

BYGNINGSKULTURENS VÆRDI

Værdibaserede løsninger for bæredygtig transformation og restaurering

Sommer-Akademi på Kunstakademiets Arkitektskole

den 19. – 23. august 2019

Tirsdag, den 20. august 2019 kl. 13 – 14.30

Værdien af historisk byggeteknik og historiske byggematerialer

af Søren Vadstrup

arkitekt m.a.a., lektor. Kunstakademiets Arkitektskole

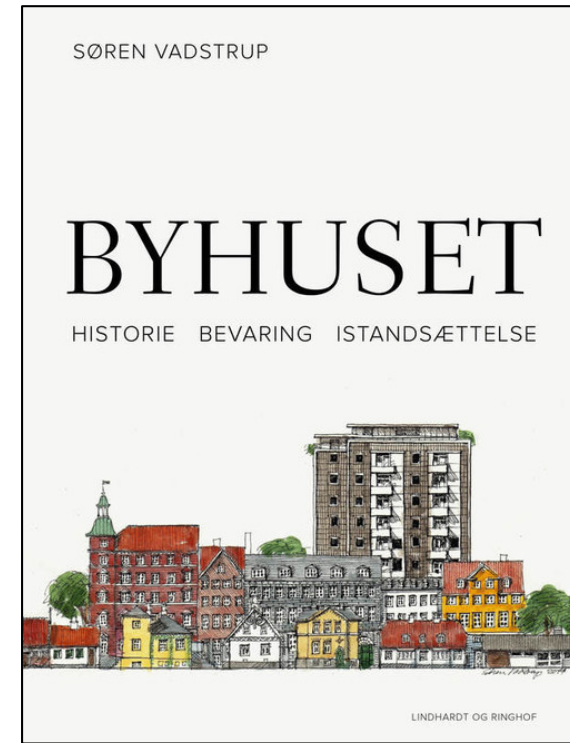
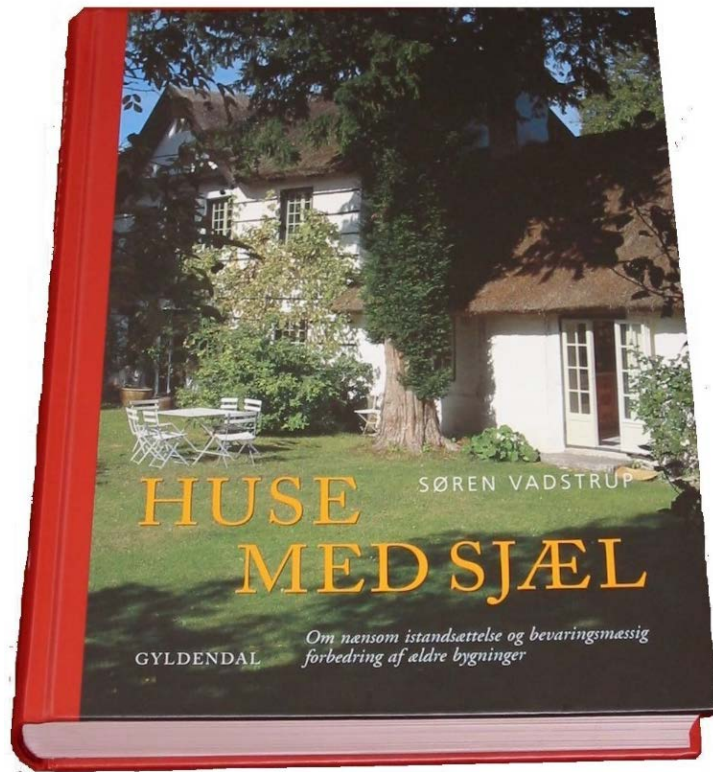
Søren Vadstrup

Huse med sjæl (2004)

Sommerhuset (2008)

Byhuset (2014)

Landhuset (2020)





Håndværk,
materialer og
byggeteknik



Bevaringsværdige
bygninger



Vedvarende
holdbarhed for
bygninger



By- og
Bygningsundersø
gelser





De to publikationer om vedligeholdelse og istandsættelse samt energiforbedring af Bevaringsværdige Bygninger er specielt målrettet husejerne – og de håndværkere og arkitekter, der skal stå for arbejderne.

