

Nye bæredygtige huse af helt træ – med vedvarende holdbarhed



13:00 VELKOMST

13:10 SØREN VADSTRUP

LEKTOR PÅ KUNSTAKADEMIETS ARKITEKTSKOLE

HVORDAN KAN BYGGERIET BIDRAGE TIL REGERINGENS MÅL OM 70% CO2-REDUKTION I 2030?

13:30 FORSØGSHUS #1: NYE BÆREDYGTIGE HUSE AF HELT TRÆ - MED VEDVARENDE HOLDBARHED

13:50 SPØRGSMÅL

PAUSE

14:10 FINN STRABO,

ARKITEKT M.A.A HELSINGØR

ERFARINGER MED SØMBESLAG FRA ÆLDRE RESTAURERINGER AF BINDINGSVÆRKSHUSE

14:30 SØREN BAK ANDERSEN

PH.D-STUDERENDE PÅ KUNSTAKADEMIETS ARKITEKTSKOLE

CNC-FRÆSEDE TRÆSAMLINGER TIL NYE TRÆHUSE

15:00 LÆRERE OG LÆRLINGE FRA SNEDKERSKOLEN FORTÆLLER OM PROJEKTET. KJARTAN MOGENSEN M.FL.

15:10 SØREN VADSTRUP

LEKTOR PÅ KUNSTAKADEMIETS ARKITEKTSKOLE

FORSØGSHUS #2: ET NYT, ISOLERET OG BEBOELIGT BULHUS.

15:30 FOREVISNING AF FORSØGSHUS #1 PÅ ARKITEKSKOLENS BÆREDYGTIGHEDSUDSTILLING

HERUNDER SPØRGSMÅL OG DISKUSSION OGSÅ MED PROJEKTETS ØVRIGE PARTNERE FRA NEXT, NETVÆRK FOR BINDINGSVÆRK M.FL.

16:00 AFSLUTNING



Nye bæredygtige huse af helt træ – med vedvarende holdbarhed

Vedvarende energi

Vedvarende holdbarhed

- **Eksisterende bygninger** (ældre end 1960)
der vedligeholdes med de klassiske materialer og metoder
- **Nye bygninger?**
der er bygget af materialer, konstruktioner og detaljer m.v.
som på historiske bygninger, der påviseligt har holdt i over 200 år.



Nye bæredygtige huse af helt træ – med vedvarende holdbarhed

Projektets baggrund/forudsætninger

Nye bæredygtige bygninger skal kunne påvise, at de har en levetid på mindst 200 år.

Det kan f.eks. ske gennem referencer til materialer, konstruktioner og detaljer m.v. på historiske bygninger, der påviseligt har holdt i over 200 år.

1: ud fra vores kendskab til historisk træteknologi:

Hvad kan påviseligt holde i 200 år

2: ud fra vores kendskab til historisk træteknologi:

Hvad holder påviseligt ikke særlig længe

3: Ud fra vores kendskab til historisk træteknologi

Hvordan kan man udføre disse konstruktioner og detaljer i dag

Søren Vadstrup

Arkitekt m.a.a. forskningslektor på Kunstakademiets Arkitektskole



Hvordan kan byggebranchen bidrage til Regeringens mål om 70% CO₂-reduktion i 2030?

Eftermiddagsseminar på KADK om **nye bæredygtige huse af TRÆ – med vedvarende holdbarhed**
Den 13. november 2019

Præsentation



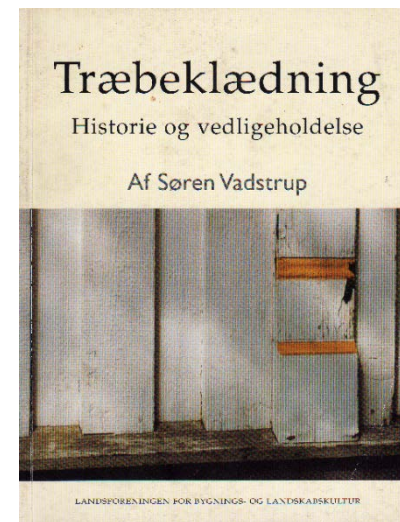
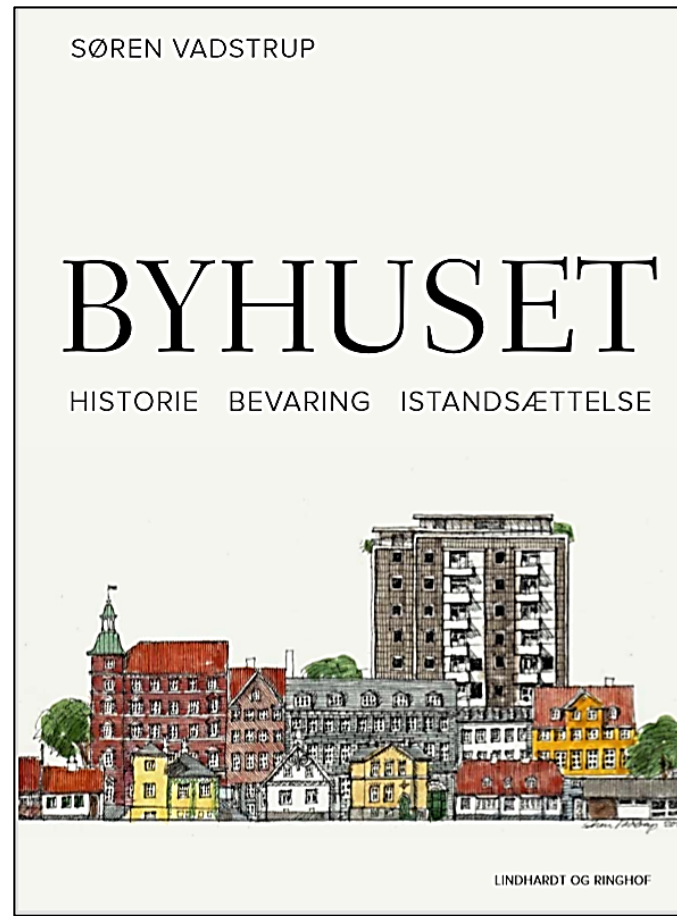
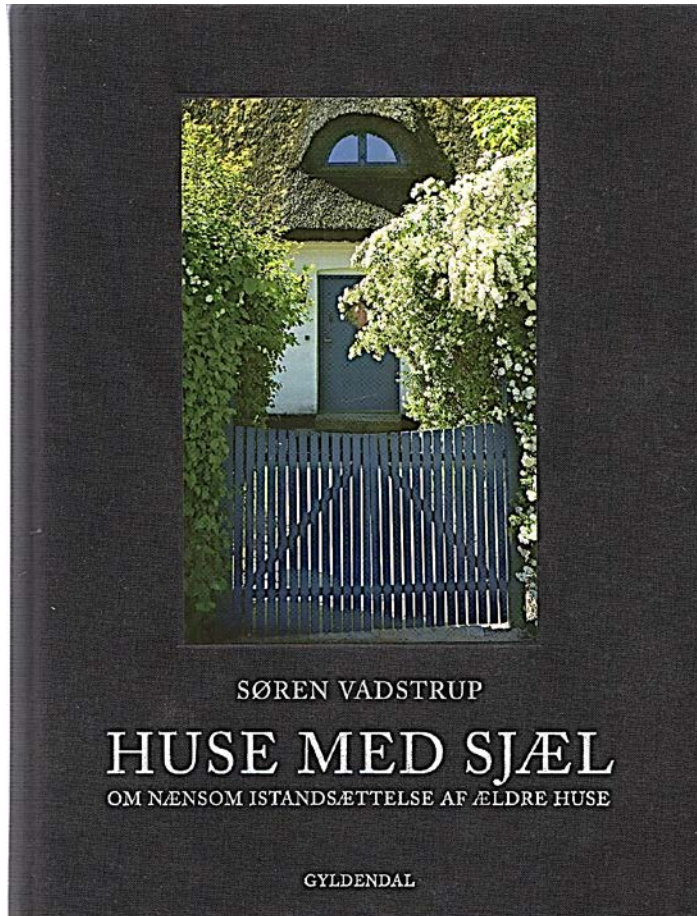
Søren Vadstrup

Arkitekt m.a.a. **restaureringsarkitekt**

Lektor på Kunstakademiets Arkitektskole

Underviser og forsker i

- Historiske byggematerialer (plus nye)
- Historiske bygningskonstruktioner (plus nye)
- Historiske håndværksmetoder (plus nye)
- Restaurering, vedligeholdelse og ombygning af eksisterende bygninger (ældre end 1960)
- Restaurerings-etik og restaureringshistorie
- Metoder til bygningsundersøgelser (Analyse og Værdisætning)
- Metoder til undersøgelser af byer, bebyggelser, pladser og byrum
- Bæredygtighed, genanvendelse og cirkulær økonomi (vedvarende holdbarhed)
- FN's Bæredygtigheds(lav)mål for byer og bebyggelser (Mål 11)
- Bevarelsen af landhuse og landsbyer i Danmark

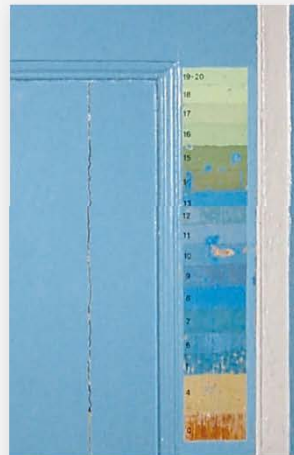




Håndværk,
materialer og
byggeteknik



Bevaringsværdige
bygninger



Vedvarende
holdbarhed for
bygninger



By- og
Bygningsundersø
gelser



www.bevardithus.dk/wp/forside/bevaringsvaerdige-bygninger/



www.bevardithus.dk





Søren Vadstrup

3 forskningsprojekter om restaurering og transformation af bygninger, bebyggelser og byrum (2011-2017)

- 1. *Bygningsrestaurering med klassiske materialer og metoder***
Ny viden om materialer og metoder, holdninger og principper til transformation og restaurering samt energiforbedring af ældre bygninger. (2009 –)
- 2. *Bygningskulturens værdi***
Nye metoder til analyse og værdisætning af bygninger, bebyggelser og byrum (2011 –2014)
- 3. *Bæredygtig bygningskultur***
Vedvarende holdbarhed. En undersøgelse af kulturarvens potentialer i forhold til bæredygtighed og cirkulær økonomi. (2014 –2017)

Bøger



Om Søren Vadstrup



Bevardithus.dk er oprettet, drevet og skrevet af arkitekt MAA Søren Vadstrup, forskningslektor på Kunstakademiets Arkitektskole, og mangeårig leder af Raadvad-Centeret, med det formål at videreformidle ny viden, fortrinsvis fra egne forskningsprojekter, i form af bøger, publikationer, NYHEDER, artikler, kurser, undervisning, foredrag og konkrete projekter.

