



KLIMAVENNLIGE TRÆHUSE OG "FORDOMME" OMKRING BEDRE INDEKLIMA

HELLE VIBEKE ANDERSEN, BUILD,
AALBORG UNIVERSITET, KØBENHAVN



BUILD
AALBORG UNIVERSITY



Den bæredygtige grønne omstilling

Særligt potentiale ved træ som byggemateriale:

- Skovens bidrag til at opsuge CO₂ fra atmosfæren
- Trækonstruktioners betydning for lagring af opsuget CO₂
- Substitution ved nybyggeri af materialer, som fremstilles under større udledning af CO₂



Potentialet for at bruge mere træ i byggeriet i Danmark er vurderet på grundlag af kvalitativ viden og fakta om fordele, ulemper og barrierer ved træbyggeri.

BUILD Rapport 2020:25

Anvendelse af træ i byggeriet

Potentialer og barrierer



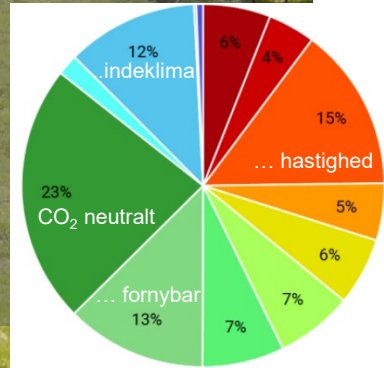
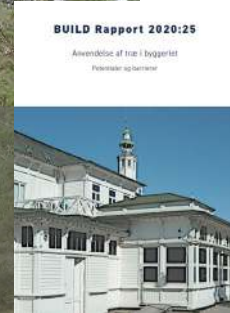
T. Valbjørn Rasmussen et al.
<https://build.dk/Assets/Anvendelse-af-trae-i-byggeriet/BUILD-Rapport-2020-25.pdf>



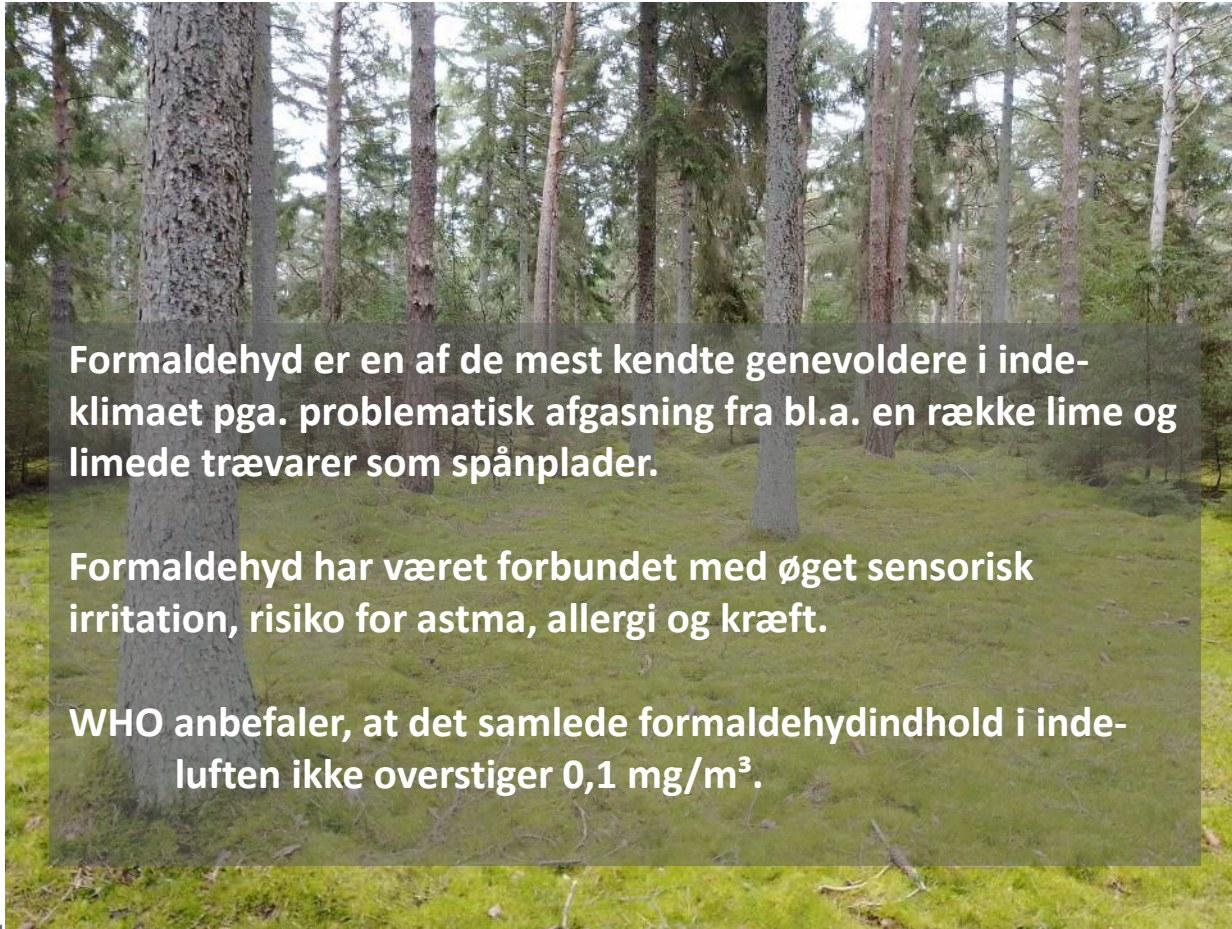
Spørgeskema ...

