

Materialers afgasning og cocktaileffekters betydning for indeklimaet

Danvak dagen 2019

IIOE | Building**Design**

Steffen Maagaard

Involverede parter i måleprojekter

Projektleder & Hovedforfattere:



Underrådgivere & Medforfattere:



Danmarks
Tekniske
Universitet

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

Sunde Boliger som måleprojekt



CISBO & Økologisk råd



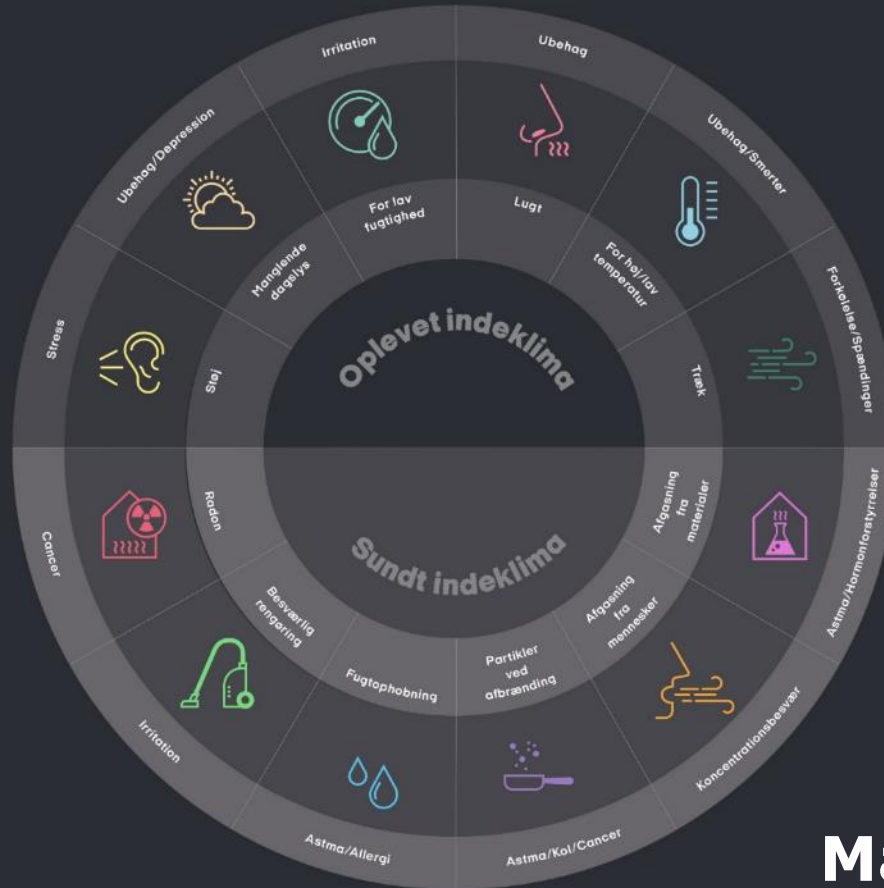
YES

NOW

NO



Indeklimahjulet



Måleresultater



Afgasninger

Lovgivning om forurening fra byggematerialer

- BR18 kravtekst
 - Emissionsklasser kun til formaldehyd
 - Kommissionen har været i gang med flere emissionsklasser siden 2006, men har nu bedt om timeout formentligt på grund af interessekonflikter
- BR18 vejledning
 - Der skal tages hensyn til forureninger
 - Der bør altid benyttes byggematerialer med den lavest mulige afgivelse af forureninger til indeklimaet samt henvisning til EU-LCI værdier
- CE-mærkning stiller kun krav til formaldehyd, da der kun findes et emissionsklasse hertil
- Konklusion
 - Svært at forholde sig til
 - Funktionskrav der er svært at håndhæve

The screenshot shows the official website for the Danish Building Regulations (Bygningsreglementet.dk). The header is orange with the website name and a logo. Below the header, there's a navigation bar with a red box containing the number '13' and the title 'Forureninger (§ 329 - § 333)'. To the right of the title, there's a dropdown menu showing 'BR18 (Aktuel)' and two circular icons. The main content area is white and contains the text for § 329. The text states that emissions from building materials must not affect the indoor climate, posing a risk to health and comfort. Below this, there are four numbered paragraphs (Stk. 1-4) providing further details on the scope and application of the regulation.

Bygningsreglementet.dk

13 Forureninger (§ 329 - § 333)

Se reglementet i en anden periode
BR18 (Aktuel)

§ 329 Forureninger fra byggematerialer må ikke påvirke bygningers indeklima, så der opstår risiko for personers sundhed eller komfortmæssige gener.

til sundhedsmæssigt udfordringsstillende indeklimaforhold. Byggematerialer omfatter også materialer, der anvendes som underlag for bygningen.