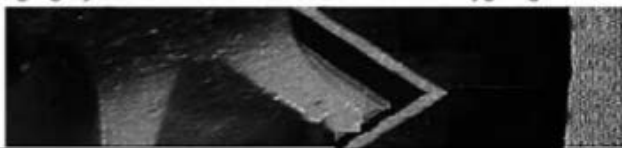
Søren Vadstrup



Håndværk og Bygningsrestaurering

Forskning og ny viden om istandsættelse af ældre bygninger

2018



Søren Vadstrup



Vedvarende holdbarhed

Bæredygtighed og cirkulær økonomi for bygninger

2018



Søren Vadstrup



Genius Loci

Bygningskulturens Immaterielle Værdier

2018



Søren Vadstrup



By- og Bygnings-Undersøgelser

Analyse og værdisætning af bygninger, bebyggelser og byrum



2018

Søren Vadstrup



Bevaringsplanlægning

Vejledning i bevarende lokalplaner efter ny-SAVE-metoden



2018

Søren Vadstrup



Bygningen som kundskabskilde

- ved restaurering og transformation



2018

Søren Vadstrup



Analyse og Værdisætning af 20 Bygnings- og Kulturmiljøer i Danmark

2018

Bygningskulturens værdi

Hvad er bygningskultur og hvorfor skal vi bevare bygningskulturen

Hvad er bygningsrestaurering, transformation og renovering

Bygningskulturens værdi

3 krav til istandsættelse og ombygning af ældre bygninger

3 forskningsprojekter til belysning og udvikling af dette

Bygningskulturens værdi: Analyse og Værdisætnings-Metoden

Fasangården i Frederiksberg have: Analyse og værdisætning samt immaterielle værdier af

B&W's hovedsæde 'Ørkenfortet': Immaterielle værdier

Viby Bygade 12: Immaterielle værdier

Værdibaserede løsninger for bæredygtig transformation og restaurering

Brundtlandsrapporten 1987

Bæredygtighed

60-60-60

Nyt syn på bæredygtighed og cirkulær økonomi for bygninger

Værdien af historisk byggeteknik og historiske byggematerialer

Ny viden om mørtel og puds

Ny viden om træ til udvendige beklædninger

Ny viden om maling med klassiske malingstyper

Hvad er bygningskultur?

Bygningskunst kan defineres som det, at tegne, projektere og opføre en bygning,

bygningskulturen er derfor den kultur, *de allerede byggede værker* repræsenterer.

Disse består af såvel enkeltbygninger, som samlede bebyggelser, f.eks. landsbyer, byområder og byer - og endvidere af pladser og byrum samt haver, parker og landskabskultur.

Hvorfor skal vi bevare bygningskulturen?

Det skal vi primært af tre grunde:

- Fordi alle de 'helt almindelige', ældre huse og bygningsmiljøer fortæller en vigtig *immateriel og materiel historie om, hvem vi er, hvor vi kommer fra og hvorfor vores samfund ser ud, som det gør*. Oven i købet på et meget langt stræk – i Danmark 800 år.
- Fordi disse 'helt almindelige huse' har en ret betydelig **brugsværdi**, den dag i dag. De er meget fleksible, de kan bygges om og –til og de kan vedligeholdes meget enkelt. Man kan også sige, at de på grund af dette er meget *bæredygtige*.
- Fordi de fleste ældre bygninger og byområder helt klart **beriger vores omgivelser** rent æstetisk og arkitektonisk.

Det kan nye bygninger også gøre, men **blandingen af gammelt og nyt**, både i den enkelte bygning og i et byområde, medfører ofte en særlig karakter, identitet, atmosfære og arkitektonisk helhed, der er meget attraktiv og værd at bevare.

Definitioner

Begrebet **bygningsrestaurering** kan defineres som en håndværksmæssig istandsættelse eller reparation af de eksisterende materialer, elementer eller dele på en eksisterende bygning. Ved en restaurering skifter man udelukkende de forvitrede eller skadede dele ud med nye dele, i samme udførelse og kvalitet som de oprindelige dele. I princippet uden at det kan ses bagefter.

Begrebet **transformation** kan defineres som en større eller mindre ombygning, omdannelse eller tilbygning af en eksisterende bygning, ofte til et nyt formål eller til samme formål, men med væsentlige funktionsmæssige eller indretningsmæssige ændringer. En transformation kan omfatte fjernelse af eksisterende bygningsdele i bygningen, hvis indgrebet kan begrundes arkitektonisk eller funktionelt.