12. Hvor vil du vurdere, at de største potentialer for anvendelsen af træ i byggeriet er ift. klima, miljø og økonomi?

CO₂ neutralt
Effektivt ift. bygge- og montagehastighed
Fornybar ressource
Bidrage til et sundere indeklima



Figur 10, BUILD-Rapport-2020-25




Formaldehyd er en af de mest kendte genevoldere i indeklimaet pga. problematisk afgasning fra bl.a. en række lime og limede trævarer som spånplader.

Formaldehyd har været forbundet med øget sensorisk irritation, risiko for astma, allergi og kræft.

WHO anbefaler, at det samlede formaldehydindhold i inde-luften ikke overstiger $0,1 \text{ mg/m}^3$.



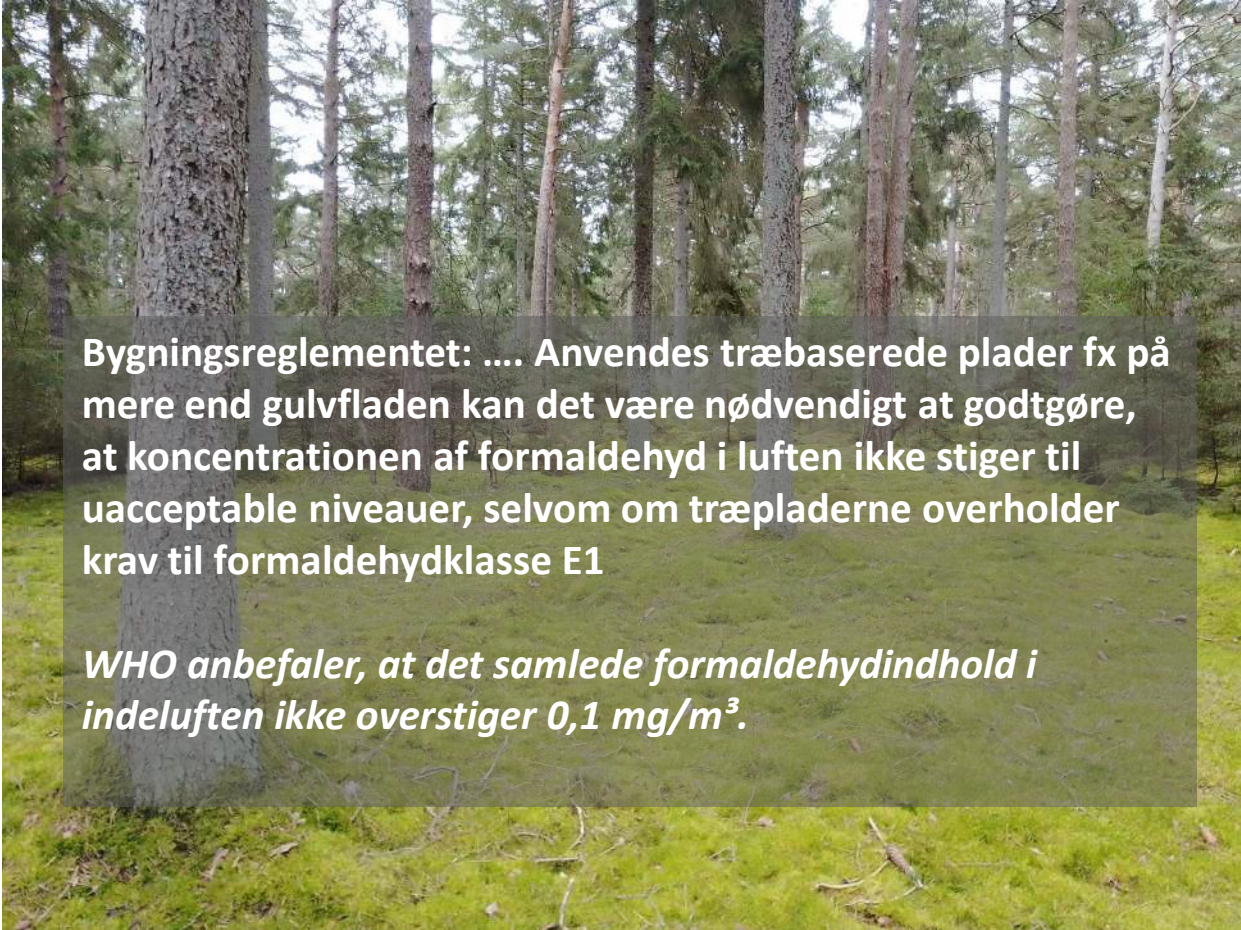
Bygningsreglementet indeholder detaljerede krav til afgivelse af formaldehyd fra byggevarer