[Læs mere](#)

Kategorier

- › Aktiviteter
- › Debat
- › Forskning
- › Generelt
- › Nyheder

Søg på hjemmesiden

Søren Vadstrup

Håndværk og Bygningsrestaurering
Forskning og ny viden om håndværket af ældre bygninger

2018

Håndværk og Bygningsrestaurering

Søren Vadstrup

Bevaringsværdige bygninger - Sikring af bevaringsværdier

2018

Bevaringsværdige bygninger

Søren Vadstrup

Bevaringsværdige bygninger - Gode løsninger til energiforbedring og indoklimafaldsk

2018

Bevaringsværdige bygninger

Søren Vadstrup

Vedvarende holdbarhed
Bæredygtighed og økonomi for bygninger

2018

Vedvarende holdbarhed

Søren Vadstrup

By- og Bygnings-Undersøgelser
Analyse og vurdering af bygninger, udbygninger og byplan

2018

By- og bygningsundersøgelser

Søren Vadstrup

Bevaringsplanlægning
Vejledning i bevarende lokalplaner efter ny-SAVE-metoden

2018

Bevaringsplanlægning

Søren Vadstrup

Genius Loci
Bygningskulturens immaterielle værdier

2018

Genius Loci

Søren Vadstrup

Bygningen som kundskabskilde
- ved restaurering og transformation

2018

Bygningen som kundskabskilde

Bygninger og bæredygtighed

Miljø, energi og CO2



Forskningsprojektet

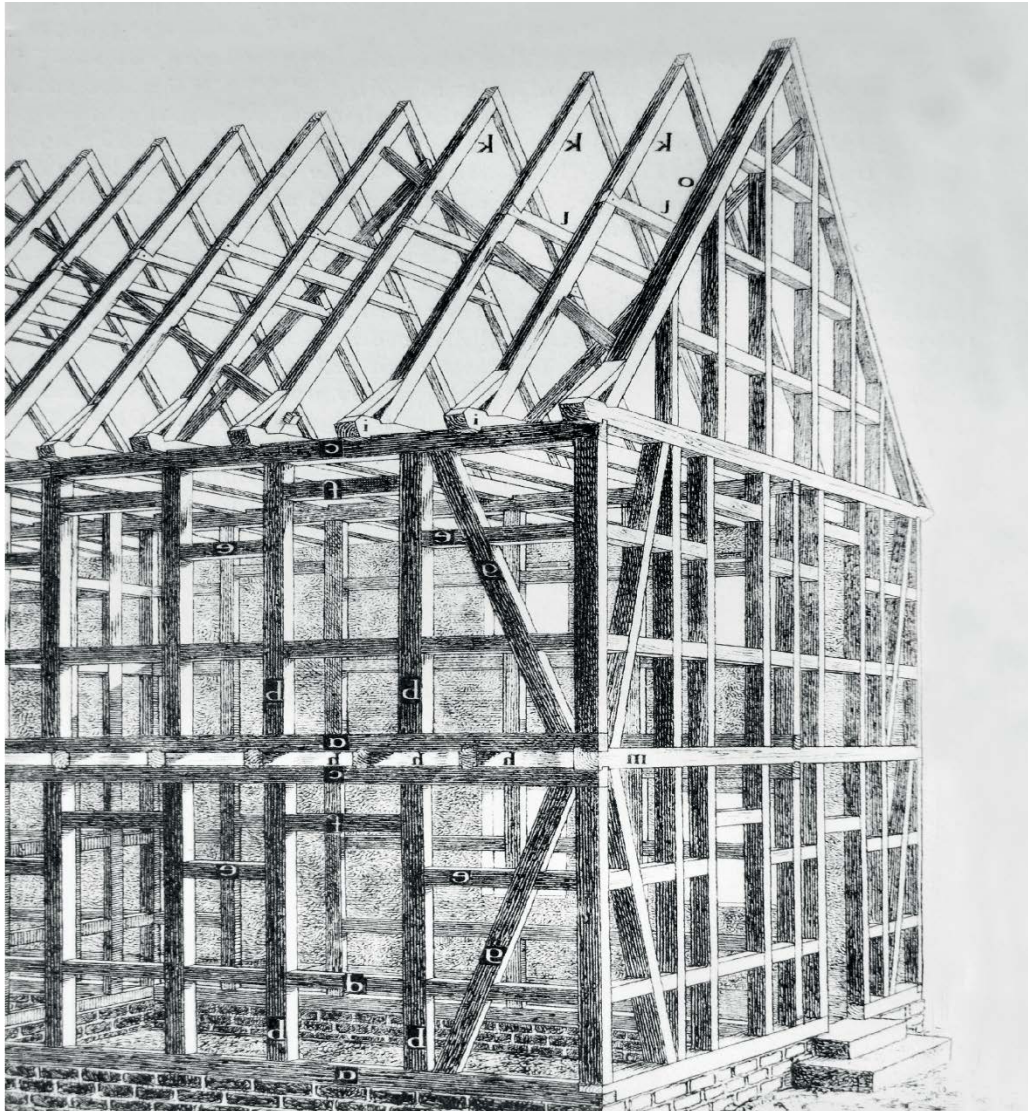
Vedvarende holdbarhed.

**En undersøgelse af kulturarvens potentialer i forhold til bæredygtighed og cirkulær økonomi.
(2014 –2017)**

Forskningsspørgsmål

1. Hvad er levetiden for eksisterende bygninger i Danmark?
2. Hvad er en bæredygtig bygning?
3. Hvad forstår man ved 'cirkulær økonomi' for bygninger?
4. Kan bygningskulturen (eksisterende bygninger) bidrage til en bæredygtig udvikling?
5. Er det muligt at istandsætte, energiforbedre og genbruge en eksisterende bygning, der er ældre end 1960, til fuld 'moderne' standard -uden at forringe bevaringsværdierne?
6. Og er dette også det mest bæredygtige og økonomiske valg i forhold til nedrivning og nybyggeri?

Et bindingsværkshus er et TRÆHUS

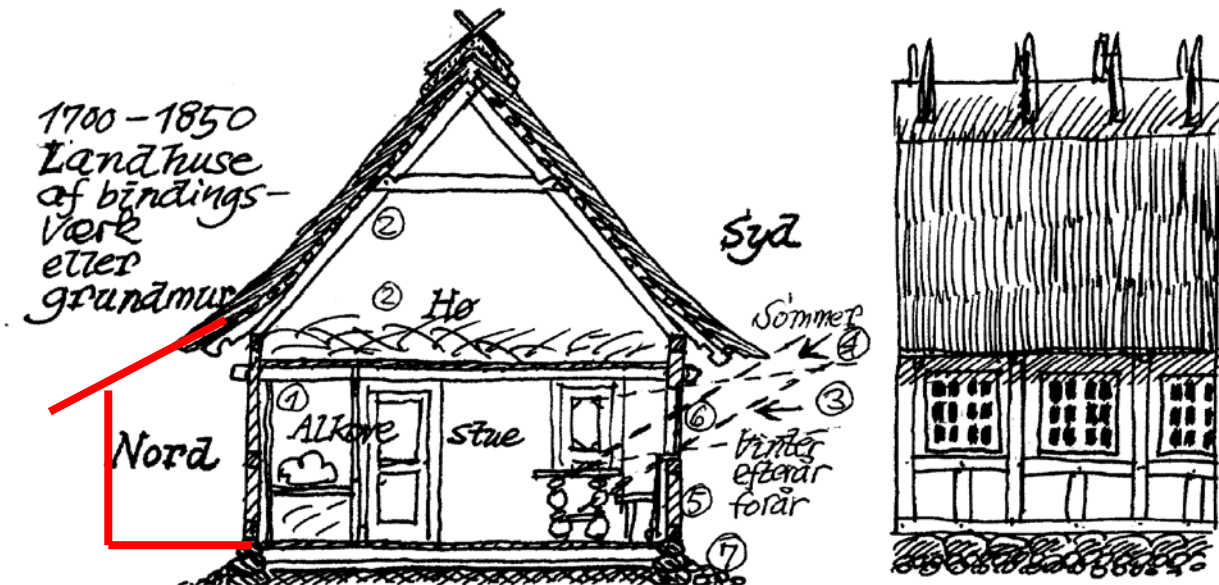


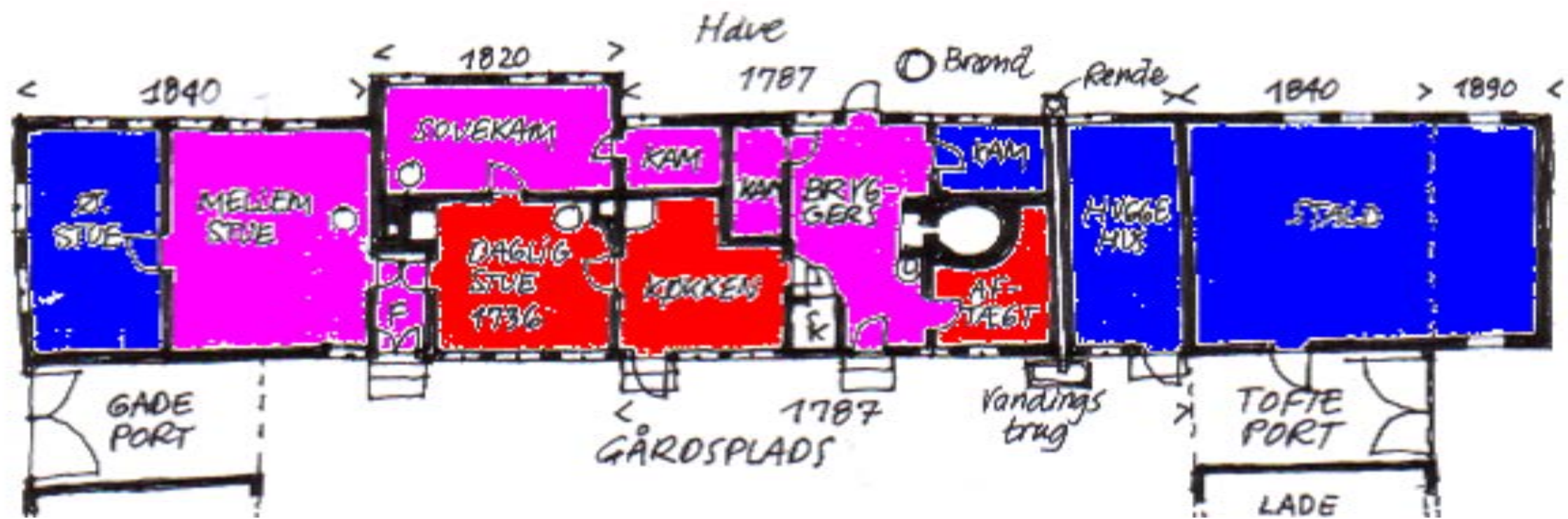


Ældre bygningers klimatilpasning

Landhuse i bindingsværk (styrtrumskonstruktion) med stråtag 1700-1800

1. Temperatur-buffer-zoner. Varmeisolerer den kolde nordside om vinteren
2. Stråtaget isolerer huset godt –sammen med et tykt lag hø på loftets styrtrum.
3. Huset får passiv solvarme efterår, vinter og forår gennem sydsidens massive 'vinduesbånd'
4. Om sommeren virker det 70 cm store tagudhæng som en effektiv solafskærmning mod overophedning
5. Ydervæggens lervægge virker som gode fugtbuffere for indeklimaet, sammen med de rå plankegulve
6. Vinduerne af kernetræ af fyr, har en foreløbig levetid på 230 år – 200 år mere kan forventes
7. Pigstensrenden langs ydermurene mindsker opsprøjt ved regnskyl
8. Huset er opført af lokale materialer (bl.a. *elmetræ*) og det er meget enkelt at vedligeholde –eller bygge om.
9. Om vinteren kan boligarealet indskrænkes –og udvides om sommeren for at spare energi
10. Huset opvarmes med brænde, der er CO2-neutralt







Stolpeskel på bindingsværksbygninger
(Brostræde Helsingør)
Konstruktiv træbeskyttelse, lang holdbarhed
(520 år), klimasikring (regnvand),
dekoration.



