



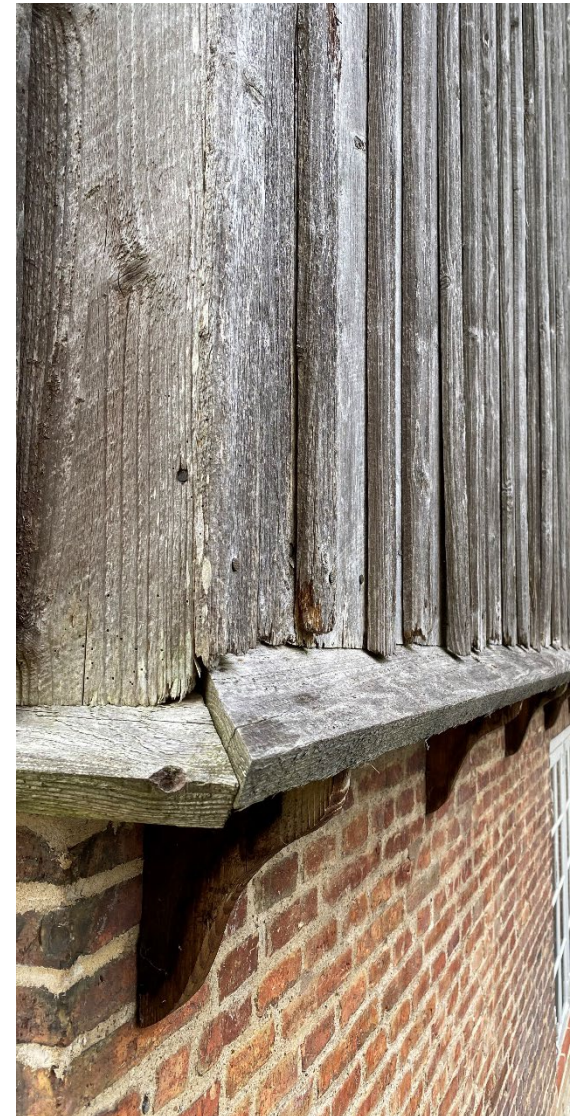
TEKNOLOGISK
INSTITUT

Træfacader – Holdbarhed og levetid

11. september 2020
Morten Klamer, Teknologisk Institut

Plan for præsentationen

- Indledning
- Egnet træ til facadebeklædning
- Krav til funktion
- Konstruktionen
- Påvirkninger
- Træets egenskaber
- Overfladebehandling
- Kemisk beskyttet træ/royal behandling
- Modifieret træ
- Dokumentation og mærkningsordninger



Indledning

- Øget anvendelse af træ i byggeri

Der er et stort ønske om at bygge mere i træ, men erfaringerne i Danmark er begrænsede. Træ er et godt og holdbart materiale, når det anvendes hensigtsmæssigt.

- Fokus på bæredygtighed og genanvendelse

Produktion af træ binder kulstof og mindsker CO₂ udledningen. Træ er en fornybar ressource.

- Nye produkter på markedet (træarter/behandlinger etc.)

Dokumentation af egenskaber er vigtig.

En træarts egnethed som facademateriale afgøres af krav og forventninger. Derudover er svampe- og insektangreb og brand de eneste reelle udfordringer.

Egnet træ til facadebeklædning

Nyt Hospital Nordsjælland. Herzog & de Meuron Architects. 35.000 m² træfacader. 112.000 m² bygninger. Ubehandlede facader. Træart?



Egnet træ til facadebeklædning

Hvorvidt en træart er egnet til brug afhænger bl.a. af:

- Krav til funktion (levetid, udseende, vedligeholdelse)
- Konstruktionen (orientering, kontakt til jord, udhæng)
- Klima påvirkningerne (fugt, temperatur, nedbør)
- Træets egenskaber (modstandsdygtighed, stabilitet, styrkeegenskaber)
- Pris, bæredygtighedsaspekter etc.



Jo flere krav der stilles; jo færre træarter/produkter vil være 'egnede'.

Krav til funktion

Egnethed hænger i høj grad sammen med:

- Hvad er den forventede levetid for facadebeklædningen? 15 år, 60 år?
- Er der krav om brandbeskyttelse? Findes der certificerede produkter?
- Skal overfladen stå ubehandlet, eller skal den imprægneres/males?
- Vurderes det som rimeligt, hvis der skal udføres afrensning, oliering eller anden vedligeholdelse. Hvor ofte?



Illustration: Michael Green Architecture

Samme træart kan være **velegnet** til lavt byggeri, hvor vedligeholdelse eller overfladebehandling let kan udføres, men **uegnet** til facader på højhuse hvor vedligeholdelse er omkostningstungt.



Foto: Frøslev Træ

Konstruktionen

Konstruktionens udformning er med til at afgøre træartsvalget



Foto: Moelven Denmark

Konstruktionsteknisk træbeskyttelse gør antallet af egnede træarter større. Fuld eksponering, intet tagudhæng og andre udfordringer indsnævrer mulighederne markant.



Foto: ukendt. Russisk kirke.

Klima påvirkninger

Klimaet varierer meget fra landsdel til landsdel, hvilket har betydning for de krav man bør stille til valg af træart.