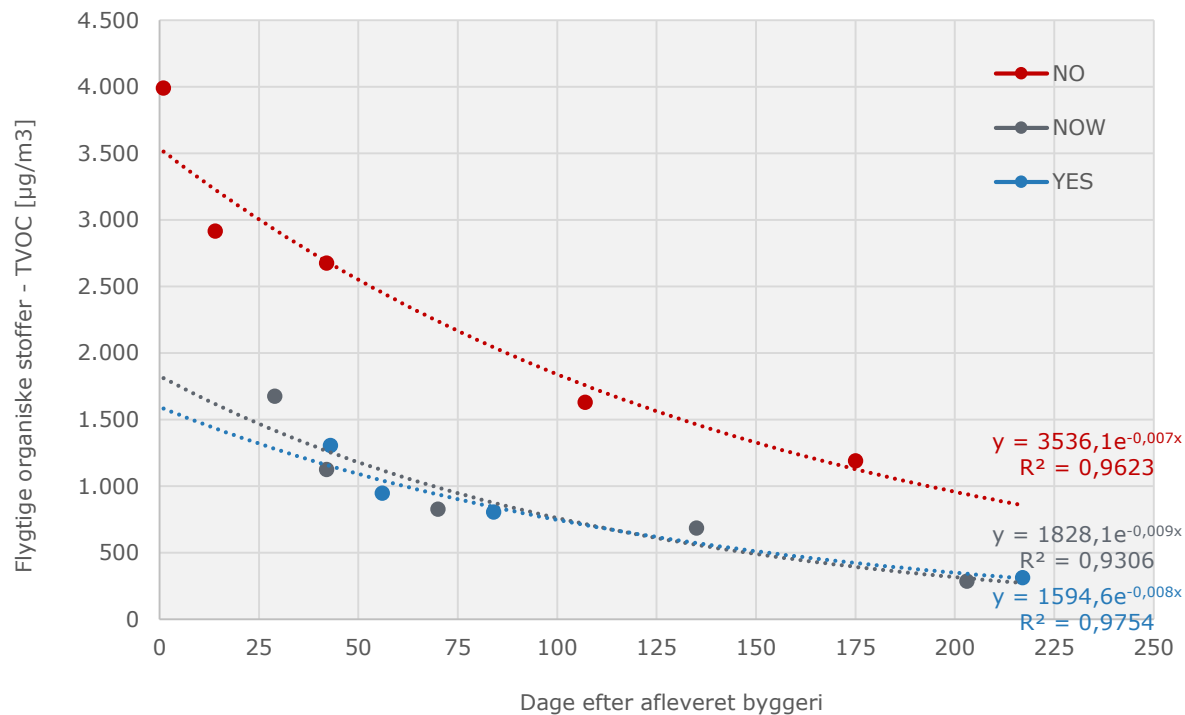
Stk. 2. Træbaserede plader, nedhængte lofter og andre byggematerialer, der indeholder formaldehydfrigivende stoffer, må kun anvendes, såfremt formaldehydfrigivelsen ikke giver anledning til et sundhedsmæssigt udfordringsstillende indeklima.

Stk. 3. Byggevarer, der er omfattet af den harmoniserede standard DS/EN 13996, og som indbygges, så de er i kontakt med indeklimaet, skal opfylde formaldehydklasse E1.

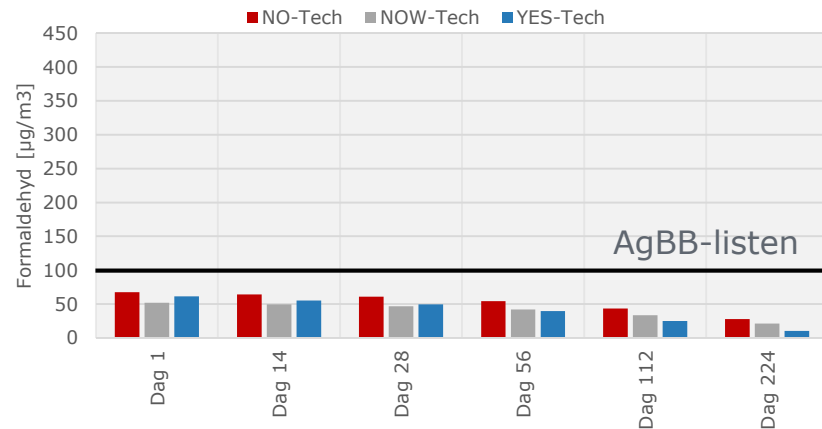
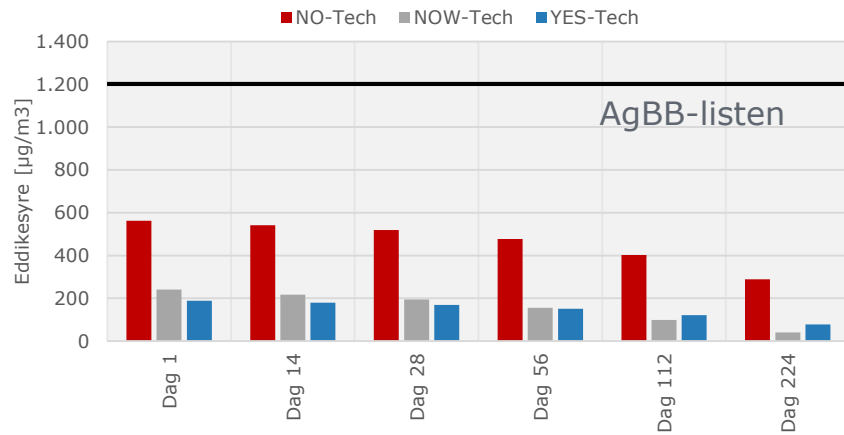
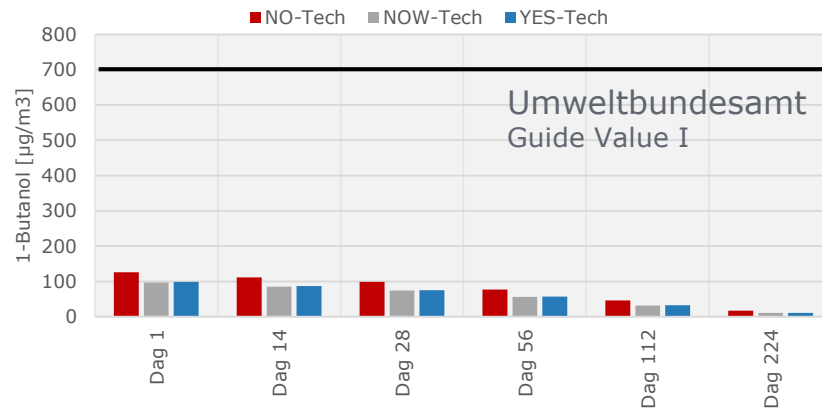
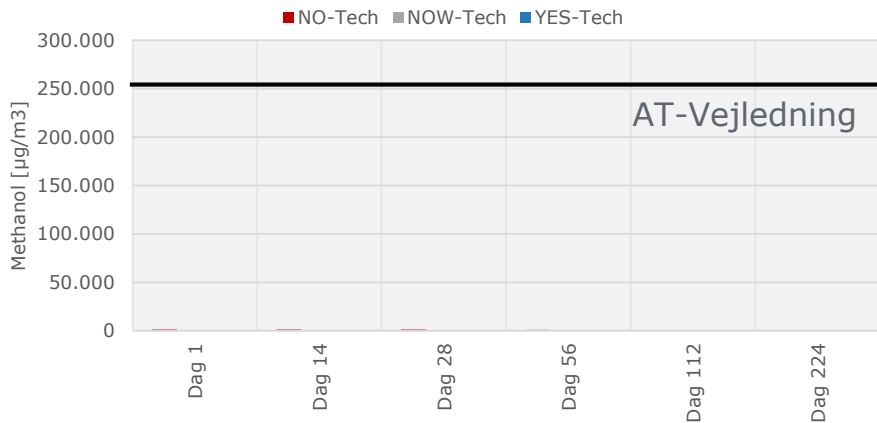
Stk. 4. I forbindelse med ombygninger og lignende skal det sikres, at sundhedsskadelige stoffer som f. eks. asbest, pcb, bly eller partikler fra isoleringsmaterialer fra allerede indbyggede materialer ikke spredes til indeklimaet.