Begrebet **renovering** kan defineres som en fornyelse (Latin: *renovare* = forny, efter *novus* = ny), d.v.s. udskiftning. Men også indsamling og fjernelse af affald (renovation)

3 krav til istandsættelse og ombygning af ældre bygninger

- Det størst mulige **kendskab til** og indlevelse i den pågældende bygnings eller bebyggelses historiske, tekniske og arkitektoniske egenskaber og kvaliteter (de bærende bevaringsværdier)
- Den **nyeste viden om** de mest egnede *byggematerialer og byggetekniske løsninger* til restaurering og transformation af den pågældende bygnings eller bebyggelses historiske, tekniske og arkitektoniske baggrund og helhed (de klassiske byggematerialer og –konstruktioner samt deres restaurering)
- Den størst mulige **hensyntagen til** bygningens eller bebyggelsens *stedsspecifikke karakter* og egenart, herunder dens *immaterielle baggrund*, karakter og identitet (de stedsspecifikke kendetegn)

3 forskningsprojekter til belysning og udvikling af dette

- Nye standardiserede metoder til analyse og værdisætning af bygninger, bebyggelser og byrum. (2011-2014)
- Ny viden om materialer og metoder, holdninger og principper til restaurering, transformation og energiforbedring af ældre bygninger. (2015 – 2017)
- Vedvarende holdbarhed. En undersøgelse af kulturarvens potentialer i forhold til bæredygtighed og cirkulær økonomi. (2015 – 2017)

I august 2018 påbegyndte vi på Arkitektskolen et nyt forskningsprojekt om 'Håndværk og bygningsrestaurering – materialer og metoder', i tråd med de tre foregående, der varer til september 2021.

Projekternes resultater

1. Ultrakort viser resultaterne af disse tre projekter, at ældre bygninger, der er opført før 1960-70 har en stort set ***ubegrænset levetid og holdbarhed*** – hvis de vedligeholdes og istandsættes med de samme slags materialer og konstruktioner, som de er bygget med.

Jeg har, i forlængelse af et andet bæredygtighedsbegreb, *vedvarende energi*, kaldt dette begreb, *vedvarende holdbarhed*.

2. Ældre bygninger har en anden meget værdifuld egenskab, nemlig at de tilfører det sted eller område, de befinder sig i, samt de mennesker, der ejer eller benytter bygningerne en ***kulturel identitet***. Hvorved bygningen dels præger sit sted, men den præger også sine ejere og brugere med en særlig atmosfære, karakter eller stemning.

Det gør bygningen først og fremmest i kraft af sin *immaterielle kulturarv*, men dernæst, som en del af denne, bygningens materialer, konstruktioner, rum, farver, lyde og dagslysforhold mm.

3. Det er her de ***klassiske byggematerialer og bygningskonstruktioner*** bliver et kernepunkt, ja faktisk altafgørende, for en 'bæredygtig restaurering og transformation – eller til- eller nybygning til ældre bygninger eller bebyggelser.

Analyse- og Værdisætnings-Metoden

Analyse- og Værdisætnings-Metoden går ud på at skaffe overblik over og indleve sig i:

- hvorfor huset, bebyggelsen eller helheden er noget særligt,
- hvor de væsentligste arkitektoniske og tekniske styrker og svagheder befinder sig,
- hvad de bærende bevaringsværdier består af, specielt i forhold til helheden, samt
- hvordan huset, bebyggelsen eller pladsen bør behandles, for at bibeholde eller genetablere de bærende bevaringsværdier – og den stedsspecifikke karakter og helheds-tilpasning.

Analyse- og Værdisætnings-Metoden

1: Arkivundersøgelser.

Man starter med at indsamle, hvad der findes af beskrivelser, billeder, tegninger, kort og planlægning. Ligeledes skaffer man oplysninger om arkitekten, håndværkerne, bygherren, tiden, baggrunden og andet.

2: Analyse.

En historisk, teknisk og arkitektonisk analyse af bygningen, bebyggelsen eller byrummet – efter et nærmere fastlagt system og i den nævnte rækkefølge. Den historiske analyse indbefatter også bygningens eller stedets immaterielle værdier. For bebyggelser, pladser og landsbyer er analysen yderligere udbygget med de funktionelle og sociale forhold.

3: Værdisætning

Denne består af en konkluderende værdisætning af bygningens, bebyggelsens eller pladsens bærende bevaringsværdier samt ikke mindst det særligt stedsspecifikke for bygningen, bebyggelsen eller byrummet.

4: Anbefalinger

Værdisætningen afsluttes med en række anbefalinger for det følgende projekt:

- Hvad skal bevares? (reparation)
- Hvad kan man fjerne? (subtraktion)
- Hvad bør man rekonstruere? (rekonstruktion)
- Hvor kan man bygge om? (transformation)
- Hvor kan man bygge til og nybygge? (addition)

5: Principper for alle indgreb

- 1 Alle indgreb, små eller store, skal bygge på en metodisk analyse og værdisætning
- 2 Bevar så meget som muligt af de oprindelige materialer, elementer og strukturer.
- 3 Nye materialer og elementer skal respektere og harmonere med de eksisterende
- 4 Benyt de klassiske byggematerialer, konstruktioner og håndværksmetoder, der passer til huset.
- 5 Bevar eller genskab bygningens arkitektoniske helhed – både samlet, i detaljen og til omgivelserne

BYGNING: _____

Navn(e):..... Dato:.....