Hvilken betydning får kommende klimaændringer?

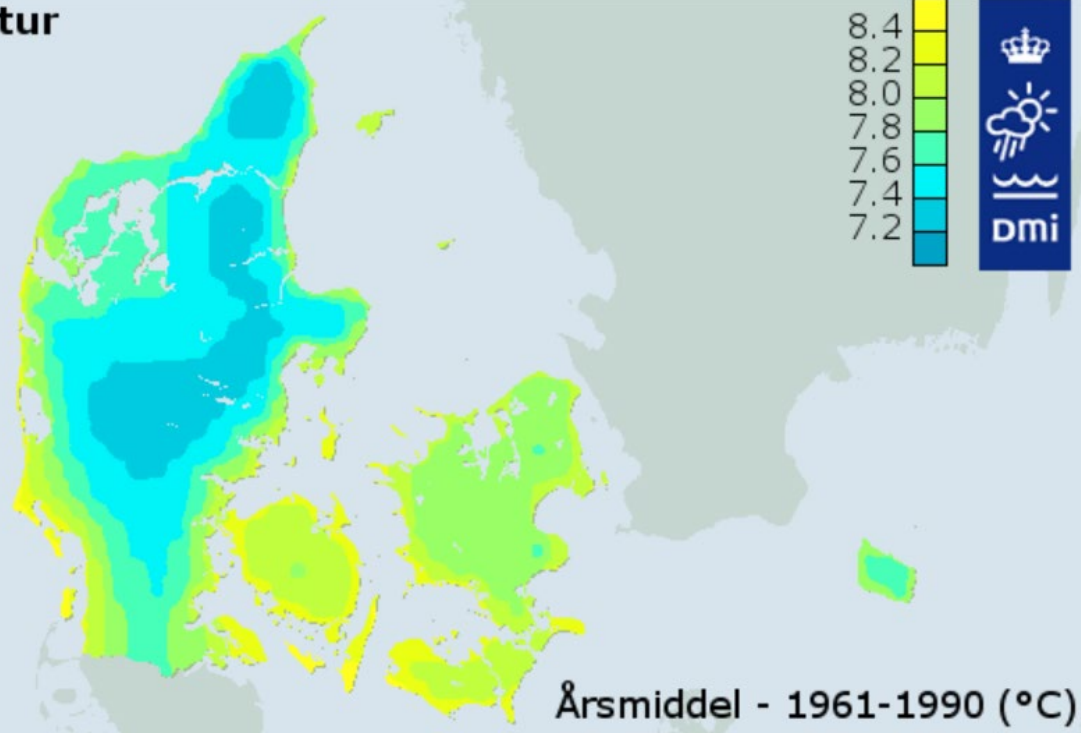
Mere fugt på vej...

Højere temperatur....

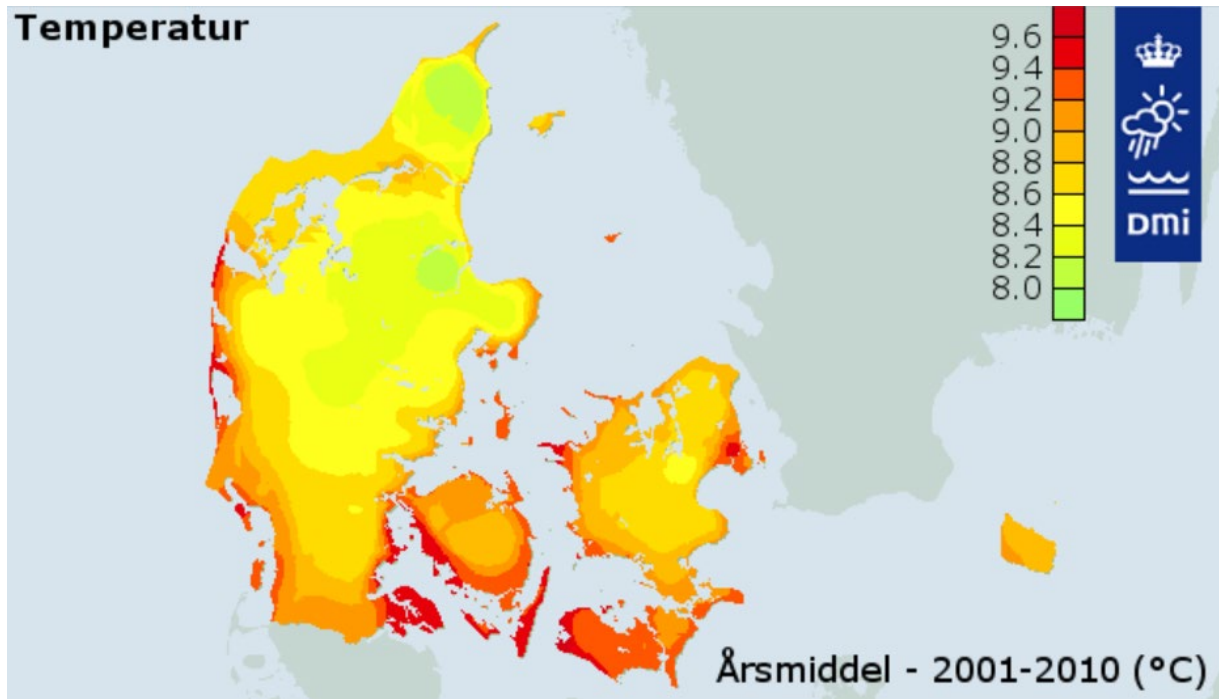
Dette fører til øget risiko for begroninger med alger og skimmelsvampe, samt angreb af insekter og trænedbrydende svampe.