Afgasninger – De tomme huse

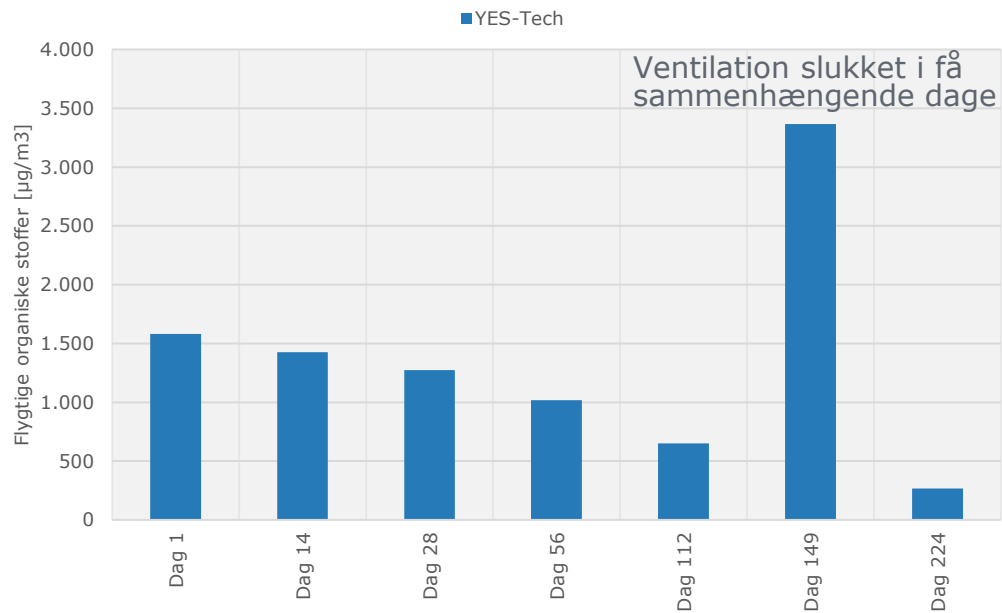


Afgørelse om behovet for menneskelige komponenter



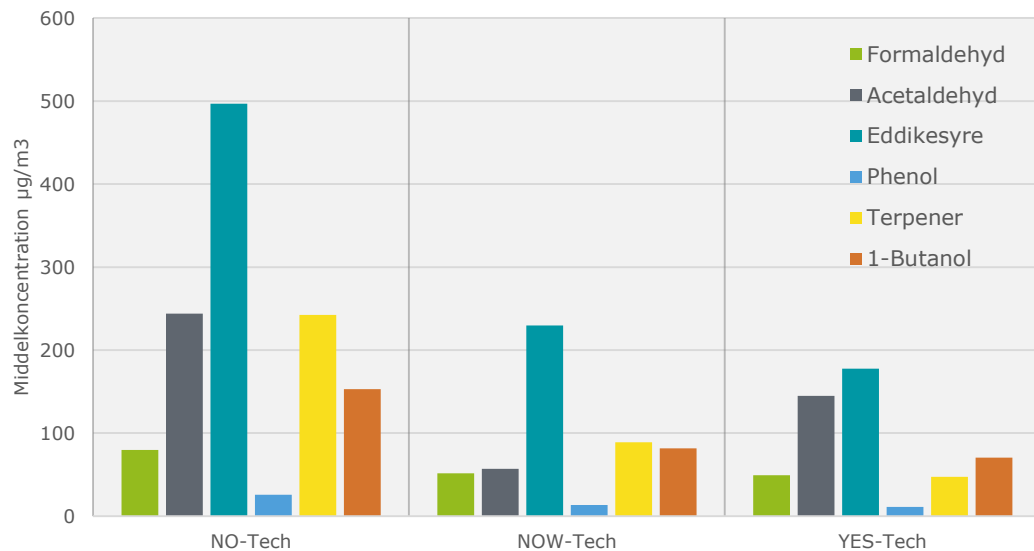
Afgasninger – YES-Tech

uden ventilation...