Bygninger og bæredygtighed (Miljø)

FN's Verdenskommission for miljø og udvikling (1987)

'Brundtland-Rapporten' Vores Fælles Fremtid: (hovedkonklusion)

"En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende generationers behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare."

- Vi skal **begrænse** de **tre B'er**: **B**iler, **B**øffer og **B**adeferier
- Vi skal købe ting i god kvalitet, beholde dem længe og reparere frem for at smide ud.



Bygninger og bæredygtighed (Miljø)

FN's Verdenskommission for miljø og udvikling (1987)

'Brundtland-Rapporten' Vores Fælles Fremtid: (hovedkonklusion)

"En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende generationers behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare."

Hvad betyder dette for bygninger, byggeri og byggebranchen?

1. Vi skal mindske eller stoppe udnyttelsen/forbruget af jordens begrænsede **naturressourcer**:
(sand, grus, vand, kalk, ler, jern, aluminium, råolie, træ (fra store træer), mm)
2. Vi skal mindske eller stoppe med at udlede 'klimagasser' som **CO₂**, der forværrer jordens klima
3. Vi skal mindske eller stoppe med at udlede **affald** – især farligt affald

Hvordan gør vi det???

Ved at købe ting i god kvalitet, beholde dem længe og reparere frem for at smide ud.

Det vil sige: **Bevare, ombygge og transformere flere eksisterende bygninger**
(opf. før 1960, gerne 100 – 200 år gamle) - **frem for nybyggeri.**



Bygninger og bæredygtighed (Miljø)

FN's Verdenskommission for miljø og udvikling (1987)

'Brundtland-Rapporten' Vores Fælles Fremtid: (hovedkonklusion)

"En bæredygtig udvikling er en udvikling, som opfylder de nuværende generationers behov, uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare."

Så i stedet for at **begrænse** de **tre B'er**: **B**iler, **B**øffer og **B**adeferier

Skal vi, når vi taler om bygninger og byggeri **fremme** de **tre L'er**

- **Lang holdbarhed** (d.v.s. mindst 200 år – evt. bygninger, der allerede **har** holdt i 200 år – d.v.s. vedvarende)
- **Lagring af CO₂** (i eksisterende bygninger – træ, mursten, beton)
- **Løbende vedligeholdelse**



Kan bygningskulturen bidrage til en bæredygtig udvikling?

Daniel Calleja Crespo, EU-kommissions generaldirektør for miljøet i maj måned, 2017:

- *Det er givet, at klodens indbyggertal vokser fra syv til ti milliarder over de næste årtier.*
- *Alt tyder på, at tre milliarder mennesker, yderligere vil rykke op i middelklassen, hvor man efterspørger bil, køleskab, vaskemaskine og mobiltelefon.*
- *Og alle beregninger viser, at der ikke er naturressourcer nok, til at dække behovet.*
- *Det ville kræve, at vi har tre jordkloder at trække på.*

Hvis Jorden skal overleve...

-skal vi undgå at forbruge begrænsede naturressourcer, fossile brændstoffer og producere affald.

De lande, byer og firmaer, der på en fornuftig måde kan løse disse tre problemer:

- Et mindre forbrug af klodens begrænsede naturressourcer,
- En lavere udledning af klimagasser,
- En minimering af affald, ikke mindst farligt og giftigt affald,

-går en gylden fremtid i møde.

Mens de lande, byer og firmaer, der fortsat vil være afhængige af og forbruge masser af nye råvarer, fossile brændstoffer og kræver plads til affald, der i bedste fald alle tre dele bliver rasende dyre,

-vil tabe i fremtiden.

Kan bygningskulturen bidrage til en bæredygtig udvikling?



Byggebranchens parallel til dette er, at:

Hvis Jorden skal overleve...

-skal vi undgå at forbruge begrænsede naturressourcer, fossile brændstoffer og producere affald.
(kalksten, sand, grus, ler, jern, aluminium, råolie (plastikstoffer), træ (fra store træer))

De lande, byer og firmaer, der kan specialisere sig i at **sætte eksisterende ældre bygninger i stand**, så 90-95% af disse materialer kan genbruges på stedet, med et ekstremt lille materiale-, energi-og affaldsforbrug,

-går en gylden fremtid i møde.

Mens de lande, byer og firmaer, **der river gamle bygninger ned**, for at bygge nyt, lige meget hvor 'bæredygtigt' og 'cirkulært' dette er, og hvor meget man genanvender og 'upcycler' fra de gamle bygninger,

-vil tabe i fremtiden.

Deres problem er, at de forbruger begrænsede råvarer og fossile brændstoffer og kræver plads til giftigt og farligt affald.

Dette nævnes eller diskuteres stort set ikke, når man taler om bæredygtigt byggeri og cirkulær økonomi i Danmark



Bygninger og bæredygtighed

Konklusion

Lang/vedvarende holdbarhed er det allervigtigste bæredygtighedsparameter for bygninger.

Langt vigtigere end et lavt energiforbrug, design for disassembly, vugge-til-vugge, genbrug af byggematerialer, DGNB, BREEM, LEED, LCA, osv

- Det sparer begrænsede naturressourcer
- Det udleder mindre CO₂
- Det mindsker udledningen af affald

Spørgsmålet er derfor:

Hvordan designer vi bygninger med vedvarende holdbarhed

Husk, vi har ca. 2,5 mio. af disse i forvejen

– bygget mellem 1160 og 1960.

- kan vi lære noget af dem?



Sustainable = vedvarende, holdbart

Det skal tilføjes, at ordet **sustain** i engelsk-danske ordbøger fra før 1987 oversættes med
Sustain = 'støtte, holde oppe, opretholde, vedligeholde' og
Sustained = 'vedvarende, langvarig'
Sustainable = vedvarende, holdbart

– noget som både den tyske, franske og svenske oversættelse af begrebet *sustainable* har fokus på gennem oversættelserne **nachhaltig** (vedvarende, holdbart), **durable** (holdbart, robust, slidstærk) og **hållbar**.

Den danske udtryk **bæredygtig** mangler helt dette aspekt af ordet, og det præger meget tydeligt de fleste debatter, holdninger og anbefalinger på dette område.

Men især når det drejer sig om byer og **bygninger**, er oversættelsen **holdbar og vedligeholde** i virkeligheden langt mere dækkende end **bæredygtig**.

Dette er et decideret dårligt, forfejlet og upræcist ord, som man kan lægge alt muligt i, eksempelvis nedrivning. Det kan man *ikke* med oversættelsen *vedvarende, holdbar og vedligeholde*.

Dette nævnes eller diskuteres stort set ikke, når man taler om bæredygtigt byggeri og cirkulær økonomi i Danmark



Sustainable = vedvarende, holdbart

Det er derfor alt for overfladisk og unuanceret, bare at tale om 'bæredygtige bygninger', 'bæredygtigt byggeri' eller 'bæredygtige byer'. Man må forklare, hvori bæredygtigheden består i forhold til at

- minimere forbruget af de begrænsede naturressourcer,
- udledningen af CO₂ – eller ligefrem **lagring af CO₂**
- og produktion af affald
- – samt byggeriets **vedvarende holdbarhed**.

Dette nævnes eller diskuteres stort set ikke, når man taler om bæredygtigt byggeri og cirkulær økonomi i Danmark

Bygninger og bæredygtighed (Miljø)



Bæredygtighed = Nedrivning af eksisterende bygninger og opførelsen af nye
Uden genbrug, genvinding eller nyttiggørelse. **Kun** affald, CO₂-forbrug og brug af begrænsede naturmatr.

Vedvarende holdbarhed.

En undersøgelse af kulturarvens potentialer i forhold til bæredygtighed og cirkulær økonomi. (2014 –2017)



Forskningsprojektets konklusioner:

1. Bygninger, der er opført før ca. 1960 –skal vedligeholdes og istandsættes med nogle *helt andre materialer*, end bygninger, der er opført efter ca. 1960. Næmlig de klassiske byggematerialer, bygningskonstruktioner og håndværksmetoder (60-80% vedligeholdes forkert). Herved kan de opnå en (stort set) ubegrænset/**vedvarende holdbarhed** og levetid.
2. En bæredygtig bygning er først og fremmest en bygning, der *har holdt længe* –eller som holder længe – faktisk ubegrænset -hvis den løbende **vedligeholdes og ombygges** med de klassiske materialer og metoder.
3. Genanvendelse og cirkularitet for bygninger skal opdeles i *3 niveauer* efter deres grad af bæredygtighed: **Højt** 90-100% (bevaring), **middel** 40-50% (genbrug/genvinding) og **lavt** 40-50% (nyttiggørelse).
4. De lande, byer og firmaer, der kan specialisere sig i at sætte eksisterende ældre bygninger i stand, så 90-100% af disses materialer kan genbruges på stedet, med et ekstremt lille materiale-, energi-og affaldsforbrug –**udgør fremtidens bæredygtige udvikling**.
5. Forskningsprojektet har vist, at det er muligt at istandsætte, energiforbedre og genbruge en *eksisterende bygning*, der er ældre end 1960, til fuld ‘moderne’ standard -uden at forringe bevaringsværdierne. Og at dette også er såvel det mest **bæredygtige** som det mest **økonomiske** valg.