 Bygningsreglementet.dk

Specifikt for træbaserede plader, der er omfattet af *DS/EN 13986 Træbaserede plader til konstruktionsbrug – Karakteristika, overensstemmelsesvurdering og mærkning* og er i kontakt med indeklimaet, er der krav om overholdelse af formaldehydklasse E1. Ved anvendelse af sådanne træplader, som er holdt sammen af en formaldehydafgivende lim til gulv, væg og loft, f.eks. MDF- og spånplader, anbefales det at beklæde pladerne med et ikke-formaldehydafgivende materiale for at minimere mængden af formaldehyd i indeluften. Beklædningen kan være f.eks. gipsplader, banevarer, trægulve eller anden gulvbelægning.

WHO anbefaler, at det samlede formaldehydindhold i indeluften ikke overstiger $0,1 \text{ mg/m}^3$. Det skal bemærkes, at der kan være andre kilder end byggematerialer, der forårsager formaldehydafgasning til indeklimaet – som f.eks. møbler og andet inventar.

https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/13/Vejledninger/Generel_vejledning



Bygningsreglementet: Anvendes træbaserede plader fx på mere end gulvfladen kan det være nødvendigt at godtgøre, at koncentrationen af formaldehyd i luften ikke stiger til unacceptable niveauer, selvom om træpladerne overholder krav til formaldehydklasse E1

WHO anbefaler, at det samlede formaldehydindhold i indeluften ikke overstiger $0,1 \text{ mg/m}^3$.



Europæerne føler sig godt tilpas, når de er omgivet af træ og de forbinder træets anvendelse med interiør og møbler.

Rametsteiner et al., 2007

https://www.foresteurope.org/documentos/Eur_Wood_net.pdf





Træ forbedrer indeklimaet

*Wood improves room climate
I feel well in rooms furnished with wood
Wood means healthy living*

Mere end 90% er enige.....