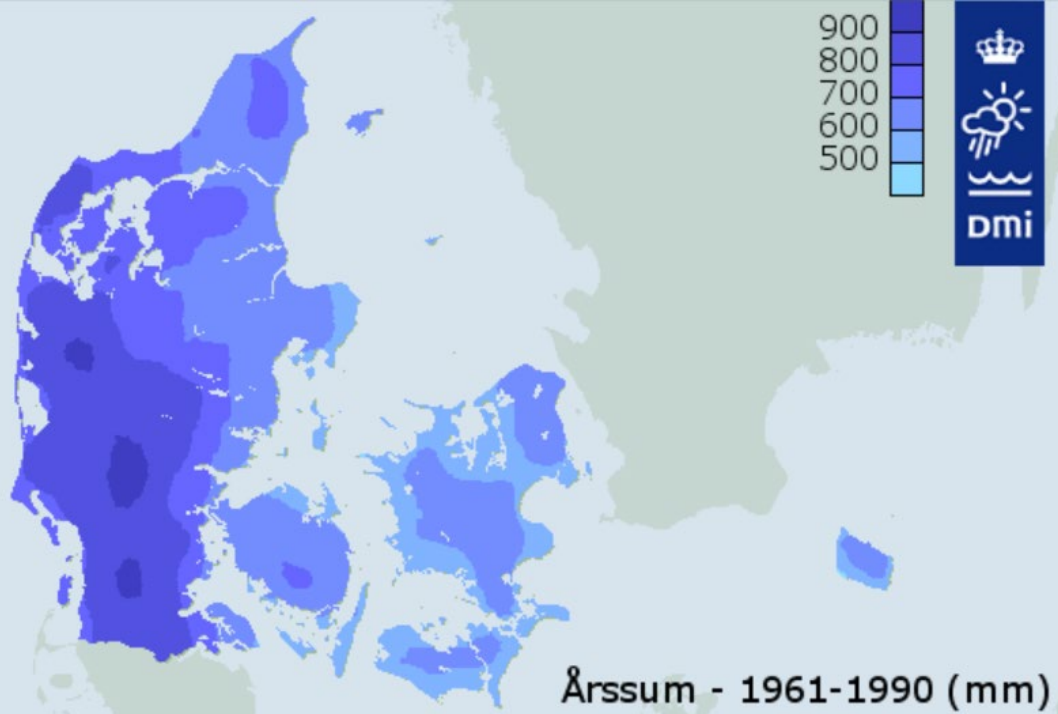
Temperatur



Temperatur

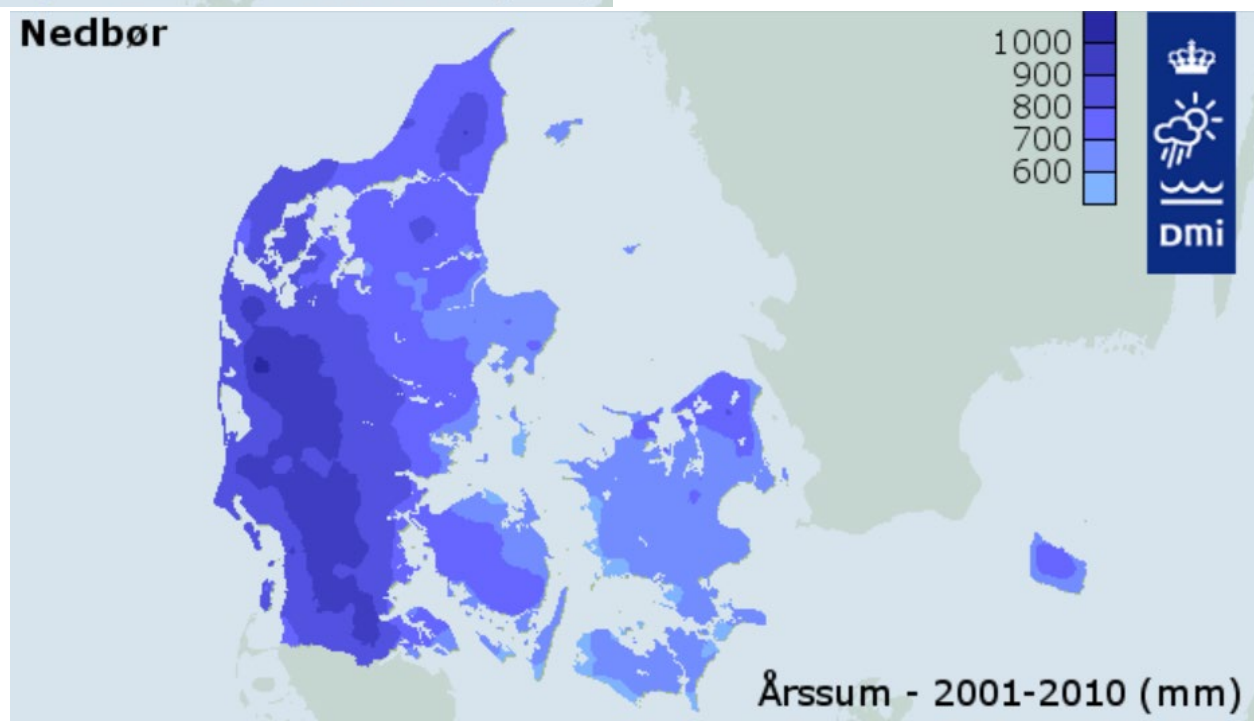


Nedbør



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Nedbør

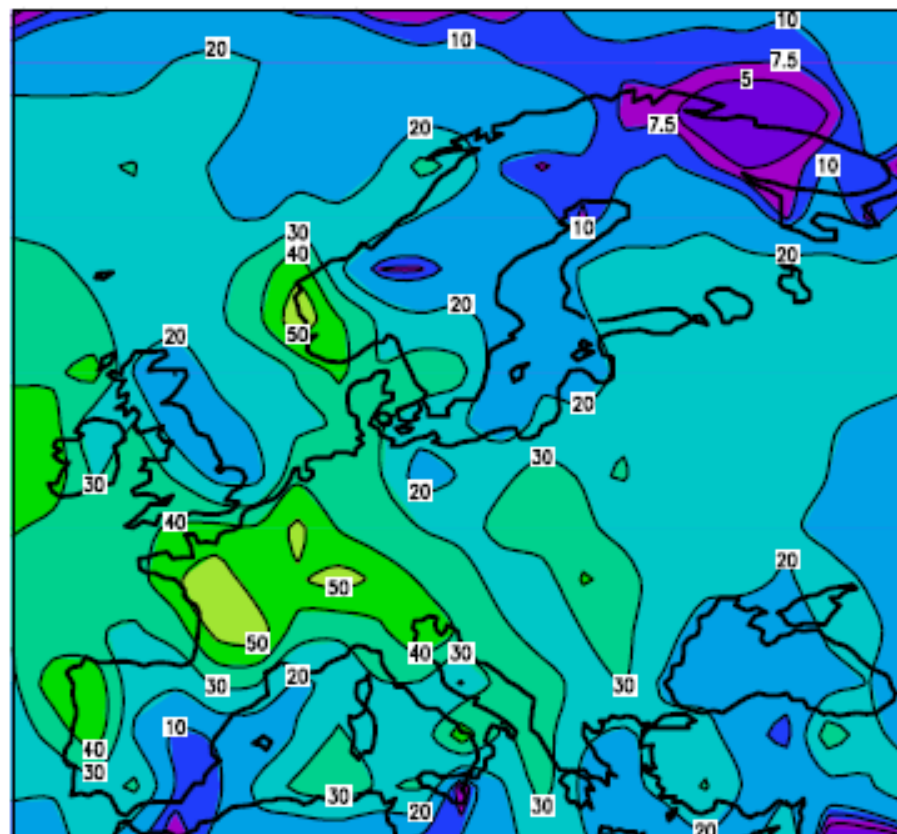


Klima påvirkninger

Fugt og temperaturs
indflydelse på nedbrydning af
små fyrreemner eksponeret
for vind og vejr i 10 år i
Europa.

Viitanen (2009).

Massloss (%) ERA40 1961–70



Træets egenskaber



TEKNOLOGISK
INSTITUT

HVILKE ARTER ER HOLDBARE?

