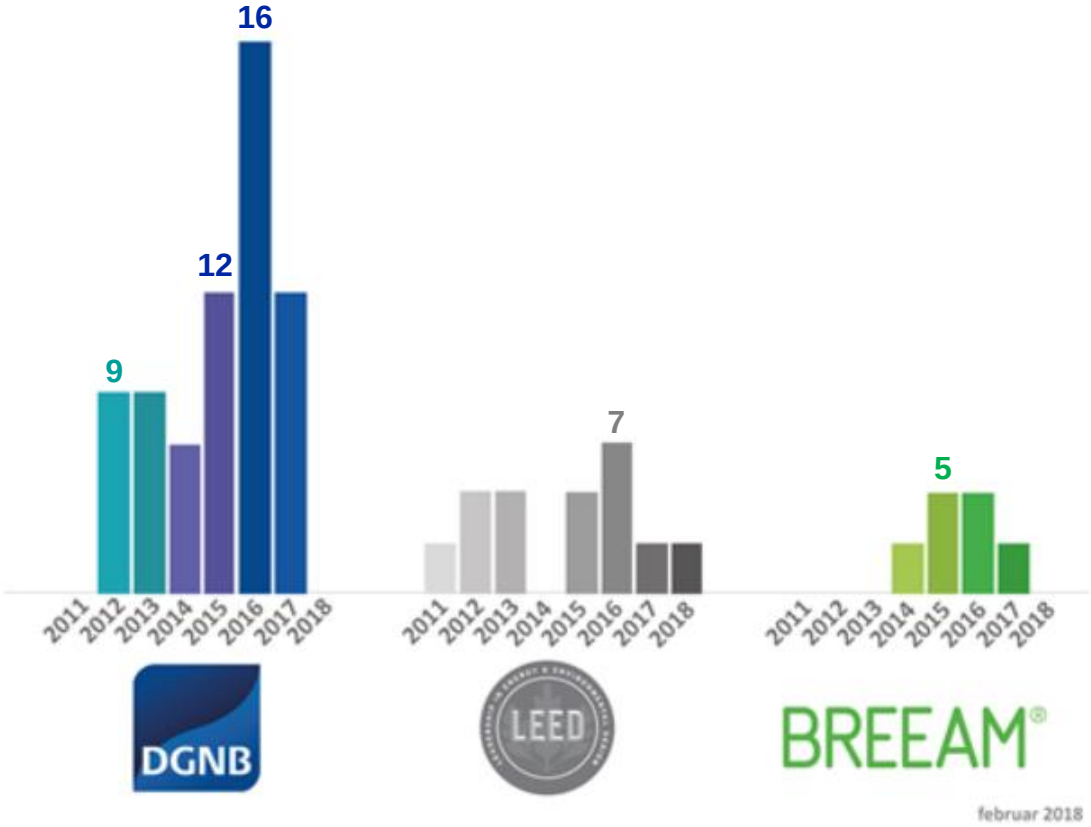
Fra *Sustainable Building Certifications* af GXN og SBi. Udgivet 2018.

Krav til mærkning af materialer

	ASTHMA ALLERGY NORDIC SELECTED WITH CARE	INDEKLIMA MÆRKET	INDOOR AIR COMFORT eurofins CERTIFIED PRODUCT	NORDISK MILJØMÆRKNING
Indholdsstoffer	✓			✓
Test af afgasning	✓	✓	✓	(✓)
Sensorisk bedømmelse	(✓)	✓		
Vedligeholdelsesanvisning	✓	✓		
Produktgrupper	Gulve, malinger, byggevarer, *luftfriskere, rengøringsmidler mm.*	Gulve, malinger, byggevarer, *lakker, olier, møbler mm.*	Gulve, malinger, byggevarer, *lakker, olier mm.*	Gulve, malinger, byggevarer, *rengøringsmidler mm.*