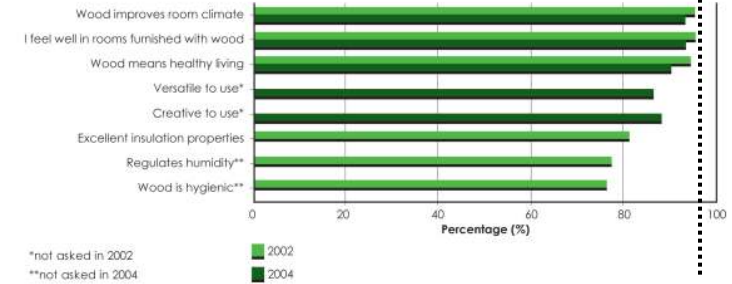
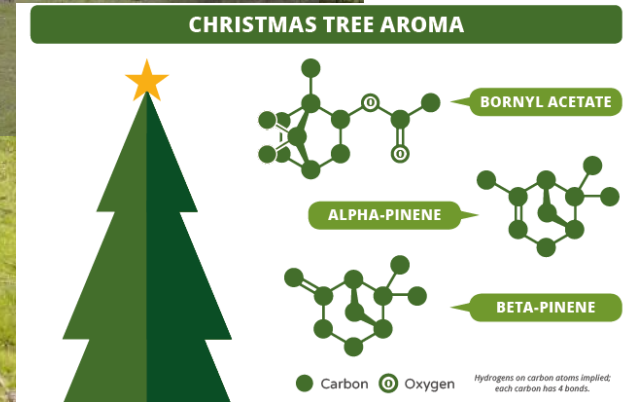


Figure 7. Image of wood as a material for furniture and interior applications in Germany; percentage of respondents agreeing (Source: modified after TNS 2003, 2005)

Rametsteiner et al., 2007

Træ og træmaterialer indeholder varierende mængder af flygtige stoffer, hvilket bl.a. gør, at træ dufter

VOC Volatile Organic Compounds



<https://www.compoundchem.com>



Vegetabilsk TERPENTIN fås især fra forskellige arter af fyrretræer. Ved indsnit i stammen afsondrer træet en harpiksholdig olie, som opsamles, renses og destilleres.

Det rensede produkt indeholder ca. 70% harpikssyre og 30% procent æteriske olier, hvor terpenerne alfa- og beta-pinen udgør ca. 60-90%.

<https://da.wikipedia.org/wiki>



Træ består primært af cellulose, hemicellulose og lignin

Og "ekstraktiver"