Bygninger og bæredygtighed

Præciseret **DEFINITION** på bæredygtighed for bygninger

En bæredygtig bygning (**herunder en træbygning**), er derfor en bygning, der:

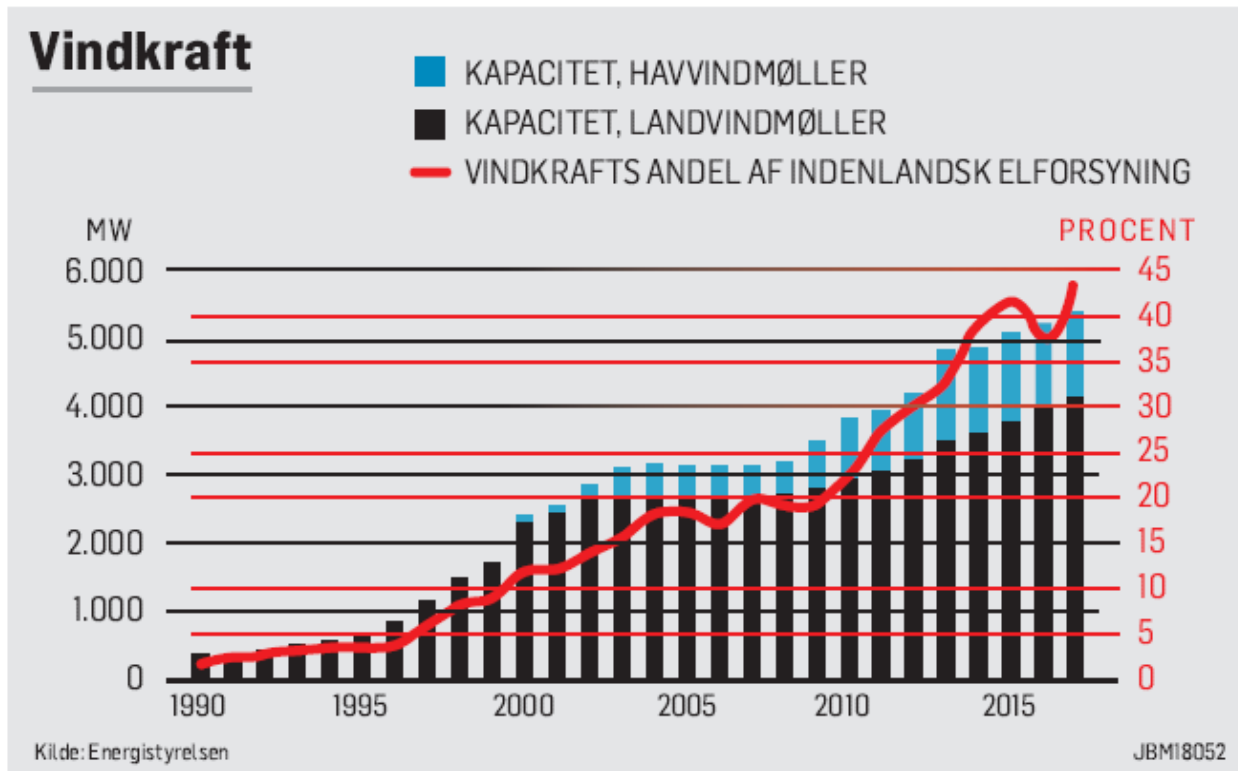
1. **Har** holdt meget længe (60 –200 år*) – og herefter kan genanvendes på stedet ved at blive vedligeholdt, istandsat og ombygget med omtanke, så holdbarheden fortsætter ligeså længe - faktisk vedvarende, hvis den løbende vedligeholdes og energiforbedres med de klassiske materialer og metoder. (*stråtage og skorstenspiber undtaget).
2. **Er bygget til** at holde meget længe, fordi den består af materialer og konstruktioner med en meget lang - mindst 200 år* – levetid og holdbarhed, og med en enkel og miljøvenlig vedligeholdelse. (*stråtage og skorstenspiber undtaget). NB.: Opførelsen af et nyt hus må ikke 'koste' nedrivningen af en eksisterende bygning – det er ikke bæredygtigt.
3. Har et **lavt energiforbrug**, baseret på vedvarende og CO₂-neutrale energikilderne og isoleringsmaterialer med meget lang levetid (200 år).

Man kan meget kort også sige, at *en bæredygtig bygning* er en bygning med *ubegrænset eller vedvarende holdbarhed*.



Bygninger og bæredygtighed (CO2)

- Bygninger er ansvarlige for 40% af Danmarks samlede CO2-udslip
- Det halve af dette (20% af Danmarks samlede CO2-udslip) vedrører opførelsen af nye bygninger
- Den anden halvdel af dette (20% af Danmarks samlede CO2-udslip) vedrører bygningernes drift (varme, el, mm)
- I forhold til CO2 kan bygningernes opvarmning og el-forbrug gøres CO2-frit i løbet af få år via møller og solceller



Vindkraft –
Andel af den indenlandske elforsyning
for 2017 udgivet nov. 2018 (Energistyrelsen)

Bygninger og bæredygtighed (CO2)



- Bygninger er ansvarlige for 40% af Danmarks samlede CO2-udslip
- Det halve af dette (20% af Danmarks samlede CO2-udslip) vedrører opførelsen af nye bygninger
- Den anden halvdel af dette (20% af Danmarks samlede CO2-udslip) vedrører bygningernes drift (varme, el, mm)
- I forhold til CO2 kan bygningernes opvarmning, el-forbruges gøres CO2-frit i løbet af få år via møller og solceller
- **Byggebranchens største problem i forhold til CO2 er derfor *opførelsen af nye bygninger***
- Denne CO2-udledning kan også forholdsvis nemt reduceres
- Nemlig ved at bevare, ombygge og transformere flere eksisterende bygninger (opf. før 1960, gerne 100 – 200 år)
- F.eks. via 80% bevaring og ombygning og 20% nybyggeri (der ikke må 'koste' eksist. bygninger)
- Vi har i Danmark meget store erfaringer og ekspertiser i netop dette, opnået og udviklet gennem mere end 50 år

Bygninger og bæredygtighed (energiforbrug)

Det er en udbredt myte, at ældre bygninger er meget store forbrugere af energi og udledere af CO₂.

Men det er ikke de ældre bygninger – *i sig selv* – der har et højt energiforbrug.
Det er beboernes konkrete brug og adfærd.

Bygningen betyder relativt lidt, og det ses næsten altid, at når ældre bygninger bliver energiforbedret – at så stiger det målte energiforbrug i disse.

Bygninger og bæredygtighed (energiforbrug)

Mange 'energirenoveringer' på ældre bygninger:

- Forringer arkitekturen
- Har dårlig holdbarhed (mineraluld, plastikdampspærrer, gipsplader, spånplader, sømbeslag)
- Har dårlig økonomi (tilbagebetaling)
- Forøger CO₂-forbruget – på kort sigt (udskiftning med termovinduer)
- Indeholder mange nye og uprøvede materialer med kort levetid og skadelige miljømæssige egenskaber
- Bl.a. farlige kemikalier

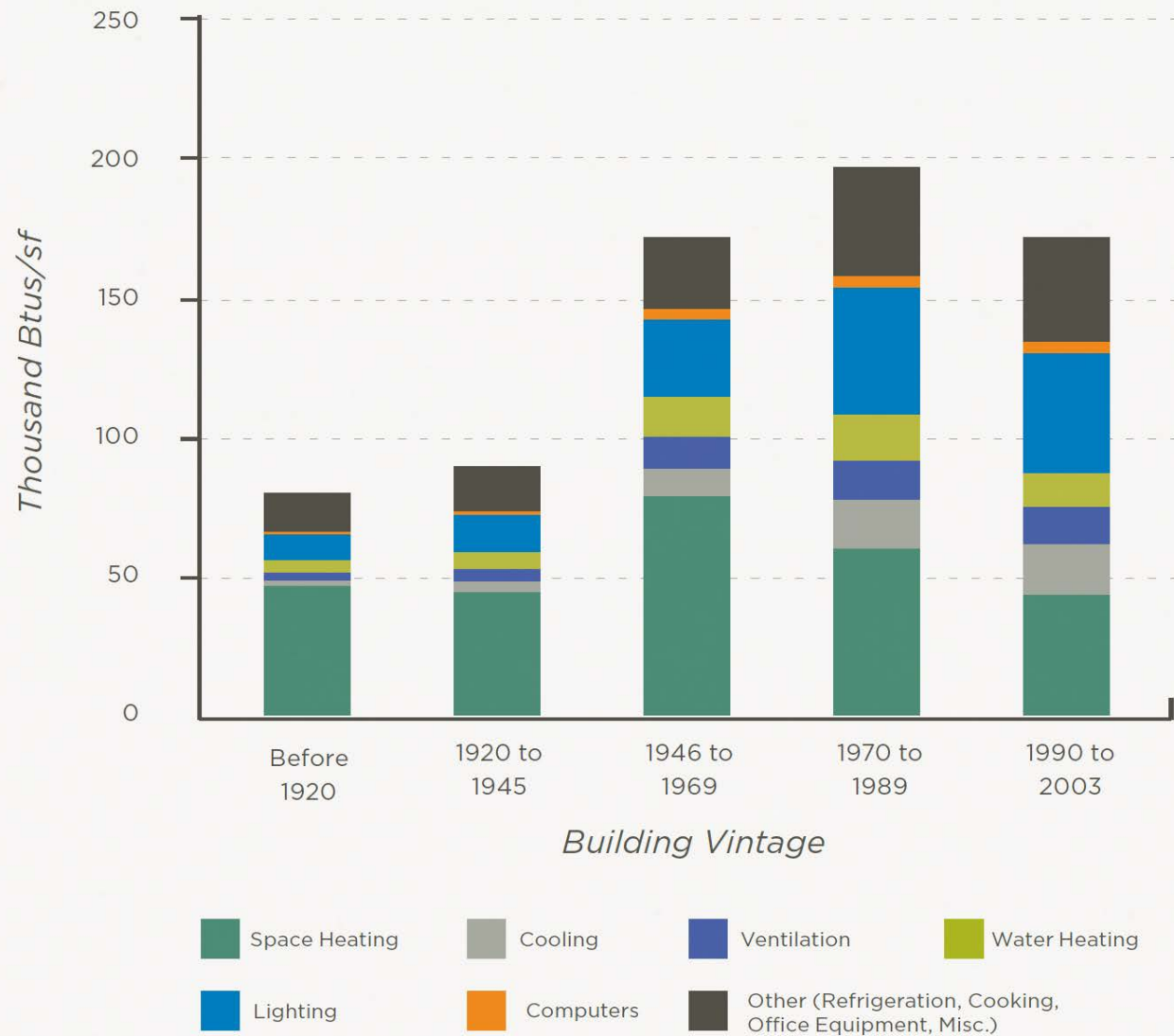
Langt de fleste 'energirenoveringer' på ældre bygninger, **fremmer nedbrydningen** af disse (råd, svamp, skimmel) – og forkorter dermed deres levetid – og **hæmmer dermed en bæredygtig udvikling**

Alle **energiforbedringer** på eksisterende bygninger skal **først og fremmest** fremme deres vedvarende holdbarhed.

Dernæst skal man se på brugernes og beboernes adfærd og energiforbrug

Det **målte** energiforbrug er derfor det mest retvisende tal for en bygnings energiforbrug. Og ikke det **beregnete**.