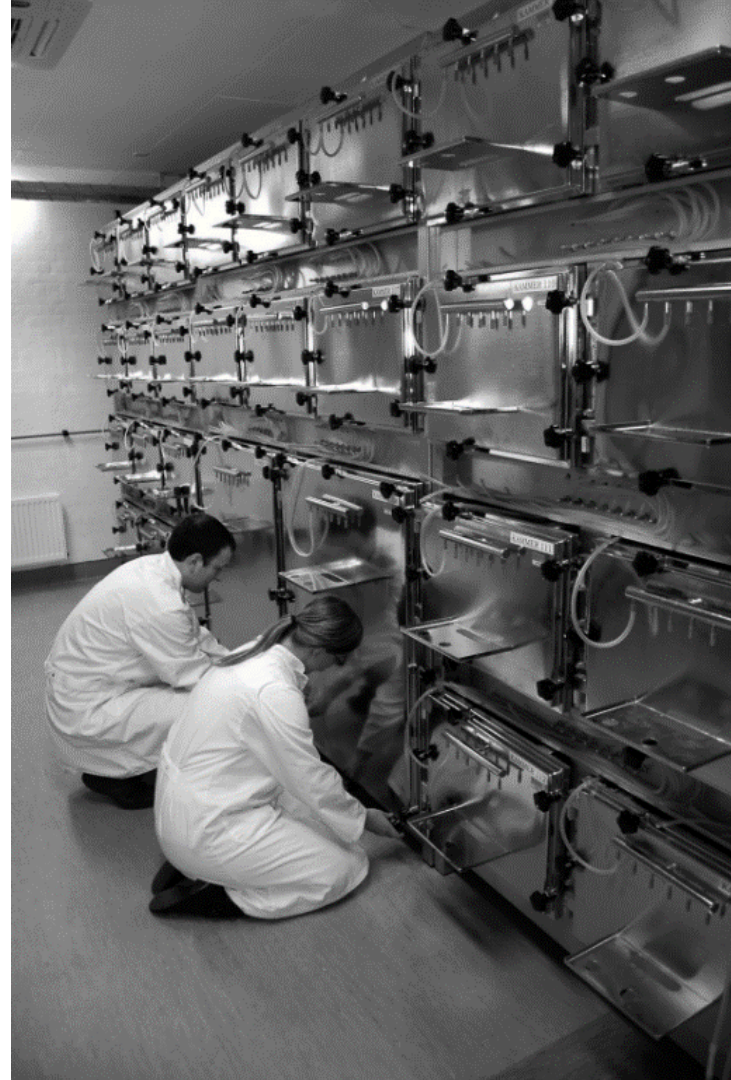


Afgasninger – NO-Tech

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

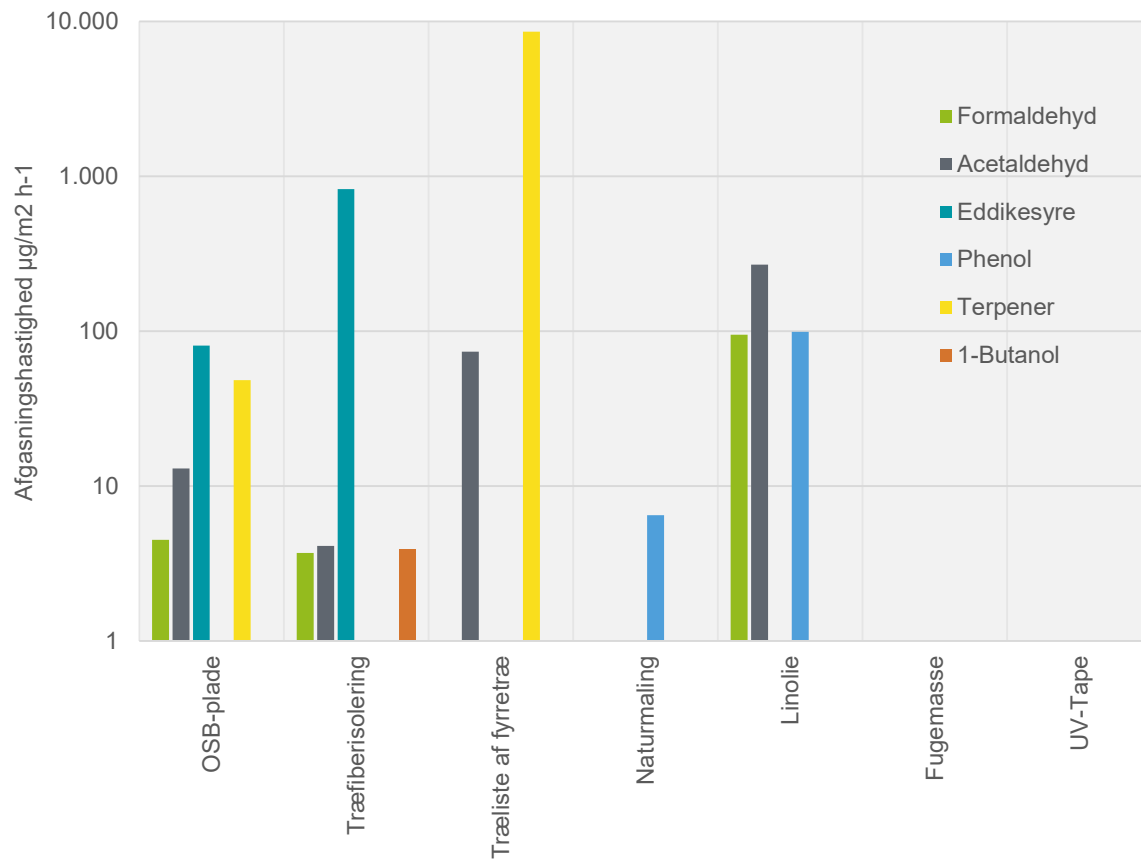


Stærkere repræsenterede stoffer i de 3 huse



Hvor kommer afgangningerne i NO-Tech fra?

- Komplekst: Cocktaileffekter, rumvolumen, mængde, luftskifte, etc.
- Afgasningen 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!

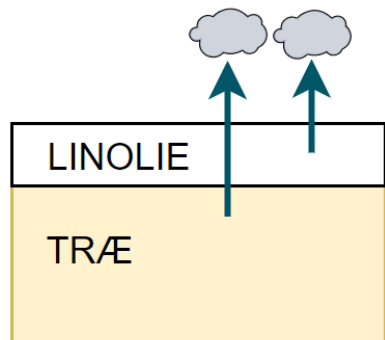