OVERORDNET BESKRIVELSE OG IDENTIFIKATION

Matr. nr., BBR-nr., Adresse, ejer, opførelsesår, arkitekt, anvendelse, Bevaringsstatus (evt. SAVE-værdi)

Kort overordnet og generel beskrivelse af bygningen og dens omgivelser. Kort beskrivelse af materialer og konstruktioner. (benyt side 3 eller bagsiden af papiret).

ANALYSE (De følgende tre analyse-emner skal konsekvent udføres i den nævnte rækkefølge).

Historisk analyse

1	Bygningshistorisk og antikvarisk analyse
---	--

Diverse bygningsændringer i tidens løb i facader, planløsning og detaljer

2	Kulturhistorisk analyse
---	-------------------------

Husets oprindelige formål og senere anvendelser. Personalhistorie. Slid, patina m.v.
Herunder om muligt tidligere farver og overflader.

3	Immaterielle værdier
---	----------------------

Bygningens type (bolig, fabrik, pakhus etc.), dens økonomiske og sociale baggrund, dets arkitektoniske og konstruktive ide, filosofi og identitet, samt andre sanssevirkende og atmosfæreskabende værdier.

Teknisk analyse

1	Teknisk tilstand. Huset konstruktive og byggetekniske tilstand
---	---

2	Indeklima- og fugtforhold
---	---------------------------

3	Energiforhold og isoleringstilstand
---	-------------------------------------

Arkitektonisk analyse

1	Udvendigt og døre	Husets arkitektoniske stilarter Bygningskroppen, Facadeudtrykket, Facadedetaljer, Facadefarver. Vinduer
---	-----------------------------	---

2	Indvendigt Husets interiører, indretning og funktion. Herunder om muligt tidligere farver og overflader
---	--

3	Omgivelser Husets omgivelser og arkitektoniske tilpasning til landskabet eller boplysmiljøet/belæden
---	---

BYGNING.....

Navn(e):..... Dato.....

VÆRDISÆTNING

HUSETS BÆRENDE BEVARINGSVÆRDIER

Dominerende arkitektoniske og historiske træk, herunder særlige konstruktioner, byggetekniske eller funktionelle forhold

Bygningens og bygningsmiljøets *stedsspecifikke træk*

ANBEFALINGER

- | | |
|---|--|
| a | Unistelige strukturer, rum og bygningsdele, der skal bevares, vedligeholdes og repareres |
| b | Skæmmende strukturer, rum og bygningsdele, der bør fjernes |
| c | Fjernede eller udskiftede strukturer, rum og bygningsdele, der bør rekonstrueres |
| d | Strukturer, rum og bygningsdele, der kan ombygges og transformeres |
| e | Nye strukturer, rum og bygningsdele, der kan tilføjes |

Analyse- og Værdisætnings-Metoden

5 nye elementer

1. Rækkefølgen på gennemgangen er vigtig. Man skal konsekvent starte med den historiske analyse.
2. Under den historiske analyse skal man have særlig fokus på de kulturhistoriske og de immaterielle spor.
3. Metoden indeholder en kort værdisætning – en konklusion i forhold til de bærende bevaringsværdier
4. Metoden indeholder et sæt anbefalinger for fremtidige indgreb, bestående af fem punkter
5. Blandt disse anbefalinger kan være en *rekonstruktion* af forsvundne elementer i huset, efter sikre spor.

Helhed

Som noget nyt, repræsenterer Analyse- og Værdisætnings-Metoden en *helhed*, der omfatter:

- 1) selve registrerings-, analyse- og værdisætningsmetoden,
- 2) de anbefalinger af konkrete indgreb i bygningen, som analysen direkte peger hen imod
- 3) de bevaringsprincipper for alle indgreb, som harmonerer med analysemetoden og anbefalingerne.

Nybyggeri, bymiljøer, landskaber

Som noget nyt kan Analyse- og Værdisætnings-Metoden også benyttes som grundlag for

- et helheds-indpasset nybyggeri
- restaurering og transformation af by- og bygningsmæssige helheder
- som byer, bebyggelser, pladser og byrum samt
- landsbyer og spredte bebyggelser i landskaber.

Analyse og Værdisætning – RAPPORT

Identifikation

Kort om bygningen, adresse, byggeår, arkitekt, videre historie, anvendelse m.v.