Figure 3: Commercial Building Energy Use by Vintage

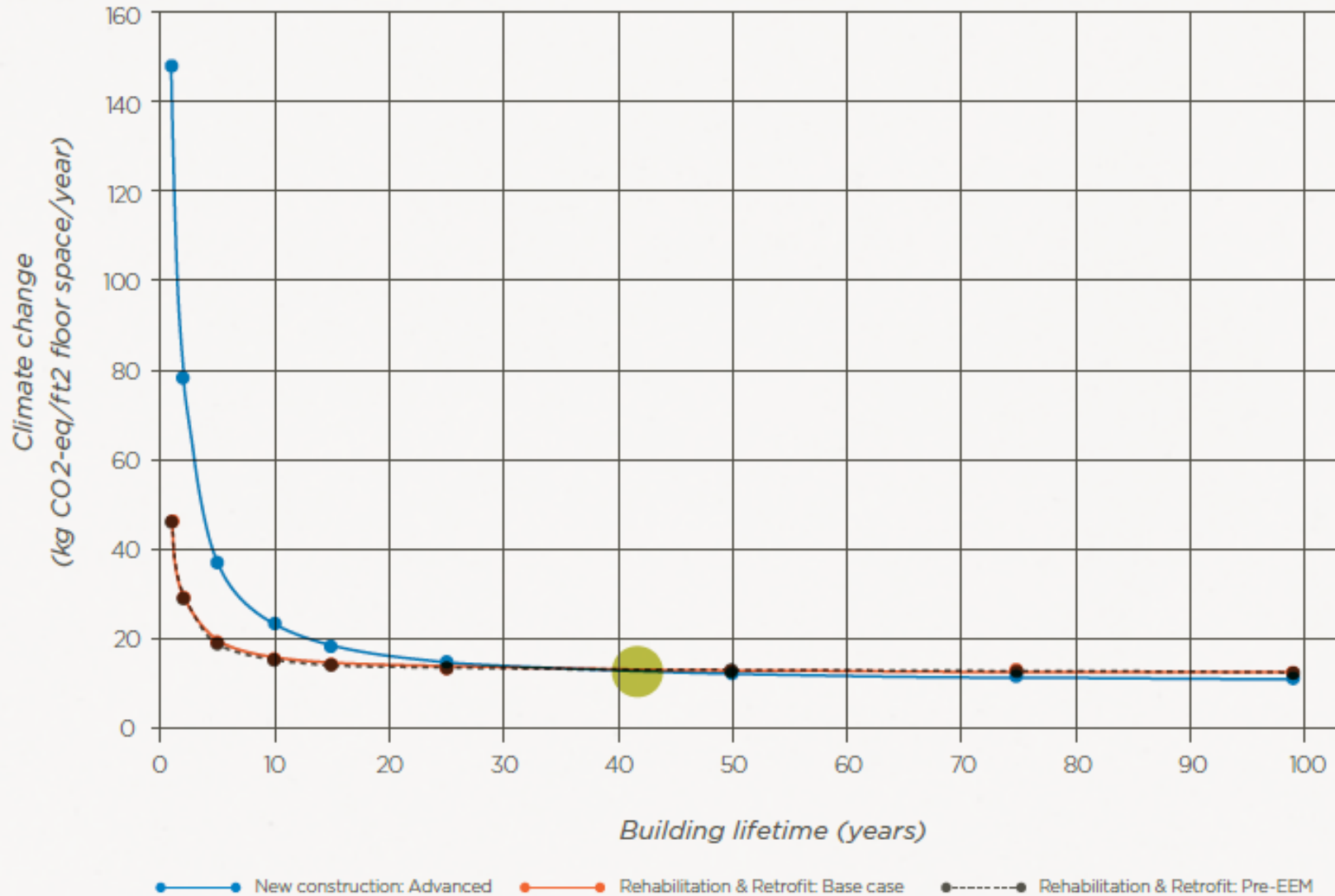


Source: U.S. Energy Information Administration, Commercial Buildings Energy Consumption Survey (2003).

Ældre bygninger har ofte et lavere målt energiforbrug end nye bygninger

Når ældre bygninger bliver energiforbedret i dag – så stiger det målte energiforbrug i bygningen

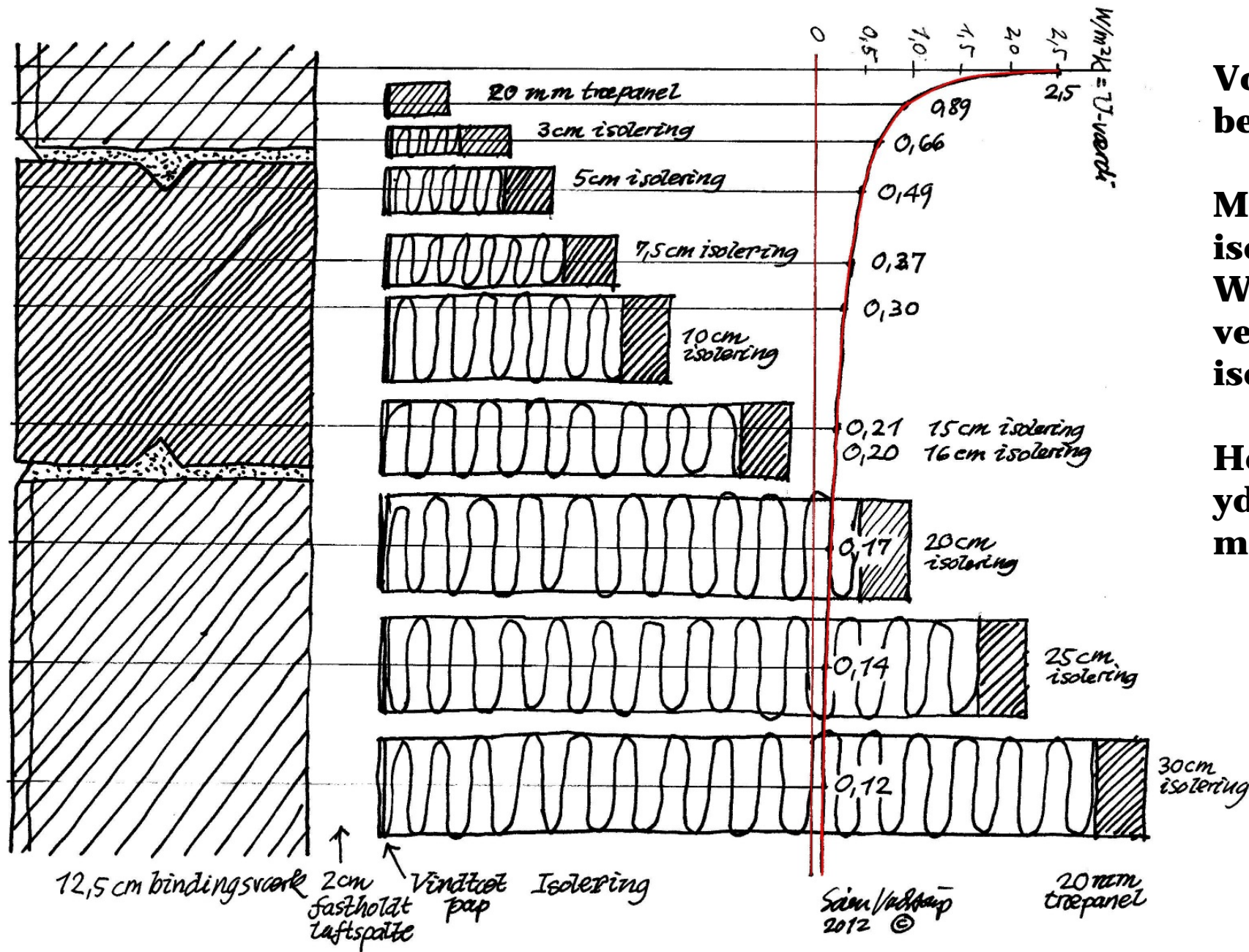
Figure 27. Climate Change Impacts for Pre-EEM and Base Case Reuse Versus Advanced Case New Construction for Commercial Office Buildings in Portland



The Pre-EEM test condition, shown as the dotted black line, yields roughly the same climate change impacts as applying efficiency measures to improve upon its energy performance.

Det tager **40 år** før en nyopført lavenergibygning 'overhaler' en ældre bygning, der bliver istandsat og energiforbedret i CO₂-forbrug pr m²

Hvis opførelsen af den nye bygning medfører nedrivningen af en eksisterende bygning – går der **80-100 år** før kurverne krydser.



Voldsom efterisolering betaler sig ikke.

Maksimum i isoleringsevne per W/m²K og per kr. nås ved 15 cm isoleringstykkelse.

Herefter er effekten af yderligere cm isolering minimal.



Bygninger og bæredygtighed

Nybyggeriet belaster især miljøet og CO₂-balancen indenfor tre områder:

- Gennem **CO₂-udledningen** fra produktionen af meget energikrævende **byggematerialer**: Beton, kalkmørtel, rudeglas, mineraluld, mursten og stålprofiler m.m. Eller meget lidt holdbare byggematerialer som spånplader, limtræ, plastik, gipsplader mm.
- Gennem et stort forbrug af Jordens begrænsede **naturressourcer** som sand/grus, ler, kridtsten, vand, jern, råolie og træ fra store skove, der er over 100 år om at vokse op.
- Produktion og deponering af **byggeaffald** fra nedrivninger, produktion og spild af byggematerialer fra byggeprojekter.

Eksisterende bygninger belaster især miljøet og CO₂-ballancen indenfor to områder

- Vedligeholdelse af klimaskærmen: Facader, sokler, vinduer, døre, trapper, tage, murede skorstenspiber
- Udskiftning af tage og skorstenspiber (tagsten kan genbruges 3 gange, med omlægning ca. hvert 100. år)

Selve opvarmningen af både nye og eksisterende bygninger vil om forholdsvis kort tid, og inden 2030, kunne være fossilfri og basere sig på vedvarende energikilder.

Historiske træbygninger i Danmark

Historiske træbygninger i Danmark



Tagværker i romanske kirker	1100-tallet
Middelalderlige klokkestabler	1360-erne
Bindingsværksbygninger	1550-erne
Bulhuse	1660-erne
Vinduer af træ	1720-erne
Bræddebeklædninger Chr.feld	1770-erne
Kanonbådsskurene, Holmen	1820-erne
Vallekilde Højskole (Andr. Bentsen)	1869
BMF-Vinkelbeslag af jern lanceres	i 1956

foreløbigt

870 år
660 år
470 år - til ca. 1945
340 år – til ca. 1790
300 år – til ca. 1960
250 år – på murede huse
200 år – bræddebeklædt bindingsværk
150 år – bræddebeklædt bindingsværk – til ca. 1960 af Boulstrup MaskinFabrik', ved Odder.



Strandgade 27 i Helsingør
Opført 1577 – *foreløbigt* 442 år



Klokkestabel i Kliplev
1360-erne

Historiske træbygninger i Danmark



Tagværker i romanske kirker	1100-tallet
Middelalderlige klokkestabler	1360-erne
Bindingsværksbygninger	1550-erne
Bulhuse	1660-erne
Vinduer af træ	1720-erne
Bræddebeklædninger Chr.feld	1770-erne
Kanonbådsskurene, Holmen	1820-erne
Vallekilde Højskole (Andr. Bentsen)	1869
BMF-Vinkelbeslag af jern lanceres	i 1956

foreløbigt

870 år
660 år
470 år - til ca. 1945
340 år – til ca. 1790
300 år – til ca. 1960
250 år – på murede huse
200 år – bræddebeklædt bindingsværk
150 år – bræddebeklædt bindingsværk – til ca. 1960 af Boulstrup MaskinFabrik', ved Odder.



Plums Trælade i Assens
Danmarks største træbygning, opført i 1915



Klokketabel i Kliplev
1360-erne

Historiske træbygninger i Danmark



Bindingsværkshus fra 1740 – og altså næsten 280 år gammelt, kan trods de kun 13 cm tykke, og ret skrøbelige vægge, fyldt ud mellem tømmeret med ubrændt ler, sagtens anvendes i den dag i dag.