Afgiver kombinerede materialer større afgasning?

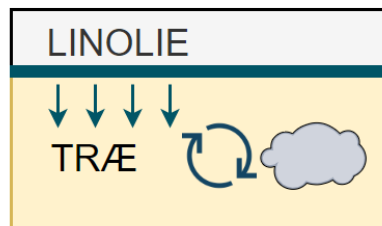
- Test A: Fyrretræ
 - Test B: Linolie
 - Test A+B: Linolie + Fyrretræ
- Test A: OSB-plade
 - Test B: Naturmaling
 - Test A+B: OSB-plade + Naturmaling



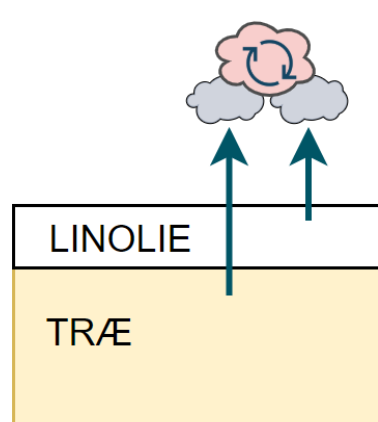
Processer ved kombination



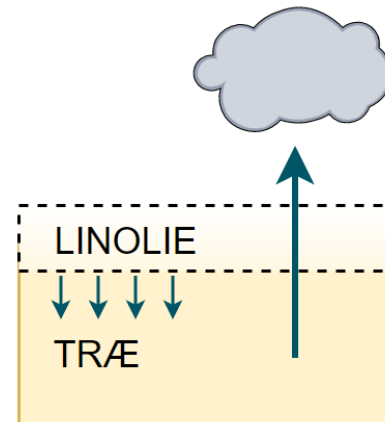
1) **Status quo:**
Kemiske komponenter i både linolie og træ fortsætter afgasning til rumluften uændret.