Historisk analyse

- Bygningshistorie
- Kulturhistorie
- Antikvarisk værdi (hvad findes der af oprindelige elementer – plus senere) ('originalitet')
- Immaterielle spor

Teknisk analyse

- Teknisk tilstand
- Fugtforhold
- energiforhold

Arkitektonisk analyse

- Bygningskroppen, materialer, proportioner, farver,
- Bygningens interiører
- Bygningens forhold til omgivelserne ('miljømæssig værdi')

Værdisætning

- Kort syntese af bygningens bærende bevaringsværdier

Anbefalinger

- Umisteligt: Hvad skal bevares? (reparation)
- Uheldigt: Hvad kan man fjerne? (subtraktion)
- Mistet: Hvad bør man rekonstruere? (rekonstruktion)
- Neutralt: Hvor kan man bygge om? (transformation)
- Hvor kan man bygge til og nybygge? (addition)







Fasangården

Frederiksberg have

Historisk analyse

Bygningen repræsenterer tre arkitekturstilarter, udtrykt ved tre af tidens bedste arkitekter: Barokken ved J. C. Krieger, klassicismen ved Boye Mogens og senklassicismen ved Jørgen Hansen Koch.

I anlægget er Krieger repræsenteret ved 'staldbygningen', med oprindelige døre og enkelte barokvinduer samt kælderetagen under sidebygningen.

Boye Mogens er repræsenteret i hovedbygningens stueetage, mest genkendelig ved de velbevarede klassicistiske vinduer med de kraftige 'københavner-sprosser' i selve hovedfløjen (type V1.1-8) og den meget typiske, klassicistiske loftstuk i alle stueetagens rum. Dørene type D1.1 og D1.4 repræsenterer klassicistiske døre, der stammer fra Mogens ombygning. Så selv om der ikke er meget tilbage af Boye Mogens ombygning, 5 lofter, 8 vinduer og 2 døre er det nogle meget synlige elementer i huset.

Hansen Koch er repræsenteret på førstesalen, både døre og vinduer, her med tynde sprosser (type V1.9-15 og V2.1-22), og i øvrigt resten af dørene i huset (type D 1.7) er fra Hansen Koch's ombygning fra 1830. Det samme gælder paneler og loftstuk på 1. sal og den yderst graciøse, svungne hovedtrappe til 1. sal.

Fasangården

Frederiksberg have

Teknisk analyse

Husets tekniske problemer er uden tvivl at det har et meget fugtigt indeklima, hvilket rapporteres i kilderne helt tilbage til 1840-erne, specielt om foråret. Fugten må derfor dels komme fra ydermurene, dels fra opadstigende grundfugt – næppe fra tegltaget, der på dette tidspunkt er 10-15 år gammelt.

Jeg mistænker derfor at den hårde cementagtige puds, som bygningen har i dag, stammer fra Hansen Koch's ombygning i 1830, og er en såkaldt 'C. F. Hansen-puds', der blev fremstillet af den hydrauliske kalk fra Limensgade på Bornholm og netop startede sin produktion op i 1830-erne. Denne kan både være rosa, farvet af de alun-forekomster, der også er i Limensgade, eller grå. Denne hårde puds er også én af årsagerne til de mange revner i facadepudsen, sammen med husets funderingsforhold. Fugtforholdene fra den tætte facadepuds hænger også sammen med de generelt meget tynde ydervægge i bygningen.

Herfra hidhører også rådskaderne i gulvbjælkelaget, mens rådskaderne i tagværket naturligvis skyldes utætheder i taget. Husbukkeangrebene kommer typisk ved varme, oftest sorte tage såsom skifer, sorte tagsten og sort tagpap.

Fasangården

Frederiksberg have

Værdisætning

Arkitektonisk fremstår Fasangården i dag meget charmerende og nærmest 'romersk' i sit udtryk med sine forfaldne og changerende farver i den orangegule jernvitrolkalk.

Men det vil alligevel klæde bygningen, og er også nødvendigt ret teknisk, at facaderne istandsættes, nypudses og får den samme lysegule kalkfarve som slottet.

Hertil hører også en omlægning af taget til røde (genbrugs)tagsten, som foreslået i projektet.

Fasangården

Frederiksberg have

Restaureringsholdninger

1. Alle indgreb, små eller store, på eller omkring eksisterende bygninger, skal bygge på en metodisk, historisk, teknisk og arkitektonisk analyse og værdisætning, der forudsætningen for et maksimalt kendskab til bygningen - og et kvalificeret og stedsindpasset projekt.
2. Vi vil bevare så meget som muligt af de oprindelige materialer, elementer og strukturer ved at reparere frem for at skifte ud, også så slid og patina kan bibeholdes. Skævheder må som princip ikke oprettes.
3. Nye materialer og elementer i eksisterende bygninger, og nye bygninger, skal respektere og harmonere med de eksisterende materialer, elementer og strukturer. Samt den lokale byggeskik.
4. Vi vil benytte de klassiske byggematerialer, konstruktioner og håndværksmetoder, som ældre bygninger fra før 1960 er opført med. De repræsenterer langsigtet kvalitet og beviselig bæredygtighed.
5. Vi vil bevare og genskabe bygningens arkitektoniske helhed – både samlet og i detaljen
Ikke mindst gennem enkelhed, ægthed og historisk autenticitet.