Det er slidt og skævt, men ellers i udmærket stand, og tilmed absolut beboeligt den dag i dag.

Den største fare for dette hus i dag er vedligeholdelse med uhensigtsmæssige og forkerte materialer

Historiske træbygninger i Danmark



Danske trævinduer

Danske, udadgående trævinduer af fyrretræ fra ca. 1700 – 1970 har en formidabel holdbarhed og levetid – indtil videre påviseligt i 300 år.

Takket være at specielt vinduesrammerne er:

- 100% kernetræ
- Spejlskåret træ
- Spinkle dimensioner
- Glatte ydersider
- Malet med linoliemaling

De kan uden problemer eller voldsomt tidsforbrug vedligeholdes nænsomt med linolie-maling, så de kan holde i mindst 200 år mere

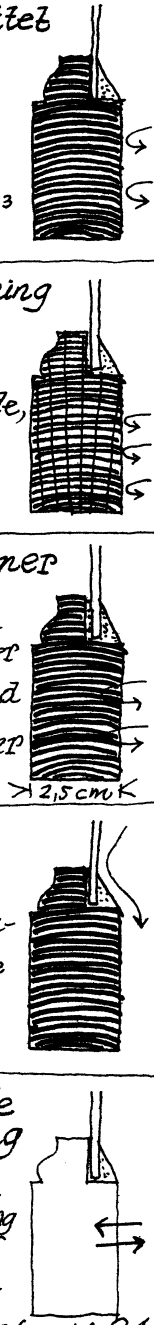
Trækvalitet
100% kernetræ er selvimpregneret
Densitet: 0,5-0,65 g/cm³

Årer-retning
Spejlskåret træ holder vandet ude, revner ikke og svinder ikke

Dimensioner
Spinkle dimensioner afgiver hurtigere fugten end kraftige dimensioner
> 2,5 cm K

Glatthed
Vinduet er helt glat udvendigt, så vand ikke lægger sig

Overfladebehandling
Vinduet er malet med linoliemaling der tillader fugten at trænge ind og ud



© Søren Vindhøj

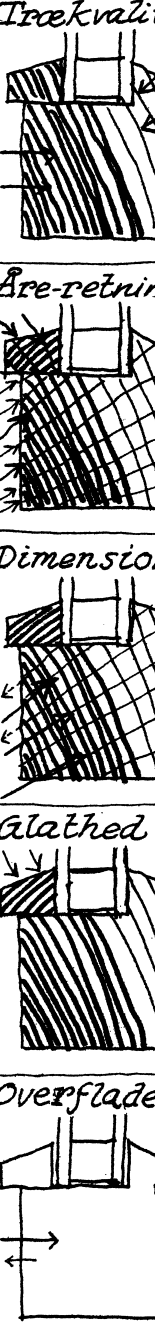
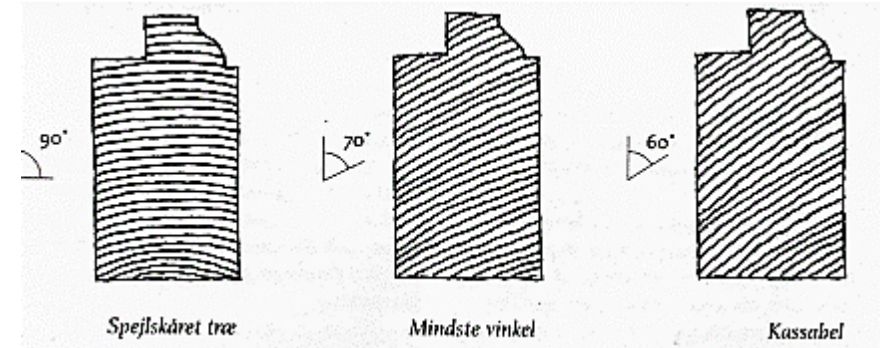
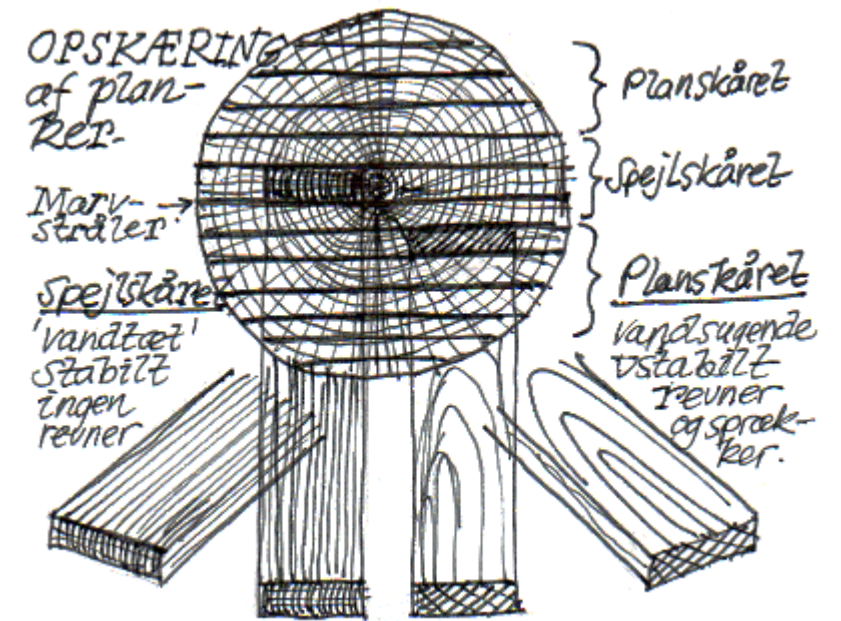
Trækvalitet
Kun 60% kernetræ er alt for lidt

Åre-retning
Plan-skåret træ suger vand gennem marvstråler

Dimensioner
Kraftige dimensioner holder længe på fugten

Glatthed
Kraftige frem-spring giver vandkommer

Overfladebehandling
Plast- og acrylmaling kan op-hobe fugt i våde perioder

Forskningsprojektet
Nye bæredygtige træhuse – helt af træ
2018-2021

Lektor Søren Vadstrup
Phd.stud. Søren Bak-Andersen



Kan vi lære noget af fortiden?

Vi, der restaurerer f.eks. bindingsværksbygninger fra 1700-tallet, bræddebeklædte bindingsværkshuse fra 1800-tallet, har en viden om dette, nemlig, hvad der **ikke** virker:

1. **Metalbeslag** (skruer, bolte og søm) + skråsøm i selve ydervægskonstruktionen – store skader efter ca. 50 år
2. **Mineraluld og plastikdampspærrer** – store rådskader efter 30-40 år
3. **Gummifugemasse** (lukker fugten inde – rådangreb i træ efter 10-15 år)
4. **Plastikmaling** (+ olieemulsionsmalinger, 'vandig alkyd', 'GORI') – store skader efter 20-30 år
5. **Stenkulstjære** (lukker fugten inde)
6. **Trykimprægneret træ** – rådner i løbet af 30-50 år
7. **Gipsplader og spånplader** – holder max. 50-60 år
8. **Portlandcement** (KC-mørtel) + træ – store rådskader efter 20-30 år

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ

Problemer med jern og metalbeslag i ydervægskonstruktioner af træ, samt i træspær, træbjælkelag m.m.

- På grund af jernets høje varmeledningsevne dannes der kondens rundt om jernet, ved skift fra varme og kølige temperaturer, f.eks. om natten. Kondensfugten fugter de træmaterialer op, der har kontakt til jernet – særlig slemt ved skruer med en stor overflade - så der gradvist går råd i træet.
- Ikke-galvaniseret jern (og også tyndt elektrogalvaniseret jern), rustet derudover, hvorved rustlaget holder yderligere på fugten og fremmer råddannelsen. Derudover lægger rusten sig uden på jernet, så dette 'vokser' i volumen, og fremmer derved fugtens skadelige virkning på træet.
- Egetræ og trykimprægneret træ 'æder' galvaniseret jerns galvanisering (tynde zinklag) meget hurtigt, så jernet rustet, holder ydermere på fugten og udvider sig i rumfang.
- Opstår der en brand i konstruktionen betyder jernets høje varmeledningsevne, at jernet, specielt skruer og søm, forkuller det nærmeste træ, længe før selve branden når det pågældende jern. Dette medfører at beslag og skruer mister deres vedhæftning og bliver trukket ud, så konstruktionen falder sammen.
- Jernet kan også, gennem sin høje varmeledningsevne, medvirke til at sprede branden, hvis jernet bliver så varmt, at det antænder det omkringsiddende træ.

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ

Jernbeslag på port fra 1800-tallet – rustdannelse på bagsiden skyldes kondens p.g.a. forskellig varmefyldte







Kan vi lære noget af fortiden?

Hvad holder godt:

1. **Træsamlinger**, træ med træ (kan 'mekaniseres' uden tab af tekniske kvaliteter)
2. **Selektivt opskåret træ** (minimalt vandsugende, spejlskåret træ) – uden andel af *marv*
3. **Konstruktiv træbeskyttelse** (Udhæng, vandbrædder, pigstenskant undgå endetræ og vandlommer)
4. **Maling og overfladebehandling** med **kapillaråbne** malingstyper (endelig ikke 'diffusionsåbne')
5. **Ventileret træ** i ydervæggen



Forskningsprojektet

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ

Selektiv opskæring af træstammer til udvendigt træ med lang holdbarhed.