Træarternes holdbarhed er opstillet i EN 350 (klasse 1 – 5), hvortil der ofte henvises i fx udbudstekster. EN 350 indeholder ikke alle træarter og er i høj grad baseret på forsøg, hvor træ er eksponeret i jordkontakt. ***Splintved er i holdbarhedsklasse 5 for alle arter.***

Hvorvidt træ er holdbart 'nok', afhænger af De opstillede krav. I nogle tilfælde er dansk dyrket gran (**4**) fint; i andre tilfælde er Western Red Cedar (**2**) eneste fornuftige valg.

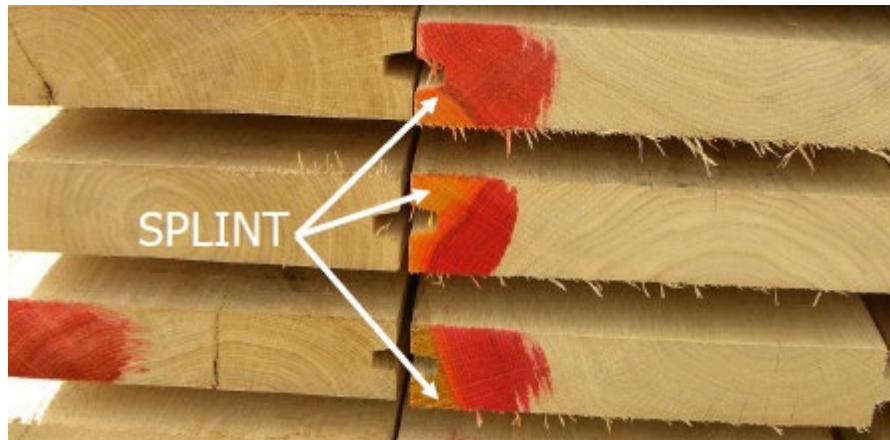
Spektret af muligheder er generelt stort og mange arter, som ikke anvendes i dag vil være fint egnede i mange sammenhænge.