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

Enkeltstoffer	CAS-nr.	Grænseværdi AgBB	Træliste af fyrretræ	Linolie	Træliste af fyrretræ + linolie	
			µg/m³	µg/m³	µg/m³	%- ændring
Sum ikke-identificerede		-	4,8	143,3	87,8	-41%
Sum ikke-identificerede	<C6	-	0	14,4	13,2	-8%
Toluene	108-88-3	2900	4,2	0	0	-100%
Phenol *	108-95-2	70	0	9,9	0	-100%
Pentanal	110-62-3	800	19	0	67	253%
Other Alkylbenzene *	1-1-1	-	7,7	0	4,4	-43%
Heptanal	111-71-7	900	0	2,4	4	67%
Dimethyl glutarate *	1119-40-0	50	0	3,5	0	-100%
.beta.-Myrcene *	123-35-3	-	16	0	20	25%
2-Butenal *	123-73-9	1#	0	18	0	-100%
β-Pinene *	127-91-3	1400	71	0	180	154%
3-Caren *	13466-78-9	-	350	0	390	11%
Limonene *	138-86-3	5000	87	0	45	-48%
Hexanoic acid *	142-62-1	2100	0	8,7	0	-100%
2-Ethylhexanoic acid *	149-57-5	150	0	3,3	2,2	-33%
2-Pentenal *	1576-87-0	12	0	0	12	NY KEMI
Bicyclo[2.2.1]heptan-3-one, 6,6-dimethyl-2-methylene- *	16812-40-1	-	3,5	0	0	-100%
Fenchol *	2217-02-9	-	2,4	0	3,2	33%
Other Alkylbenzene *	2-2-2	-	0	0	0	NY KEMI
(-)-alpha-Phellandren *	4221-98-1	-	2,3	0	2,3	0%
2,4-Heptadienal, (E,E)- *	4313-03-5	-	0	15	0	-100%
(+)-Campher *	464-49-3	-	0	0	5,3	NY KEMI
1-Terpinen-4-ol *	562-74-3	-	0	0	6,3	NY KEMI
2-Heptenal *	57266-86-1	16	0	2,9	3,1	7%
Terpinolene *	586-62-9	-	24	0	26	8%
Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl- *	5989-08-2	-	0	0	8,8	NY KEMI
1-Penten-3-ol *	616-25-1	-	0	14	0	-100%
Hexanal	66-25-1	900	12	0	79	558%
1-Butanol	71-36-3	3000	0	0	5,6	NY KEMI
Camphene *	79-92-5	-	5,6	0	5,9	5%
α-Pinene *	80-56-8	2500	320	0	380	19%
α-Terpineol *	98-55-5	-	7,4	0	28	278%
γ-Terpinene *	99-85-4	-	4	0	4,7	18%
α-Terpinene *	99-86-5	-	3	0	2,4	-20%
TVOC C6-C16			950	220	1400	20%

2-Butenal har en grænseværdi på 1 µg/m³ efter 28 dage jf. AgBB-listen.

*Adopteret grænseværdi fra 2-butenal.

2-Pentenal har en grænseværdi på 12 µg/m³ efter 28 dage jf. AgBB-listen.

*Adopteret grænseværdi fra 2-butenal.

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 tabelillustration.

Cocktaileffekt – Linoliemaling på OSB-plade

Enkeltstof	CAS-nr.	Grænseværdi AgBB	OSB-Plade µg/m³	Naturmaling µg/m³	OSB-Plade + Naturmaling µg/m³	% - ændring
Sum Not identified *		-	0	16,5	8,7	-47%
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	300	0	2,7	0	-100%
Benzene, heptyl- *	1078-71-3	-	0	2,1	0	-100%
Toluene	108-88-3	2900	8,7	5,4	6,8	-52%
Phenol *	108-95-2	70	0	13	2,3	-82%
Pentanal	110-62-3	800	18	0	48	167%
Heptanal	111-71-7	900	2,1	0	7	233%
Ethyl diglycol *	111-90-0	350	0	15	0	-100%
Ethanol, 2-[2-(2-ethoxyethoxy)ethoxy]- *	112-50-5	-	0	8,7	0	-100%
β-Pinene *	127-91-3	1400	11	0	11	0%
3-Caren *	13466-78-9	-	32	0	33	3%
Limonene *	138-86-3	5000	7,7	0	7,7	0%
n-Heptane	142-82-5	15000	0	8,6	0	-100%
2-Pentylfuran *	3777-69-3	-	3,8	0	4,4	16%
Tetraethylenglycoldiethylether *	4353-28-0	-	0	8,4	0	-100%
Terpinolene *	586-62-9	-	0	0	3,2	NY KEMI
Acetic acid *	64-19-7	1200	160	0	0	-100%
Hexanal	66-25-1	900	53	0	110	108%
α-Pinene *	80-56-8	2500	46	0	44	-4%
α-Terpineol *	98-55-5	-	0	0	4	NY KEMI
TVOC C6-C16			340	78	280	-33%

Formaldehyd	50-00-0	100	8,9	0	11	24%
Acetaldehyd	75-07-0	1 200	26	0	40	54%
Propionaldehyd	123-38-6	750	5	0	39	767%
Butyraldehyd	123-72-8	650	3	0	10	223%
2-butenal	123-73-9	1#	0	0	0	0%
Glutaraldehyd	111-30-8	1#	0	0	0	0%
Total aldehyder			16,5	0	100	506%



- Ingen niveauer overskrider ift. AgBB
- Formaldehydafgasninger fra 100% formaldehydfri OSB-plade
- Relativ stigning af aldehyder høj