terpener

harpiksstoffer

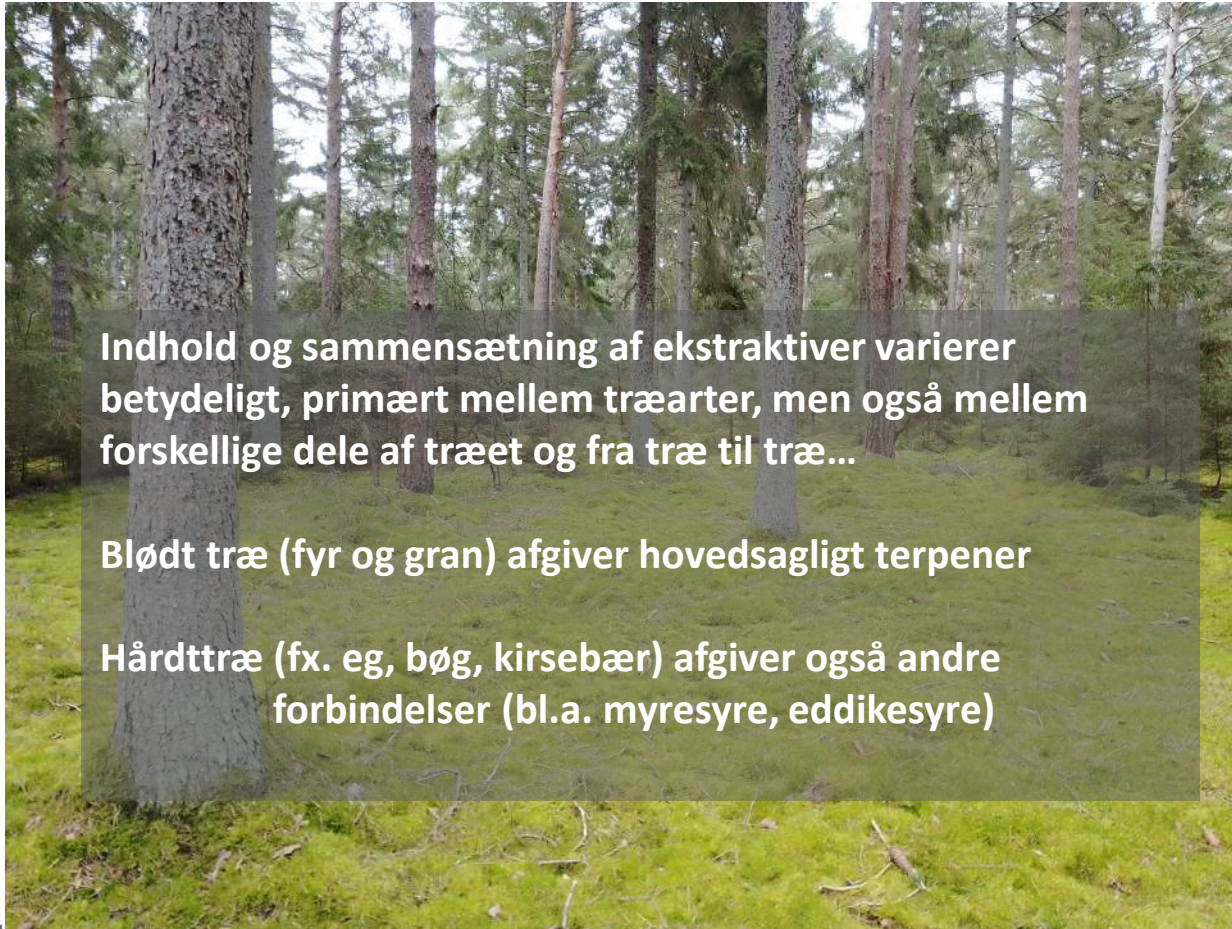
sukkerstoffer

fedtsyrer

uorganiske forbindelser

de flygtige af disse stoffer har relevans for indeklimaet

Larsen et al., (1999). Miljøprojekt nr. 501, Miljøstyrelsen



Indhold og sammensætning af ekstraktiver varierer betydeligt, primært mellem træarter, men også mellem forskellige dele af træet og fra træ til træ...

Blødt træ (fyr og gran) afgiver hovedsagligt terpener

Hårdttræ (fx. eg, bøg, kirsebær) afgiver også andre forbindelser (bl.a. myresyre, eddikesyre)



Træmaterialer

massivt træ

limede træmaterialer (plader)

Ofte forsynet med overfladebehandling

folie

maling eller lak

olie eller voks

Ift. indeklimaet: kombination af træ og andre materialer



Massivt træ

træart, voksested, tørring og tørringstemperatur m.m.

Træbaserede plader

limtype og -mængde, produktionsbetingelser

Overfladebehandling

type, påføringsbetingelser, hærdning og evt. interaktioner mellem træ og overfladebehandling


Produktets alder, lagring og emballering



Primære emissioner: frigivelse af stof, der umiddelbart kan afgives – aftager typisk over tid

Sekundære emissioner: stof produceres gennem kemisk reaktion i/på et produkt og frigives – kan være hele materialets levetid

Materialernes evne til at opsamle eller akkumulere forureninger, der senere kan afgives



Sammenhæng mellem træbygninger, sundhed og indeklima – litteratur gennemgang

- Studierne ofte udført på enfamiliehuse
- Forskellige former for trækonstruktioner



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

December 2020

Authors:
Torben Sjøgaard, Aalborg University, Department of Public Health
Bjarne Hedeboe, Aalborg University, Department of Public Health
Christine Beck, Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering

Revisor:
Ulrike Hensen, GfZing, School of Global Public Health, USA
Tobias Grottel, Fraunhofer IWK, Germany



<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



Emissioner og luftkvalitet

VOCs

Lugt

Termisk miljø

Støj

Lys

Sundhed og tilfredshed, opfattelse og komfort i træbygninger

Mulige helbredseffekter af emissioner

Sundhed relateret til træbygninger

Bygningsrelaterede symptomer

Tilfredshed, oplevelse og komfort




ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

Foreword

1. Introduction
2. The Association Between Wooden Buildings, Health and Indoor Air Climate
3. The Association Between Wooden Buildings, Health and Indoor Air Climate
4. The Association Between Wooden Buildings, Health and Indoor Air Climate
5. The Association Between Wooden Buildings, Health and Indoor Air Climate





”Sammenfattende indikerer den eksisterende viden modstridende resultater for sammenhængen mellem træbyggeri og sundhed.

På grund af den sparsomme litteratur, heterogenitet og risiko for bias i studierne, kan der ikke drages klare konklusioner om sammenhængen.