Fasangården

Frederiksberg have

Fugtproblemer

For at løse de fugtige indeklimaforhold i hovedbygningen foreslås det at tage alt den eksisterende puds ned og nypudse facaderne med en 'diodepuds', der afsluttes med en lys gul kalkfarve. Diodepudsen består af et groft lag (sand 0-4 mm) luftkalkmørtel inderst mod murværket med et finere lag (sand 0-2 mm) uden på. Dette vil sammen med den afsluttende kappilaråbne kalkning trække fugten ud af murværket, indefra og ud, konstant.

Der lægges ikke forstærkningsjern ind i murværket. Dels fordi disse ikke virker i porøst murværk som dette, dels fordi de fremtidige 'sætninger' forventes at kunne optages i den nye puds af luftkalkmørtel. Dog må mindre revner eventuelt forventes i det gamle hus.

Derudover skal man under restaureringsarbejderne på huset retablere indskudsleret mellem bjælkerne, specielt i stueetagen. Dette vil forbedre indeklima- og fugtforholdene.

Der må ikke benyttes mineraluld eller plastikdampspærre noget sted i huset, da disse materialer erfaringsmæssigt forværrer fugtforholdene.

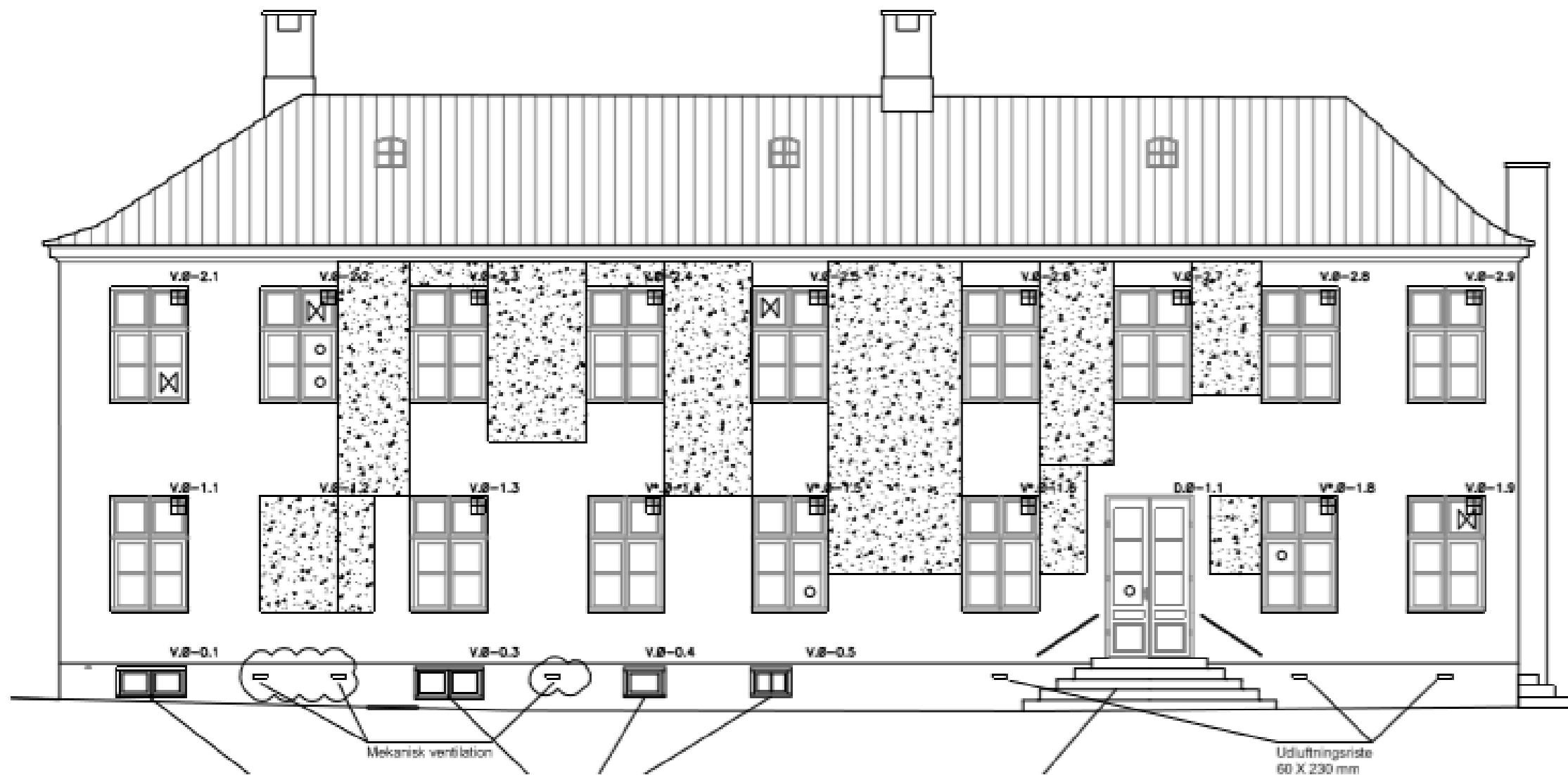
Fasangården

Frederiksberg have

Immateriel kulturarv

- De tre arkitekturstilarter: Barokken, klassicismen og senklassicismen med deres relativt små nuanceforskelle: senklassicismens 'stille' oprør overfor 'læremesteren' C. F. Hansen: Sprossetykkelser, loftstuk, den svungne trappe –
- 'Oehlenschlägers linoleumsgulv – samt nichen med skabe til digterens seng/sofa
- De oprindelige farver og væglærreder – hvor disse kan bevares eller genskabes
- Den udvendige grårosa 'C.F.Hansen-puds og kalkning' i Bornholmsk cement, der bevares i felter, som kalkes over i grårosa kalkfarve
- Den nye puds i hydraulisk kalkmørtel – indfarvet som C.F.Hansen-puds og kalket grårosa.