Naturmaling versus akrylmaling

Enkelstof	CAS-nr.	Grænseværdi AgBB	Naturmaling µg/m³	Akrylmaling µg/m³
Sum Not identified	-	-	16,5	132,8
Ethylbenzene	100-41-4	850	0	3,8
n-Propylbenzene	103-65-1	950	0	3,4
2-Ethyl-1-hexanol	104-76-7	300	2,7	14
Benzene, heptyl- *	1078-71-3	-	2,1	0
Toluene	108-88-3	2900	5,4	2,7
Phenol *	108-95-2	70	13	4,1
Butanoic acid, butyl ester *	109-21-7	-	0	7
Other Alkylbenzene *	1-1-1	-	0	6,4
Methyldiglycol *	111-77-3	-	0	19
Ethyldiglycol *	111-90-0	350	15	0
Butyldiglycol *	112-34-5	670	0	130
Ethanol, 2-[2-(2-ethoxyethoxy)ethoxy]- *	112-50-5	-	8,7	0
n-Heptane	142-82-5	15000	8,6	9,3
n-Butyl ether *	142-96-1	-	0	4,4
1,3-Pentandiol, 2,2,4-trimethyl- *	144-19-4	-	0	43
4-Heptanone, 3-methyl- *	15726-15-5	-	0	2,1
m/p-Xylene *	179601-23-1	-	0	12
Texanol *	25265-77-4	600	0	4600
2-methyl-4-isothiazolin-3-on *	2682-20-4	100	0	38
Tetraetehylenglycoldiethylether *	4353-28-0	-	8,4	0
1,2-Propandiol (Propylene glycol) *	57-55-6	2100	0	470
Propanoic acid, butyl ester *	590-01-2	-	0	2,3
TXIB *	6846-50-0	450	0	18
1-Butanol	71-36-3	3000	0	5
1-Phenoxypropan-2-ol *	770-35-4	-	0	3,7
Isobutyric acid *	79-31-2	1800	0	58
o-Xylene	95-47-6	500	0	2,8
TVOC C6-C16			78	5600

← Texanol har en grænseværdi på 600 µg/m³ efter 28 dage jf. AgBB-listen.

← Stor forskel i TVOC-niveau

Afgasninger fra byggematerialer i Sunde Boliger

- 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
- Maling er ikke bare maling. Akrylmaling afgasser meget høje mængder. Men naturmalingen indeholde linolie, som har andre problematikker



Afgasninger fra byggematerialer generelt

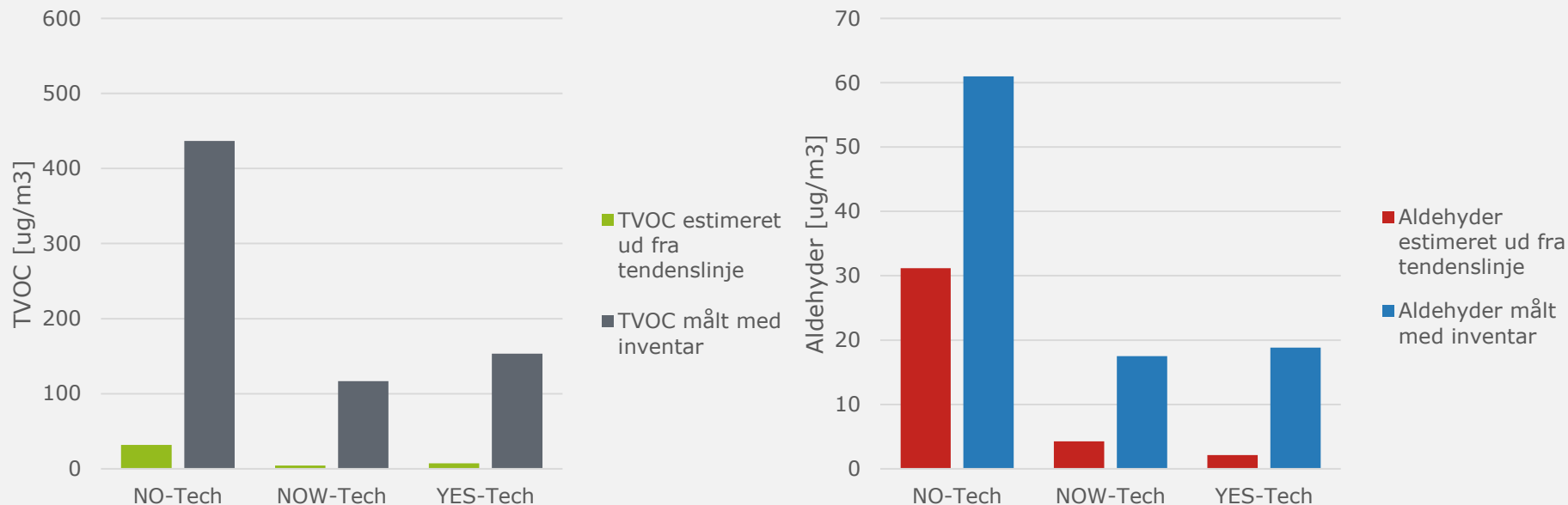
- Lovgivningsmæssigt er der brug for emissionsklasser for at tage første skridt mod individuelle produkters giftige afgasninger
- Nærmest umuligt at tage højde for materialers kombinationseffekter i designfasen!
- Der mangler viden om hvordan produkter interagere med hinanden
- Frivillig Bæredygtighedsklasse i BR20 vil formodentligt komme til at indeholde et krav til TVOC og Formaldehyd
- Når (ikke hvis) kravet kommer i Bygningsreglementet, vil det blive en kraftig driver for valg af dokumenterede lavt emitterende produkter
- Der arbejdes videre mod et større forskningsprojekt om afgasninger fra byggematerialer og ikke mindst kombinationseffekterne



Afgasninger fra inventar
byggematerialers reelle betydning?

Afgasninger fra inventar

- Er der nogen grund til at have fokus på afgasninger fra byggematerialer, når vi formentlig alligevel tager afgasningerne med ind i boligen via inventar?...