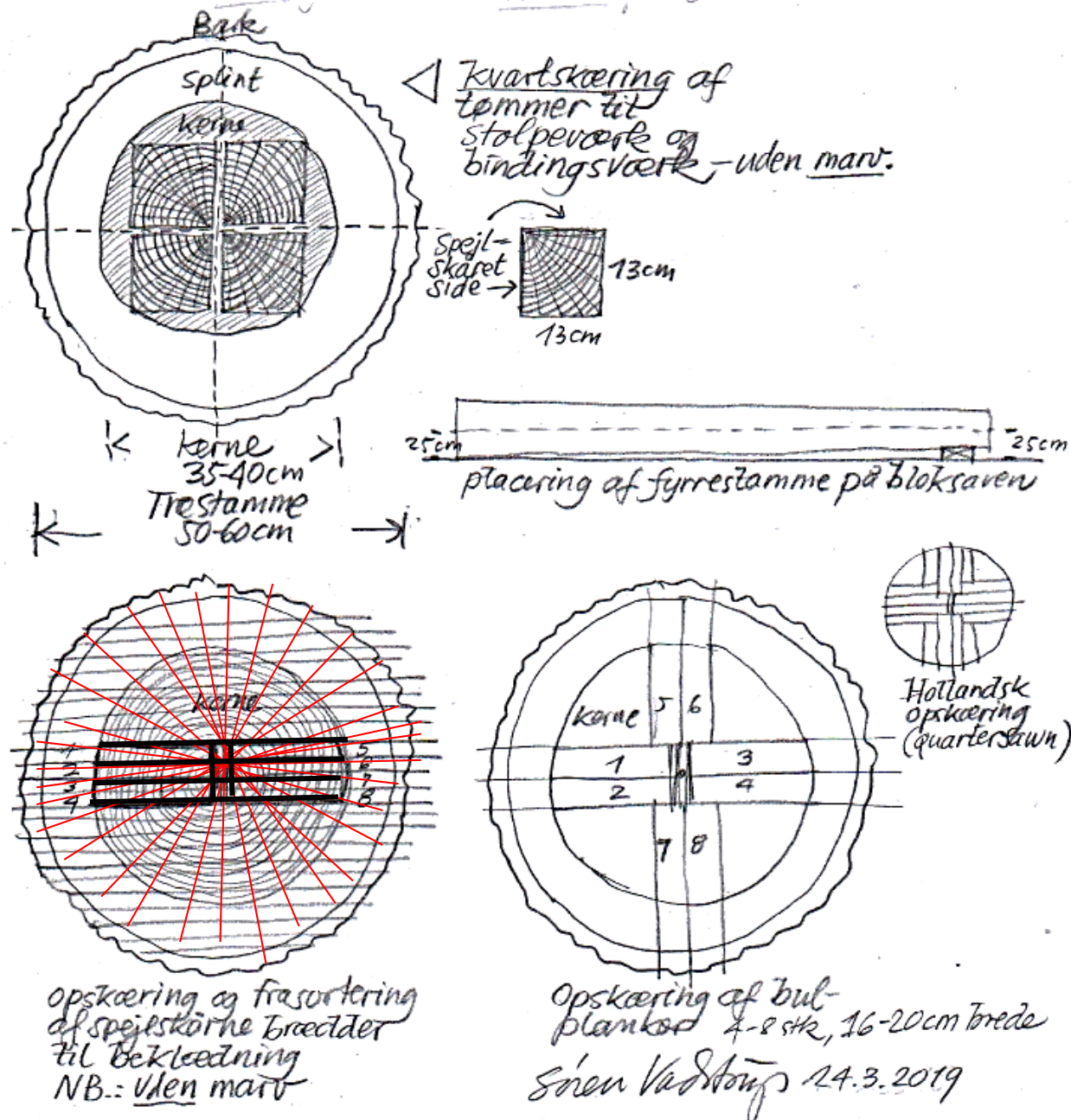
Øverst:

Kvartskåret tømmer, hvor to af siderne er spejlskærne og vandafvisende og 'spræk- og flækfri'.

Nederst:

Spejlskærne planker, hvor siderne er vandafvisende og 'spræk- og flækfri'

Tegning udleveret til savværkerne på informationsmøde den 7. marts 2019, i projektets startfase



Nye bæredygtige træhuse – helt af træ

Nyopskåret træs svagheder:

- Selve marven – må aldrig forkomme i udvendige træmaterialer – vandsugende og trækker revner
- Marvstrålerne, der går fra marven til barkkanten – alle revner i træet vil følge marvstrålerne
- Planskåret træ – vandsugende, revner i overfladen langs marvstrålerne ind mod kernen, krummer,
- Splintved – splintved indeholder sukker- og stivelsesstoffer, der fremmer råd og svampeangreb
- Under tørringen krummer, skævvrider og snor træemnerne sig ofte

Nyopskåret træs stærke sider

- Spejlskåret træ – revner ikke, sprækker ikke, suger meget lidt vand, forstærkes af marvstrålerne
- Kvartskåret træ – samme på de to sider. De to andre skal vendes indad i konstruktionen
- Spejlskåret og kvartskåret træ kan holde sig i 60 - 80 år uden maling eller vedligeholdelse



Forskningsprojektet

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ



De historiske/klassiske byggematerialer

Udvendigt træ

- Træsorter: Fyr, gran, eg, lærk, tuja, elmetræ, poppel.
- Selektivt opskåret træ (spejlskåret træ, kvartskåret tømmer)
- Brædder og tømmer uden andel af *marv*
- Kernetræ (fyr, eg)
- Planskåret træ: Kernesiden udad og rodenden opdad

Overfladebehandling af udvendigt træ

- Linoliemaling
- Trætjærefarver
- Limfarver (kaseinfarve, svensk slamfärg)
- Kaseinfarve + hvidtekalk (kalkning over 'stok og sten')
- Lakfarver (naturlak) (kun f.eks. døre)

Overfladebehandling af udvendigt jern

- Jernmønje som linoliefarve.

Forskningsprojektet

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ



De nyere byggematerialer

Udvendigt træ

- Træsorter: 'cedertræ' (Western Red Cedar = Tuja)
- Trykimprægneret eller vakuuminprægneret træ
- Krydsfiner, spånplader eller CLT

Overfladebehandling af udvendigt træ

- Plastikmaling
- 'Gori' – tynde terpentinbejdser
- 'vandbaserede' bejdser
- Vandig alkyd, acryl-alkyd, olieemulsionsmaling, m.fl.

Forskningsprojektet

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ



TRÆ og CO₂

Træ er det mest bæredygtige byggemateriale vi har. Vi skal bare bygge i træ, så bliver bygningerne automatisk bæredygtige.

Baggrunden er at træernes blade optager CO₂ og producerer ilt, når de dannes og vokser (fotosyntese).

Men når bladene og træet *rådner eller brændes af* udleder de CO₂ og bruger ilt, så regnestykket går i nul.

- 1 Store træer, der er over 80-100 år lagrer mest CO₂ i træets levetid – mindre træer og buske langt mindre. Derfor giver det god mening at bruge *store træer* til bygningstømmer + brædder og planker. Det 'låser' CO₂ fra træet i bygningens *levetid* – og gavner derfor CO₂-balancen (udsætter CO₂-udledningen).
- 2 Det er vigtigt at man *genplanter*, hver gang man har fældet et stort træ til bygningstømmer.
- 3 Men først efter 60-80 år er det 'nye' træ's *CO₂-balance* i forhold til det 'gamle' i **nul**. Men hvis træet står på roden i 80 – 100 år, før det fældes, bidrager det endnu mere til et positivt CO₂-regnskab.
- 4 Derfor er CO₂-balancen i bygningstømmeret i en bygning først i nul – efter 80-100 år. Hvis bygningen holder i kortere tid eller nedrives før den er 80-100 år – **belaster** træet i denne CO₂-balancen.



Byggeri i TRÆ

Konklusion:

- Vi skal benytte træ fra **store træer** (80-100 år), der har oplagret store mængder CO₂ i veddet
- De **genplantede træer** skal stå i 60-80 år før de har genoprettet CO₂-balancen fra de fældede træer
- **Nye træhuse** skal holde i mindst 80 – 100 år, før CO₂-balancen i forhold til træstammerne, går i nul
- Jo længere træhusene holder, **udover 80-100 år**, jo mere bæredygtige er de i forhold til CO₂
- Derfor er **eksisterende bygninger**, der er over 80-100 år, og indeholder meget træ, herunder også murede huse med bjælker, gulve, tagværker osv. af træ – per definition **bæredygtige**
- Og det belaster klodens CO₂-udledning *voldsomt*, hvis man river eksisterende træbygninger ned – plus grundmurede huse, der også indeholder masser af træ – bjælker, tagværk, gulve, døre, vinduer etc.



Bygningens og materialernes levetid – før udskiftning er nødvendig

Vi kan foreløbigt konkret bevise fra praksis 1:1, at

- Mursten kan holde i 850 år,
- Tagværker af tømmer i 600 år,
- Tagsten af tegl i 300 år,
- Vinduer af kernetræ i 400 år, rudeglas 400 år,
- Essesmedet smedejern 400 år,
- Bindingsværk 300-400 år,
- Støbejern i 250 år,
- Udvendige bræddebeklædninger i 250 år,
- Udvendig puds 150 år,
- Linoliemaling 150 år
- Spåntage 100 år,
- Stråtage 40-50 år

– før en udskiftning er nødvendig.

Tilsvarende kan gasbetonmure holde i 50-60 år, cementtagsten i 50-60 år, eternittage i 40-50 år, termovinduer af træ, plastik og træ-alu i 40-50 år, termoruder i 18-20 år og pålimede sprosser i 10-15 år. Disse materialer og elementer skal derfor helt undgås.

De er ikke bæredygtige = holdbare.

Forskningsprojektet

Nye bæredygtige træhuse – helt af træ

Ikke bæredygtige byggematerialer, der skal undgås i bæredygtige bygninger

Nye vinduer af træ med termo/energiruder

De har en max. levetid/holdbarhed på 18-20 år

I små rudeformater forringes energiegenskaberne drastisk på grund af en kuldebro på 10 cm fra kanten.

Nye vinduer af aluminium, træ-alu og plastik

Rammer og karme af metal leder varmen/kulden gennem konstruktionen – langt mere end træ.

Plastikvinduer indeholder metalprofiler i konstruktionen for at afstive denne.

Bygninger og bæredygtighed

Genanvendelse



Genanvendelse



I den danske Miljølovgivning er udtrykket **genanvendelse** det overordnede, samlede begreb, for det at undgå at skabe affald på forskellige måder, især disse tre:

1: Genbrug:

Anvendelsen af en tidligere produceret genstand til samme formål, evt. efter en istandsættelse, eller blot en skylning og rensning, f.eks. flasker af glas. I byggebranchen f.eks. tagsten, mursten, døre, vinduer etc.

2: Genvinding /genindvinding:

Anvendelse af en tidligere produceret genstand, eller dele af denne, til et nyt formål, efter en større eller mindre bearbejdelse. I forlængelse af udtrykket 'recycle' taler man, også på dansk, om at 'upcycle' og 'downcycle', henholdsvis at løfte i værdiniveau eller sænke dette.

3: Nyttiggørelse:

Anvendelse af en tidligere produceret genstand som råstof i nye materialer, f.eks. efter knusning, smeltning eller adskillelse. Herunder også afbrænding og varmeproduktion af f.eks. træ eller plastik.

Som man kan se er der i de tre udtryk forskel på graden af, hvor meget 'originalmaterialet' skal bearbejdes, for at kunne genbruges, genvindes eller nyttiggøres.

Det er ret interessant, at begreberne genanvendelse og genbrug i dag udelukkende er knyttet til genstande, der er kasseret - og altså potentielt affald.



Genanvendelse – ny, præciserende DEFINITION

Høj grad af genanvendelse:

1. Vedligeholdelse
2. Istandsættelse, reparation, restaurering
3. Ombygning, transformation (renovering)
4. Rekonstruktion, retablering
5. Vedvarende anvendelse, vedvarende holdbarhed

Middel grad af genanvendelse

6. Genbrug (Anvendelsen af en tidligere produceret genstand til samme formål)
7. Genvinding (Anvendelse af en tidligere produceret genstand til et nyt formål)

Lav grad af genanvendelse

8. Nyttiggørelse (Anvendelse af en tidligere produceret genstand som råstof i nye materialer)



Cirkulær økonomi

Miljøstyrelsen skriver om cirkulær økonomi:

Cirkulær økonomiskal forstås som en måde at holde materialer og produkter inde i det økonomiske kredsløb med den højest mulige værdi længst muligt.

Cirkulær økonomi bryder med idéen om en lineær værdikæde, som starter med udvinding af ressourcer og ender som affald.