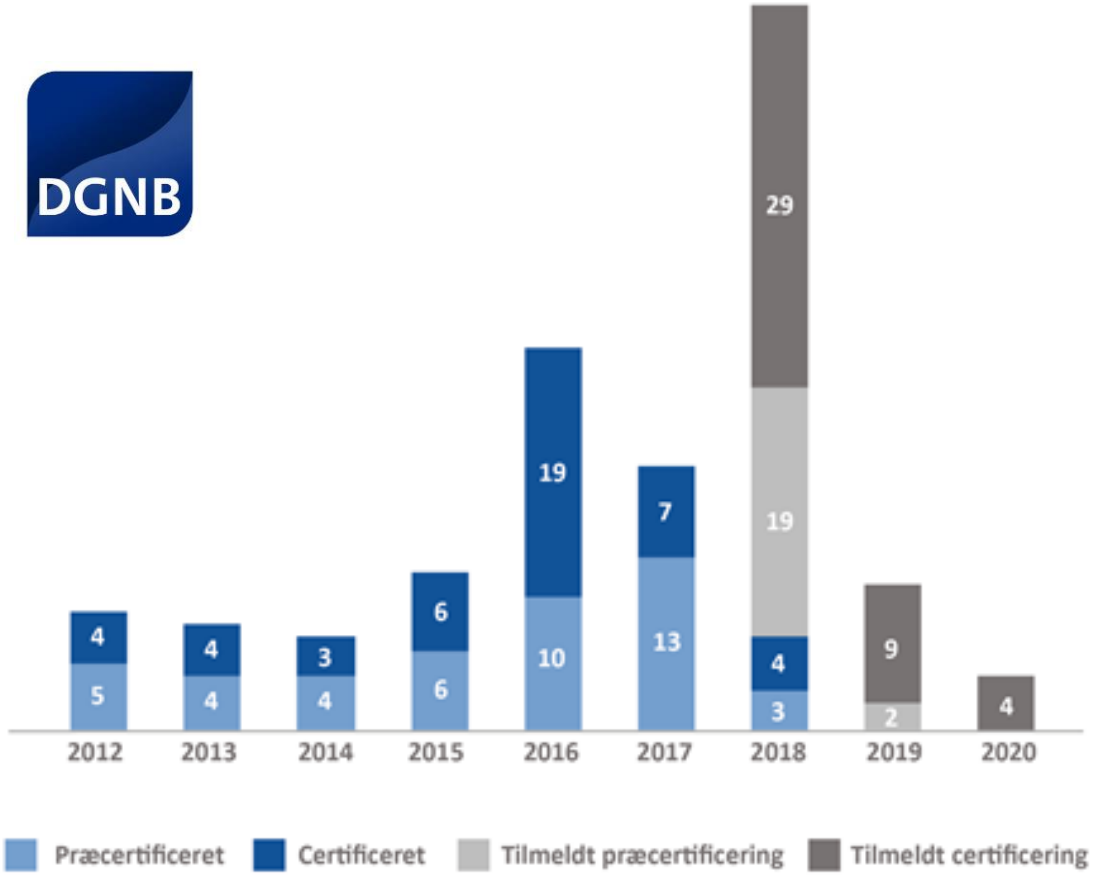
Asthma Allergy Nordic Label er et nyt mærke fra 2018, harmoniseret imellem det svenske, norske og danske allergiforbunds mærker, som bliver udfaset de kommende år. Læs mere her: www.naaf.no

Bygningscertificering i Danmark



Kilde: www.dk-gbc.dk

DGNB certificering i de kommende år



maj 2018

Kilde: www.dk-gbc.dk

DGNB certificeringskrav i nyeste manualer

[µg/m³]	Formaldehyd	TVOC
Nye kontorer	≤ 100	≤ 3000
Eksisterende kontorer	≤ 100	≤ 3000
Boliger	≤ 100	≤ 3000
Institutioner	≤ 100	≤ 1500
Hospitaler	≤ 100	≤ 3000*