Inventar spiller formentlig ikke en stor rolle i hverdagen ift. aldehyder og VOC'er (C6-C16).

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!

2 minutter om næste step: Sunde Boliger - Renovering



1937



1953



1962

Reklame: Workshop om sundhed i DGNB 22/5



Kontakt Log ind EN

Om os Medlemmer i DK-GBC **Kalender** Nyheder Publikationer DGNB

› Kursus årshjul › Skræddersyede kurser › Generelle betingelser › Undervisningsmateriale for undervisningsinstitutioner

DU ER HER › Green Building Council › Kalender › **Workshop om sundhed og velvære i DGNB**



Workshop om sundhed og velvære i DGNB

Workshop 2 om sundhed og velvære i DGNB

Kom med til workshop den 22.05. 2019 fra kl. 12.00 - 16.00.

Download invitation [her](#).

Tilmeld dig [her](#).

Med støtte fra Realdania tager vi nu næste skridt mod en sundhedsfremmende opdatering af DGNB-manualerne, og inviterer hermed til den sidste af to åbne workshops for hele byggebranchen. Den første fase med afslutning, og projektet bevæger sig nu over i den egentlige udviklingsfase. I den forbindelse har vi brug for branchens indspark til kvalificering og udbygning af vores foreløbige arbejde.

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. Hvis du vil bringe din viden i spil, så meld dig til Workshop II om sundhed og velvære i DGNB den 22.05. 2019.

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

Priser

Arrangementet er gratis:

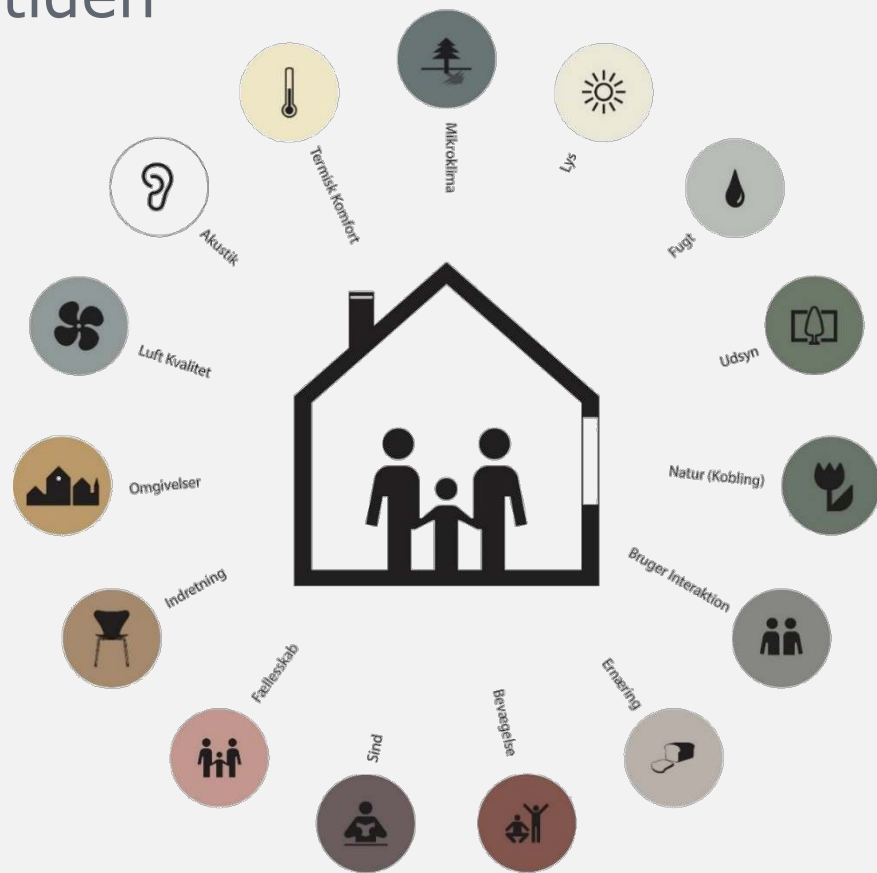
Dato og adresse

22.05.2019 12.00 - 16.00
Realdania,
Spisesalen
Jarmers Plads 2
1551 København V



Indeklima og sundhed i fremtiden

- Sundhed og velvære i DGNB
 - Opdatering af DGNB manualer med større fokus på menneskerne i bygningerne
 - Fokus på det helhedsorienteret indeklima
 - Nye optimerede sundhedskriterier år 2020
 - Arkitekturens indflydelse på sundheden
 - 200+ punkter efter workshop og state of the art
- Frivillige Bæredygtighedsklasse (FBK)
 - Bygningsreglementets vej mod bæredygtighed
 - Mulighed for at løfte bundniveauet
 - Krav til TVOC og formaldehyd
 - Skærpet krav til akustik



Nyeste publikation:
Performancemålinger
"De ubeboede huse"



<https://buildingdesign.moe.dk/cases/sunde-boliger/>



IIOE | BuildingDesign

buildingdesign.moe.dk

Steffen E. Maagaard

Koncernkompetencechef Energi & Indeklima

Civilingeniør, M.Sc.

Mobil: 25 40 01 90

Mail: sem@moe.dk

<https://dk.linkedin.com/in/steffenmaagaard>