Imidlertid fandt ingen af de inkluderede undersøgelser en sammenhæng mellem at bo i træhuse og bygningsrelaterede symptomer.”

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

© 2021
This report is for personal, non-commercial use only.
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of the publisher.
Aalborg University
Aalborg University
Aalborg University



”Træbyggeri og byggematerialer synes at være relateret til tilfredshed, opfattelse og komfort på en kompleks måde.”

Risiko for overophedning i varmt klima og træk under kolde forhold i trækonstruktioner.

Træets hygroskopiske kapacitet kan reducere variationerne i fugtighed og derved forbedre komforten i træbygninger.

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

December 2018
Udarbejdet af: [illegible]
Sponsorer: [illegible]
For mere information se: [illegible]





Lugt fra træmaterialer påvirker ikke selve komforten

Etagestøj er stærkt påvirket af konstruktionen, gulvmaterialerne og nærheden til andre og således en bekymring i lette træbygninger.

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

Udgivelsesdato: 2019
Udgiver: Danmarks Tekniske Universitet, Aalborg Universitet, Institut for Bygningsteknik og Miljø
Udgivelsessted: Aalborg, Danmark
ISBN: 978-87-7284-100-0
Udgivelsessted: København, Danmark





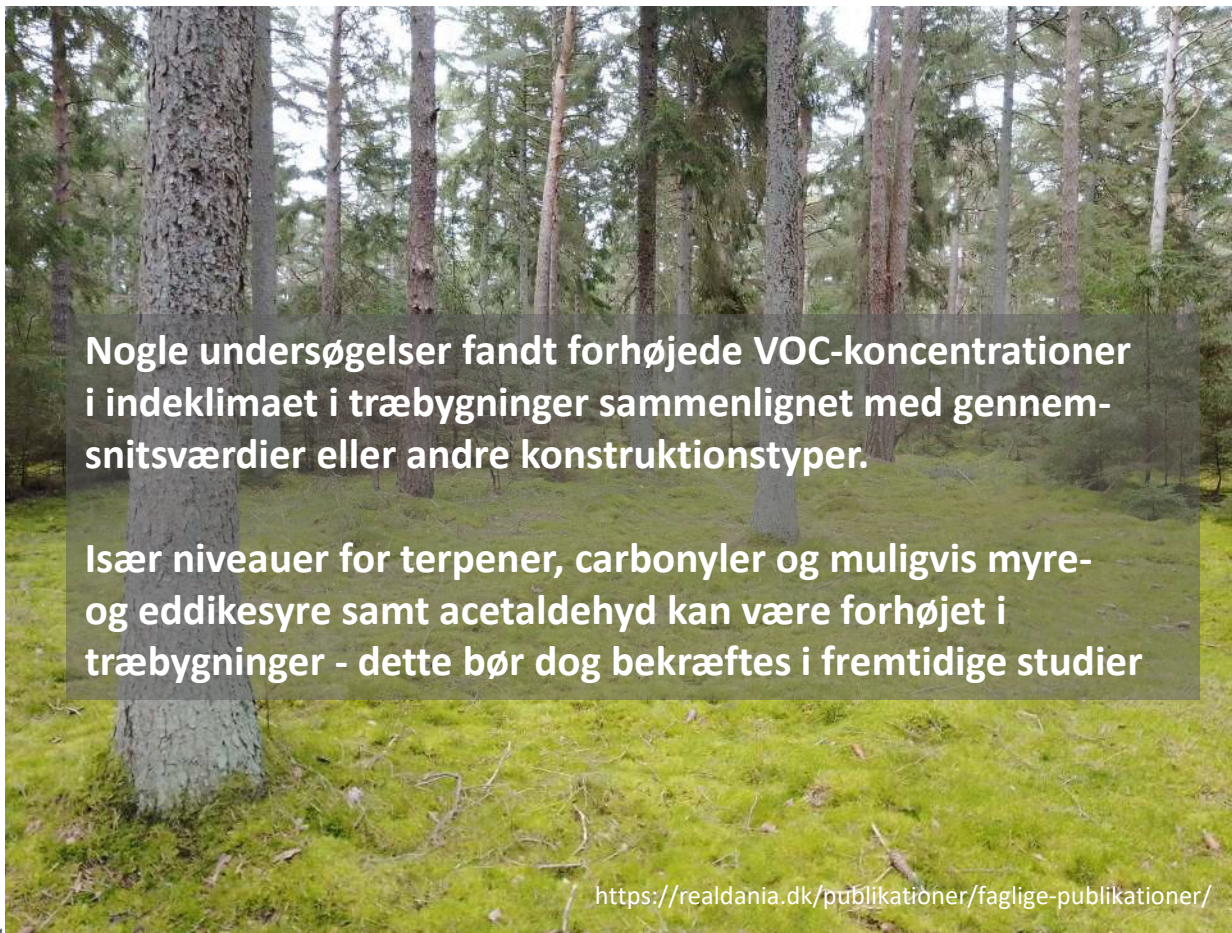
Lydkravene er for nuværende primært baseret på erfaringer med tungt byggeri med bærende konstruktioner af beton.