Træets egenskaber

NATURLIGT HOLDBARE TRÆARTER

- En række træarter indeholder fra naturens side stoffer, som kan modvirke eller nedsætte hastigheden af svampeangreb
- Stofferne tilhører grupper af antioxidanter, metal chelatorer, vandafvisende stoffer (olie/harpiks) og 'giftstoffer'
- Koncentrationen af gift er meget lav og fungerer kun, fordi de øvrige stoffer hjælper til (synergieffekt)
- De beskyttende stoffer findes i **kernetræ** - mest i gamle træer og kernens yderste del
- Eksempler: fyr, lærk, ceder, teak, eg (foto)



Eksempel fra EN 350: 2016



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Bemærk fx forskel mellem Douglasgran fra EU vs. USA

N°	Scientific name	Code acc. to EN 13556	Common name	Origin	Density / kg/m ³ at 12 % MC	Durability of heartwood				Treatability		Sap wood width	Additional data / information when available
						Fungi	Hylotermites	Anobium	Termites	Heartwood	Sapwood		
23	<i>Pinus strobus</i> L.	PNST	E: Yellow Pine Weymouth Pine F: Pin Weymouth D: Weymouthskiefer strobe	N America;	400–410–420	4	D	S	S	2	1	b	Not resistant to marine borers
24	<i>Pinus sylvestris</i> L.	PNSY	E: Scots Pine Redwood F: Pin sylvestre D: Kiefer, Föhre	Europe	500–520–540	3–4 (2–5)	D	D	S	3–4	1	s-m	This species exhibits a wide range of durability against basidiomycete fungi when tested under laboratory conditions
25	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	PSMN	E: Douglas Fir F: Douglas D: Douglasie	N America cultivated in Europe	510–530–550 470–510–520	3 3–4 (3–5)	D	D	S	4	3 2–3	s	Not resistant to marine borers
26	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.	SESM	E: Sequoia D:	N America;		2	n/a	n/a	M	n/a	n/a	n/a	

The data given in the tables are based upon information drawn from various sources, including historical records, practical experience, laboratory tests, field tests and other data. Old data come from the previous version EN 350-2:1994. The omission of a species does not necessarily imply that it is unsuitable for use. A species can have been omitted because it was not considered of sufficient economic importance to be included, or because no or insufficient data were available to classify it.

Øvrige kilder



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Norsk undersøgelse med levetidsangivelser:

<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2440165>

Feltforsøg på TI (1999-):

<https://naturstyrelsen.dk/media/nst/64872/SNS-092-00021%20Slutrapport.pdf>

6. PREDIKERT LEVETID TIL TREPRODUKTER I NORGE

Ut i fra analyse av data fra flere omfattende feltstudier i Norge, gjennomgang av relevant litteratur og eksperterfaringer, er det utarbeidet tabeller for levetid (i år) for ett utvalg av trematerialer i ulike bruksområder utendørs i Norge. Tabellene (Tabell 6, 7 og 8) må anses som ett dynamisk dokument, og gir levetidsdata for materialer av bartre (Tabell 6), løvtré (Tabell 7) og furu yteved behandlet med ulike trebeskyttelsessystemer (Tabell 8).

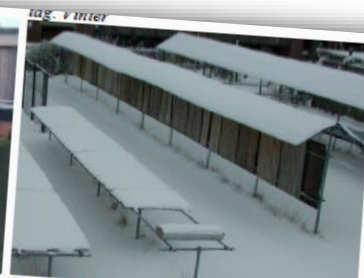
Tabell 6. Bartrematerialer, bruksområder og levetid med hensyn på råtesopp. Levetid i år er oppgitt som minste levetid ("worst case"), samt forventet levetid gitt en god konstruksjon. Over mark data er hentet fra testfelt i Bergen og Ås, jordkontakt data er hentet fra testfelt i Sørkedalen. I tillegg er antall år til oppnådd evaluering nivå 2 og nivå 3 er gitt i tabellen. Evalueringskriteriene er basert på en skala fra 0-4 hvor nivå 0 = ingen råte og nivå 4 = prøven knekker som følge av råte.

Bartrevirke:	Ref ¹	Bruk	Ar til oppnådd nivå 3		Ar til oppnådd nivå 2		Worst case (år)	Forventet (år)
			Bergen	Ås/Sørkedalen	Bergen	Ås/Sørkedalen		
Furu kjemved (Pinus sylvestris)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	>10	>15 4	6	8 3	<15 <15	60 >15 >5
Furu yteved (Pinus sylvestris)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	6	7 2	4	7 3	<10 <5 <5	>15 >5 >5
Gran A (Picea abies) Småle årringer (1 mm)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	8	8 4	6	7 3	<10 <10 <5	60 >5 <5
Gran B (Picea abies) Medium årringer (3 mm)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	8	5 2	6	7 2	<10 <10 <5	60 >5 >5
Gran C (Picea abies) Brede årringer (6 mm)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	8	5 2	5	7 2	<10 <10 <5	60 >5 >5
Sitka gran (Picea sitchensis) voksested: Vestlandet	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	8	8 2	5	7 2	<10 <10 <5	60 >15 >5
Lerk, kjemved (Larix sibirica) voksested: Russland	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	>15	>15	7	>10 5	<15 <5 <5	>15 >15 <10
Edelgran (Abies alba)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	5	5 3	5	4 2	<5 <5 -	>15 >10 -
Einer (Juniperus communis)	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	>20	>20 >10	>10	>15 7	<10 <10 <5	>10 >10 >5
Western Red Cedar (Thuja plicata) voksested: USA	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	>10	>10 4	7	9 3	<15 <10 <5	60 >10 >15
Douglas gran (Pseudotsuga menziesii) voksested: USA	4 1 1	Kledning Terrasse Jordkontakt	>20	>20	>10	>10 10	<15 <10	>15 >10