Med cirkulær økonomi åbnes mulighed for, at de ressourcer, som ellers ville være endt som affald, kan gå et eller flere skridt tilbage i værdikæden og indgå i produktionen igen. Eller de kan indgå som input i et helt nyt kredsløb.

Cirkulær økonomi er altså enten genanvendelse af materialer eller **-endnu bedre –affaldsforebyggelse** gennem produkter, der f.eks. kan repareres eller opgraderes.

Cirkulær økonomi kunne vel også have et andet formål: At bibeholde gode og brugbare ældre bygninger ???



Ny definition på cirkulær økonomi/cirkularitet for bygninger

Når det gælder bygninger, bør vi derfor skelne mellem tre grader af genanvendelse og cirkulær økonomi, gennem en ny definition:

1: Høj grad af genanvendelse og cirkulær økonomi

Bygningen bevares, ombygges, repareres, istandsættes og energiforbedres på stedet med anvendelse af de klassiske byggematerialer, der også anvendes til den fremtidige vedligeholdelse og istandsættelse. Bygningen får derved forlænget sin levetid for stort set alle materialer med 200 år. De, ofte betragtelige, mængder træ, der er i bygningen, låser CO₂ fra dens opførelse. Energiforbruget i den istandsatte bygning svarer til den næsthøjeste energiklasse for nybyggeri, d.v.s. ca. 50 kWh/m² år.

2: Middell grad af genanvendelse og cirkulær økonomi

Den eksisterende bygning rives ned og alle (snarere nogle af) de bestående komponenter og materialer renses, 'upcycles', re-designes og genanvendes i en ny bygning eller andre steder.

3: Lav grad af genanvendelse og cirkulær økonomi

Her river man en eksisterende bygning ned og knuser materialerne og genanvender disse som opfyldning eller tilslagsmaterialer i asfalt, beton eller lignende. Genanvendt glas og stål kan smeltes om - med et meget stort energiforbrug til følge. Træet afbrændes og kan evt. udnyttes til varme, men udleder derved CO₂.



Ny definition på cirkulær økonomi/cirkularitet for bygninger

Cirkulær økonomi for bygninger skal opdeles i 3 niveauer efter deres grad af genanvendelse:

- 1. Høj grad af genanvendelse** og cirkulær økonomi (= vedvarende anvendelse/bevaring)
(90% genbrug/bevaring)
- 2. Middel grad af genanvendelse** og cirkulær økonomi (=genbrug og genvinding)
(40 – 50% genvinding + affald og kørsel)
- 3. Lav grad genanvendelse** og cirkulær økonomi (= nyttiggørelse)
(60 – 70% nyttiggørelse + affald og kørsel)

Det er alt for unuanceret bare at tale om 'cirkulær økonomi/cirkulært byggeri'. Uden at forklare, om der er tale om høj, middel eller lav grad af cirkulær økonomi

Hvad er en bæredygtig bygning?



1. **Har holdt meget længe** – som minimum 60 – 260 år - og herefter kan genanvendes *på stedet* ved at blive vedligeholdt, istandsat og ombygget med omtanke og med de klassiske materialer og metoder, så holdbarheden fortsætter mindst ligeså længe, d.v.s. mindst 200 år.

De materialer, man anvender til vedligeholdelsen og istandsættelsen har større betydning for holdbarheden end bygningens alder, eller vejr og klima

2. **Er bygget til at holde meget længe**, fordi den består af materialer og konstruktioner med en meget lang - mindst 200 år* – levetid og holdbarhed, og med en enkel og miljøvenlig vedligeholdelse. (*stråtage og skorstenspiber undtaget).

Opførelsen af et nyt hus må ikke 'koste' et eksisterende hus – det er ikke bæredygtigt

3. **Har et lavt energiforbrug** – baseret på enkle og naturlige løsninger, med meget lang levetid, d.v.s. mindst 200 år. Isoleringsmaterialer med stillestående luft skal kunne afgive fugten meget effektivt.

Det skal understreges at det ikke er bygningen i sig selv, der har størst indflydelse på energiforbruget i denne. Det har beboernes konkrete brug og adfærd.



Bæredygtige bygninger

Det er derfor alt for overfladisk og unuanceret, bare at tale om 'bæredygtige bygninger', 'bæredygtigt byggeri' eller 'bæredygtige byer'. Man må forklare, hvori bæredygtigheden består i forhold til at

- minimere forbruget af de begrænsede naturressourcer,
- minimere udledningen af CO₂
- minimere produktionen af affald

- – samt byggeriets **vedvarende holdbarhed**.



Nye bygninger og bæredygtighed

Høj, middel og lav grad af bæredygtighed og cirkulær økonomi

Høj grad af bæredygtighed

- Ingen nedrivning af bygninger på stedet
- Påviselig levetid for bygningen på over 200 år (Stråtage og skorstenspiber undtaget) – f.eks. ved at kopiere en eksisterende konstruktion, der kan påvise denne alder – konstruktivt, materialemæssigt og detaljer.
- Målt energiforbrug på under 50 kWh/m²/år over 5 år
- Dokumentation af nye byggematerialers CO²-udledning – frem for bygningens
- Max 0,5 tons affald under byggearbejderne
- 90-100% lokale materialer (DK eller Norden)

Middel grad af bæredygtighed

- Ingen nedrivning af bygninger på stedet
- Påviselig levetid for bygningen på ca. 100 år (Stråtage og skorstenspiber undtaget) – f.eks. ved at kopiere en eksisterende konstruktion, der kan påvise denne alder – konstruktivt, materialemæssigt og detaljer.
- Målt energiforbrug på under 50 kWh/m²/år over 5 år
- Dokumentation af nye byggematerialers CO²-udledning – frem for bygningen
- Mere end 0,5 tons affald under byggearbejderne
- Mindre end 50% lokale materialer (DK eller Norden)

Lav grad af bæredygtighed

- Nedrivning af bygninger på stedet
- Ellers som 'Middel'.



Plan for en bæredygtig udvikling i Danmark

De mest bæredygtige løsninger *indenfor byggeriet* er totalt klarlagte, afprøvede og ikke engang i nærheden af de næstbedste:

- Nybyggeriet skal **skæres ned** til 10-20% og må kun i undtagelsestilfælde 'koste' et ældre hus og kun efter en meget grundig analyse og værdisætning af dens historiske, tekniske og arkitektoniske værdier.
- Nybyggeriet skal herudover udføres af konstruktioner og materialer med en **påviselig** holdbarhed på mindst 200 år for alle dele – inklusiv en forebyggende vedligeholdelse.
- De eksisterende bygninger skal **ombygges og energiforbedres nænsomt**, uden at forringe bevaringsværdierne, så de kommer 'ned' på et energiforbrug på ca. 50 kWh/m² år, produceret fra vedvarende energikilder, og med anvendelse af isoleringsmaterialer, der ikke belaster miljøet under fremstillingen og derudover beviseligt kan holde i mindst 200 år.
- Ved **konsekvent** at benytte de klassiske materialer og metoder til vedligeholdelse, istandsættelse og ombygning kan ældre bygninger, kan disse i forvejen meget gamle huse, opnå en **vedvarende holdbarhed**.
- Hvis byer og bebyggelser skal omdannes, for at tilpasse sig nye behov, eller nybygges i ny og næ, skal man 'efterligne' de gamle byer, fra før bilismen, med smalle, tætte gader, smukke og hyggelige pladser, med boliger og virksomheder, forretninger, restauranter og cafeer m.v., der appellerer til at gå og cykle, frem for at køre i bil.



Hvordan kan byggebranchen bidrage til Regeringens mål om 70% CO₂-reduktion i 2030?

1. Prioritere vedligeholdelse, bevaring, istandsættelse, ombygning og transformation af eksisterende bygninger
2. Bevare især gamle, oprindelige vinduer, døre, tagsten, facader, bjælkelag og tagværker – med vedvarende holdbarhed
3. Begrænse nybyggeriet (til ca. 20%)
4. Opførelsen af en ny bygning må kun undtagelsesvis 'koste' en eksisterende bygning. Nedrivningen skal under alle omstændigheder indregnes i bæredygtighedsregnskabet.
5. Nye bygninger skal påvise, at de har en levetid på mindst 200 år – gennem historiske referencer til materialer, konstruktioner m.v.

Hvordan kan byggebranchen bidrage til Regeringens mål om 70% CO₂-reduktion i 2030?



Da byggebranchen er ansvarlige for 40% af Danmarks samlede CO₂-udslip, kan dette reduceres til **10%** ved at

- Nye og eksisterende bygninger bliver opvarmet med vedvarende og CO₂-neutrale energikilder
- Udledningen af CO₂ fra produktionen af nye byggematerialer, plus transport af disse - nedsættes til et minimum, bl.a. ved at
 - begrænse nybyggeriet (10-20%),
 - begrænse/undgå nedrivninger af eksisterende bygninger
 - satse på vedligeholdelse, bevaring og ombygning af eksisterende bygninger.
- Så disse opnår en ubegrænset og **vedvarende holdbarhed**

Hvordan kan byggebranchen bidrage til Regeringens mål om 70% CO₂-reduktion i 2030?



Ønsker for bygningsreglementet for 2025

Bæredygtighedskrav

- Påviselig levetid for alle materialer på mindst 200 år (Stråtage og skorstenspiber undtaget)
- Lagring af CO₂ i bygningen, bl.a. gennem træmaterialer fra store træer samt f.eks. mursten og tegl
- Målt energiforbrug på under 50 kWh/m²/år over 5 år
- Dokumentation af nye byggematerialers CO₂-udledning – frem for bygningens
- Max 0,5 tons affald under byggearbejderne
- 90-100% lokale materialer (DK eller Norden)
- Vinduer med forsats-rammer i stedet for termo- eller energiruder
- Konstruktiv træbeskyttelse af træ-ydersider.



Konklusion

Forskningsprojektet *'Nyt syn på bæredygtighed og cirkulær økonomi for byer og bygninger -med en vedvarende holdbarhed'*, har affødt følgende ny viden:

1. En bæredygtig bygning er først og fremmest en bygning, *der har holdt længe* –eller som kan holde længe – over 200 år – og dermed ubegrænset/vedvarende -hvis den løbende vedligeholdes og energiforbedres med de klassiske materialer og metoder. Dernæst er den meget fleksibel og kan indrettes til nye formål.
2. Genanvendelse og cirkulær økonomi for bygninger skal opdeles i *3 niveauer* efter deres grad af bæredygtighed: Højt genbrug (90-100%), middel genvinding (40-50%) og lav nyttiggørelse (40-50%).
3. De lande, byer og firmaer, der satser på at sætte eksisterende ældre bygninger i stand, så 90-100% af disse materialer kan genbruges på stedet, med et ekstremt lille materiale-, energi-og affalds-forbrug –*udgør fremtidens bæredygtige udvikling*.
4. Forskningsprojektet har vist, at det er muligt at istandsætte, energiforbedre og genbruge en eksisterende bygning, der er ældre end 1960, til fuld 'moderne' standard -*uden at forringe bevaringsværdierne*.
5. Og at dette også er såvel det mest bæredygtige som det mest *økonomiske valg* for ejeren.