T. Valbjørn Rasmussen et al.
<https://build.dk/Assets/Anvendelse-af-trae-i-byggeriet/BUILD-Rapport-2020-25.pdf>

BUILD Rapport 2020:25

Anvendelse af træ i byggeriet
Risiko- og bærelse





Nogle undersøgelser fandt forhøjede VOC-koncentrationer i indeklimaet i træbygninger sammenlignet med gennemsnitsværdier eller andre konstruktionstyper.

Især niveauer for terpener, carbonyler og muligvis myre- og eddikesyre samt acetaldehyd kan være forhøjet i træbygninger - dette bør dog bekræftes i fremtidige studier

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>




ASSOCIATION BETWEEN WOODEN BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

10/2019-10/2021

© 2020, 2021 by the authors. Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group.
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).





Faktorer som alder, materialetype, årstid, ventilation, fugtindhold, opvarmningstype og ozonkoncentration, kan have en væsentlig indvirkning på emissioner i træbygninger

Derudover er VOC-koncentrationer stærkt afhængige af materialernes placering i bygningen (indeni konstruktionen eller som overflademateriale) og andre kilder som møbler.

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

Udgivelsesdato:
2019
Udgiver: Danmarks Tekniske Universitet, Department of Building Research
Udgivelsessted: København, Danmark
Udgivelsesår: 2019
Udgivelsesnr.: 1
Udgivelsesform: Bogen
Udgivelsesform: Bogen





Formaldehyd

Baseret på de inkluderede undersøgelser kan der imidlertid ikke drages nogen konkret konklusion om sundhedseffekter relateret til formaldehydeksponering i trækonstruktioner.

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>




ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

Udgivelsesdato:

Udgiver: RealDania, Center for Sundhed, Bygning og Indendørs Luftklima
Udgivet i samarbejde med: Danmarks Miljøundersøgelser (DMU), Danmarks
Miljøcenter, Danmarks Tekniske Universitet (DTU), Danmarks
Miljøundersøgelser (DMU), Danmarks Miljøcenter, Danmarks
Tekniske Universitet (DTU), Danmarks Miljøundersøgelser (DMU),
Danmarks Miljøcenter, Danmarks Tekniske Universitet (DTU)





Litteraturstudiet viser, at der mangler viden om
helbredseffekter relateret til træbyggeri.

Særligt er der behov for undersøgelser af perioden fra
byggeriets afslutning og gennem de første års anvendelse.

Ingen undersøgelser af effekterne af bygninger
og materialer fra fleretagers træbyggeri - et presserende
behov for at undersøgelser i moderne højhuse i træ.

<https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/>



ASSOCIATION BETWEEN WOODEN
BUILDINGS, HEALTH AND INDOOR
AIR CLIMATE
— A REVIEW OF THE LITERATURE

Foreword

1. Introduction
2. The Review
3. The Review's Objectives
4. The Review's Methodology
5. The Review's Findings
6. The Review's Conclusions
7. The Review's Recommendations
8. The Review's Acknowledgements
9. The Review's Bibliography
10. The Review's Appendix





I forhold til indeklimaet er det nødvendigt at være opmærksom på nye udfordringer, der kan opstå ved anvendelse af nye materialer eller nye måder at anvende materialer på.

- 
- **hvad skal materialet bruges til**
 - **hvilke påvirkninger udsættes det for**
 - **er det foreneligt med de tilgrænsende materialer**
 - **er det egnet til de byggetekniske løsninger**

SBi-anvisning 196, 2000



Tak for opmærksomheden