¹Referanse 1: Forsøksoppsettet er beskrevet i Fløte et al. (2008), forsøket er fortsatt pågående. Referanse 2: Forsøksoppsettet er beskrevet i Fløte et al. (2011), forsøket er fortsatt pågående. Referanse 3: Forsøksoppsettet er beskrevet i Westin og Alfredsen (2011), forsøket er fortsatt pågående. Ref. 4 Forslag fra ekspertgruppe.



Billede 3. Panelemner eksponeret lodret mod syd under tag. Forår umiddelbart efter opsætning år 2000.



Billede 4. Panelemner eksponeret lodret under tag mod nord samt panelemner eksponeret uden overdækning vandret. Vinter 2003.



Billede 5. Panelemner eksponeret uden overdækning lodret mod syd. Forår 2000.



Billede 6. Panelemner eksponeret uden overdækning lodret mod nord. Vinter 2003.



Billede 7. Panelemner eksponeret uden overdækning 45° mod syd. Forår 2000.



Billede 8. Panelemner eksponeret uden overdækning 45° mod syd. Forår 2003.

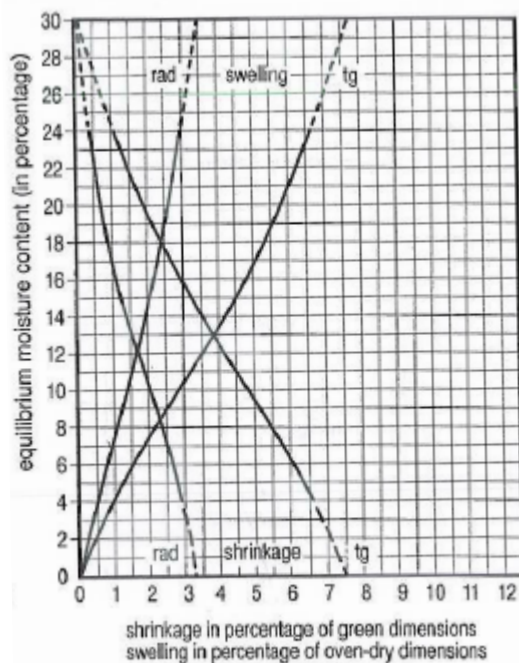
Træets egenskaber



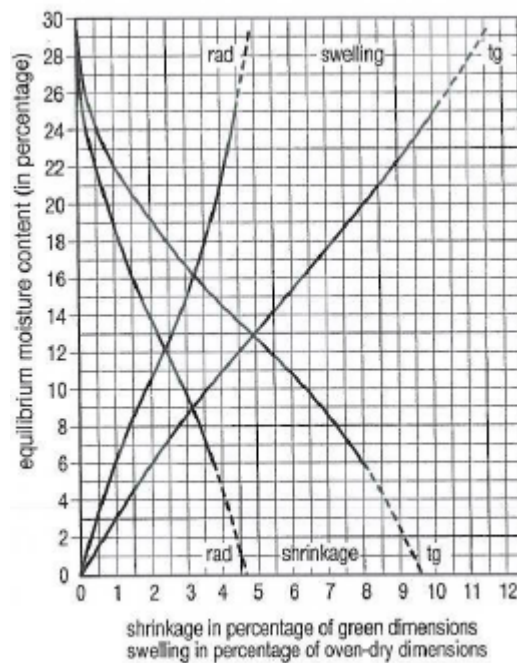
TEKNOLOGISK
INSTITUT

DIMENSIONSSTABILITET

Holdbarhed over for svampeangreb er vigtigt, men dimensionsstabilitet (altså at træet ikke 'arbejder' for meget) er også essentielt. Angives ofte med t/r-forholdet; forholdet mellem de to svindretninger, kan være misvisende, fx ved WRC, som har et t/r > forhold, men meget lave absolutte værdier...



Skovfyr, kerne



Sibirisk lærk, kerne

Figur: svind/svelning i tangentiell (t) og radiel (rad) retning ved forskellig træfugt% i forhold til dimension i helt tør tilstand

Hvis det ikke rækker...



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Forskellige industrielle behandlinger kan gøre en træart egnet til anvendelse på facader, selv om den fra naturens hånd ikke er forenelig med de stillede krav.