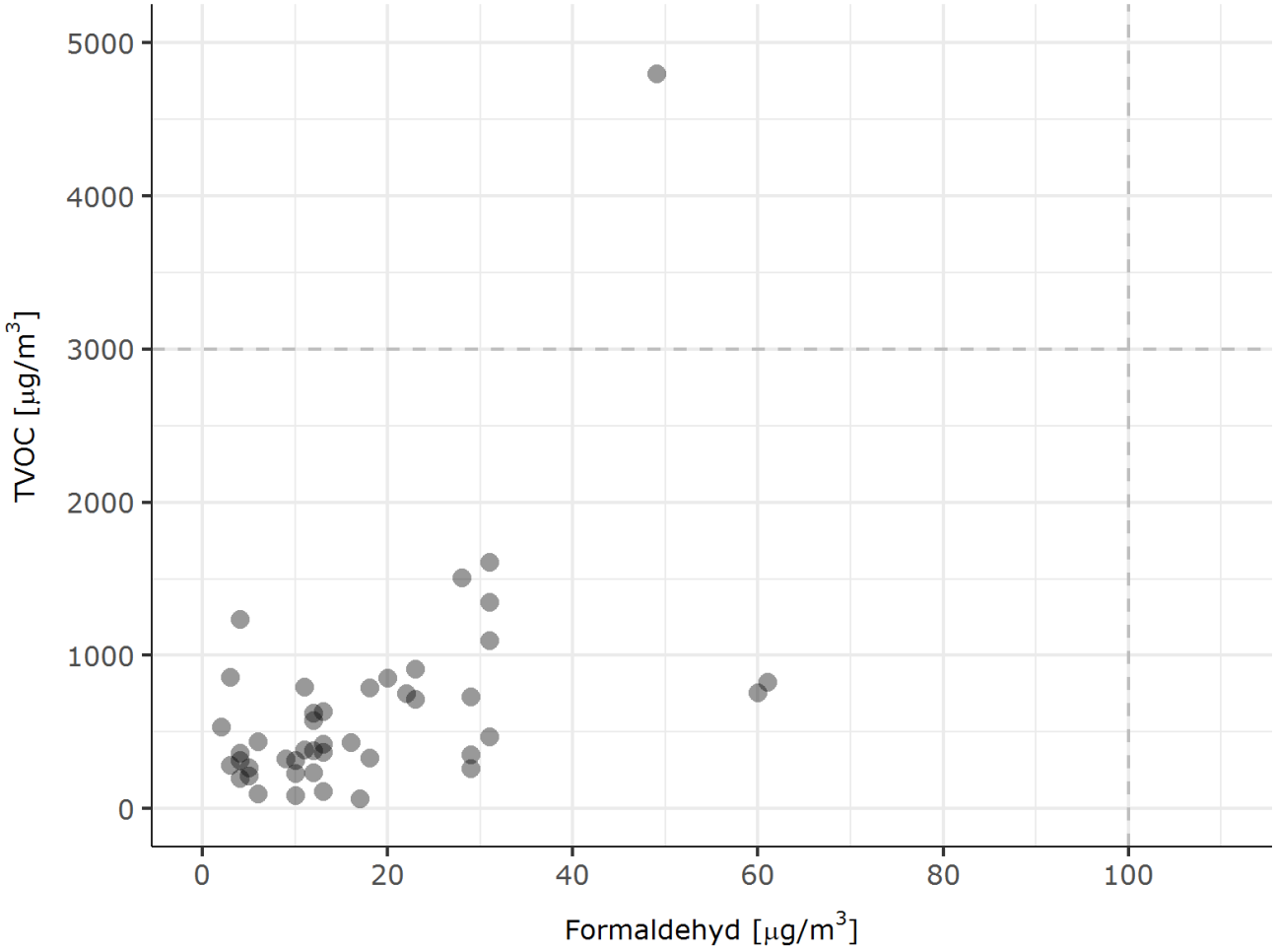
*point opnås først ved TVOC ≤ 2000 µg/m³

Sammenligning af krav til luftkvalitet

	DGNB	INDEKLIMA MÆRKET	NORDISK MILJØMÆRKNING
	boliger, kontorer, institutioner og hospitaler	**boliger**	**boliger og institutioner**
Formaldehyd	≤ 100 µg/m^3	Nye krav på vej	Ingen krav
TVOC	≤ 3000 µg/m^3*	Nye krav på vej	Ingen krav
Sensorisk bedømmelse		✔	

*med undtagelse af institutionsbyggeri (1500 µg/m^3)

Målte værdier i DGNB certificerede bygninger



Tak for opmærksomheden