- Overfladebehandling
- Kemisk beskyttet træ
- Modificeret træ

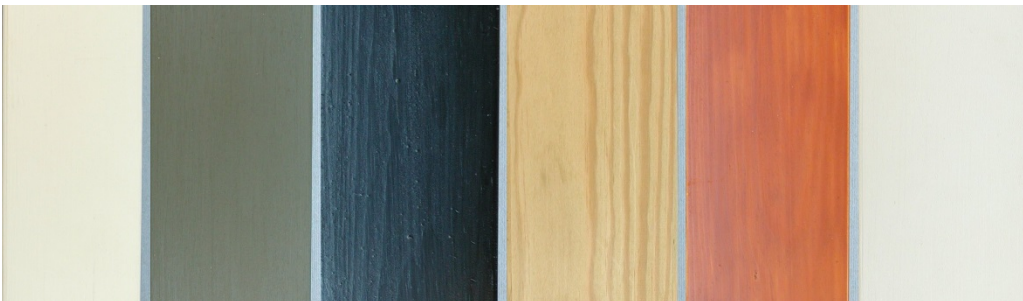


Overfladebehandling

En vandafvisende overfladebehandling kan forlænge levetiden af en træfacade væsentligt. Træ med høj stabilitet er gode substrater, fx Thermowood, Western Red Cedar m.fl., men også gran kan være udmærket.

Overfladebehandlet træ skal vedligeholdes med jævne mellemrum, og underlaget skal være i orden. inkl. konstruktionsdetaljer ↓

Permeabilitet og UV-bestandighed er afgørende for, hvor ofte der skal vedligeholdes ↓



Kemisk beskyttet træ

- Træ med lav eller begrænset naturlig holdbarhed kan beskyttes med biocider ved fx trykimprægning eller superkritisk imprægning. Biocider forhindrer svampe- og insektangreb.
- Princippet er, at den del af træet, som kan gennemtrænges med behandlingsmediet (fx vand med kobber), imprægneres, hvorefter vandet fordampes. Kobberet er nu deponeret i splint(træet).
- I Norden anvendes primært fyr.
- Superwood: Imprægning baseret på superkritisk CO₂ som bærestof af biocider, primært anvendes gran.
- De biocidholdige produkter er godkendt i EU, iht Biocidforordningen og underlagt strenge krav mht. effektivitet og miljøbelastning.



<https://www.tryktrae.dk/>

Royal olie behandling

- Trykimprægneret træ der efterfølgende koges under vakuum i linolie
- Giver en vandafvisende overflade
- Mere formstabil
- Mindsker udvaskning/miljøbelastning af biocider



Modificeret træ



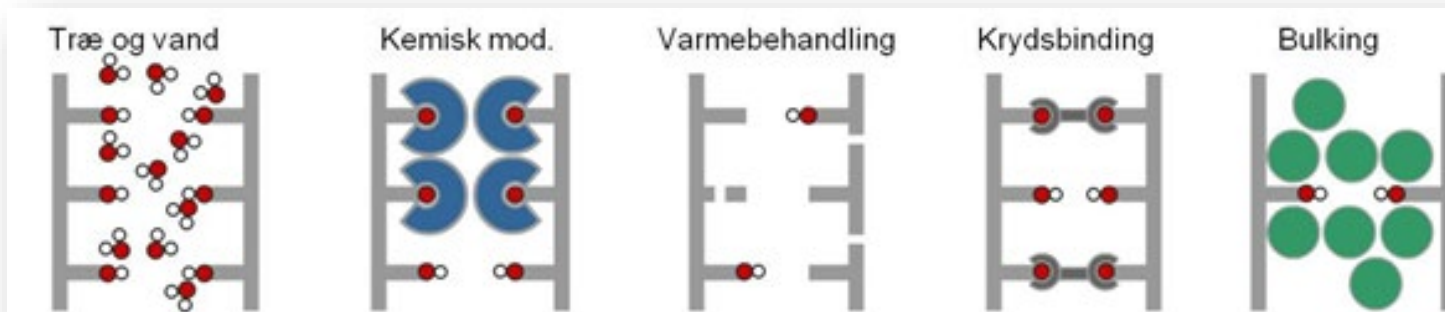
TEKNOLOGISK
INSTITUT

”Modificering af træ involverer en kemisk, biologisk eller fysisk påvirkning af træmaterialet, som resulterer i en ønsket forbedring af træets egenskaber i brugsfasen.

Det modificerede træ skal være ugiftigt i brugsfasen, og der må ikke ske udvaskning af giftige stoffer fra træet, når det er i brugsfasen, bortskaffes som affald eller genbruges.

Hvis modificeringen skal give øget beskyttelse mod biologisk nedbrydning, må dette ikke være ved brug af biocider.”

- Ændring af tekniske egenskaber
- Ugiftigt ved brug og bortskaffelse
- Biocidfrie systemer



Principskitse: celle vægge i træ, vandbinding, modificering

Modificeret træ



- Termisk (varmebehandlet)
- Accoya (anhydridmodificeret)
- Kebony (furfurylering)
- Silikater (vandglas)



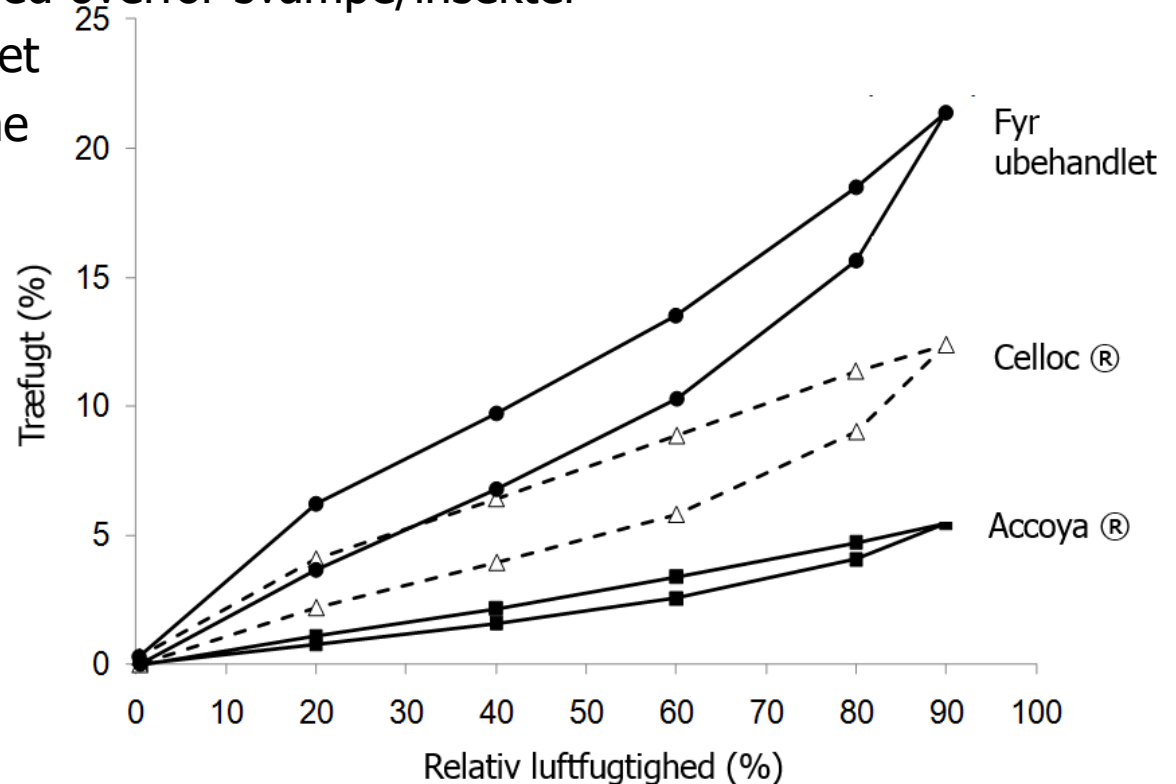
- I princippet ingen krav til dokumentation af virkning. Langt de fleste producenter tester dog effektivitet på samme måde som ses for biocidholdige produkter

Modificeret træ

Modificering af træ påvirker primært forholdet mellem træ og vand

Dette påvirker:

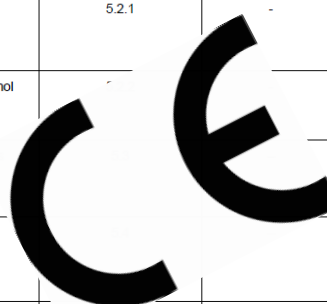
- Modstandsdygtighed overfor svampe/insekter
- Dimensionsstabilitet
- Varmeledningsevne



Dokumentation og mærkningsordninger





- CE i henhold til Byggevareforordningen, EN 13986, EN 14915
- Dokumentation af naturlig (eller påført) holdbarhed. CEN/TC 38: bl.a.: EN 350, EN 113, TS15083, TS 12037, EN 252
- NTR Kvalitetsmærkning af trykimprægneret træ i Norden

Construction product :		Solid wood panelling and cladding	
Intended use :		For use outside and/or inside buildings	
Essential characteristics	Requirement clauses in this European Standard	Levels and /or classes	Notes
Reaction to fire	5.1	Classes A1 to F	- CWFT acc. to Table 1, or - tested and classified acc. to EN 13501-1
Release of formaldehyde	5.2.1	-	Only for internal use According to Annex C E1 or E2
Content of pentachlorophenol	-	-	According to CEN/TR 14823 >5 x 10 ⁻⁶ or ≤ 5 x 10 ⁻⁶
Release of other danger substances	-	-	Declaration and test method as relevant, taking into account what is said in 5.3
Water vapour permeability	-	-	Not for internal sidings Tested in accordance with 5.4 and declared as value.
Sound absorption	-	-	Only for internal panelling Value
Thermal resistance express as thermal conductivity	5.6	-	Value
Resistance to fixings	5.7	-	Density pre-drilling advisable or necessary
Durability (biological risks)	4.6	-	According to EN 335 Use class



• NTR klasse A

Til brug i kontakt med jord og ferskvand, f.eks. stolper i jord

Wood protection class	NWPC quality mark
NTR M mod	
NTR A mod	
NTR AB mod	
NTR B mod	

brugt til at sikre, at træet ikke rådner ud over jord, f.eks. hegnsbrædder til maling. Er ikke klassificeret iht. de europæiske standarder.



Tak for jeres opmærksomhed – spørgsmål?