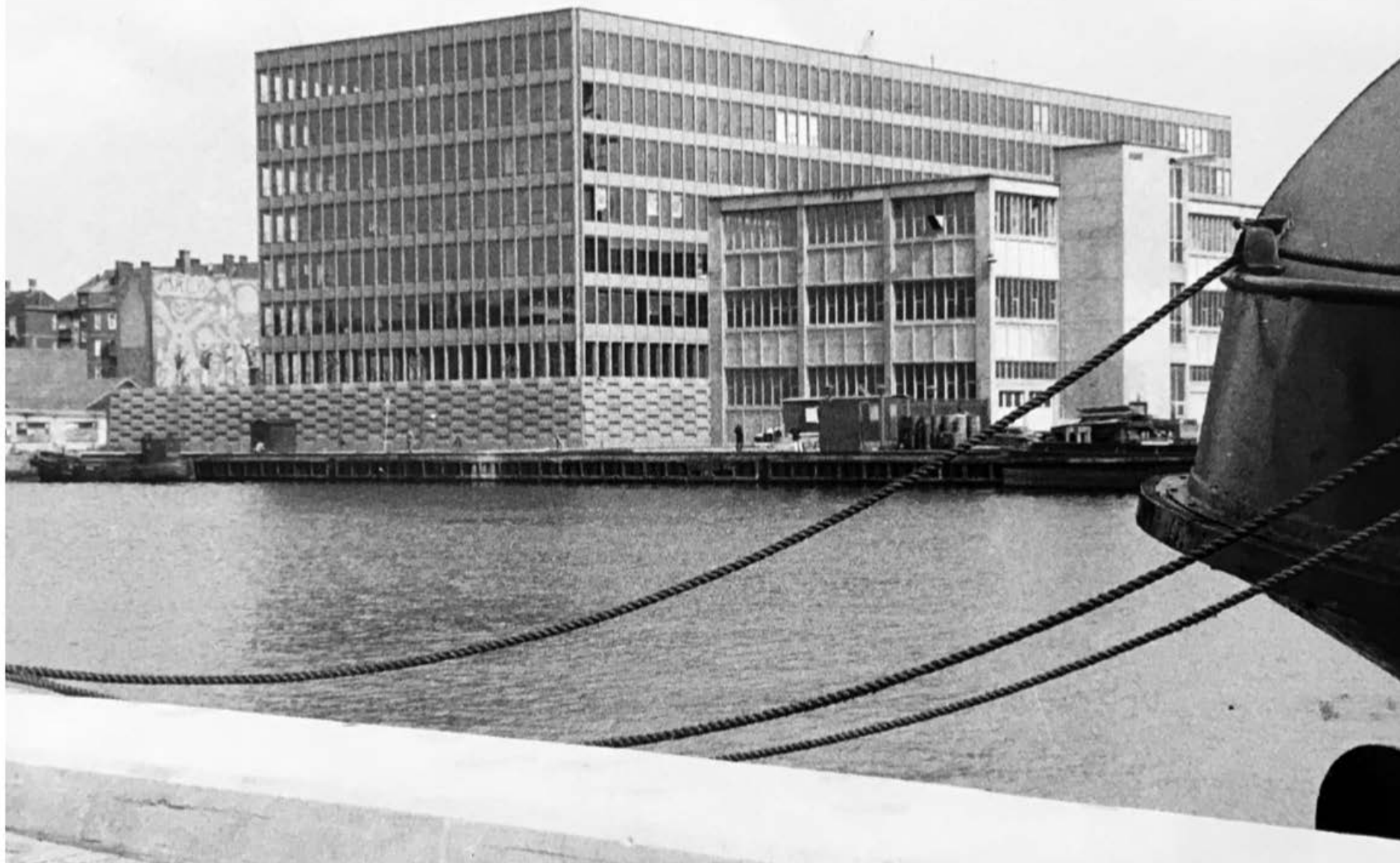








Arkivfoto. Knippelsbro. 1980'erne.



Arkivfoto. Til højre for Ørkenfortet ses Maskinehallen fra 1924.

B&W administrationsbygning

Christianshavn

Opført 1957 – 1962 af Palle Suenson

Immaterielle værdier

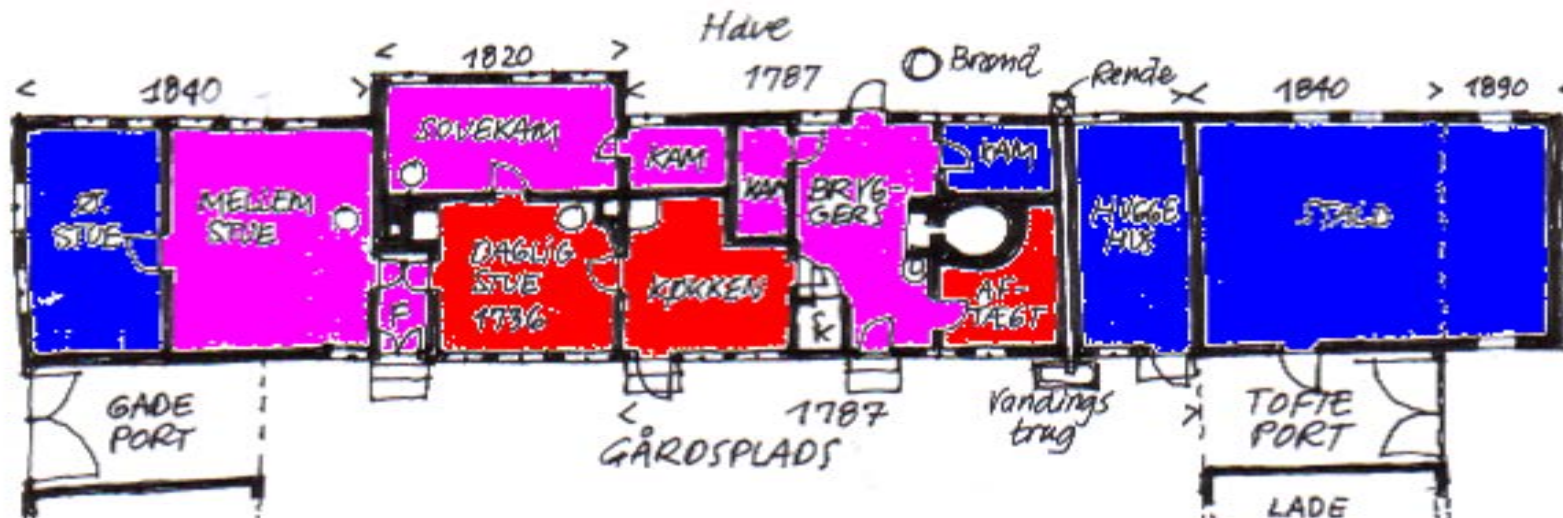
- Porten til Christianshavn – forudgående projekt af Palle Suenson i 1950-erne, finansieret af Magistraten
- Palle Suensons modernisme – boliger, industribygninger (FLSmith), høj kvalitet også i detaljerne
- ‘Skyggenoten’ – elementerne går ‘fri’ af hinanden: svævende, lethed, elegance – trods den tunge jernbeton
- Eksempelvis sågar *hushjørnerne* – inspirerede bl.a. Arne Jakobsens Nationalbank
- Modernismens tro på fremtiden – optimisme, fremgang,
- Rosenkjærhallens enkle industri-arkitektur
- Mies van der Rohe’s Seagram-Bygning i New York fra 1958 (stål og glas)
- Bastionen – bevidst udformet, men har givet bygningen navnet ‘Ørkenfortet’.
- Alt er insitu-støbt med nogle af de første elementstøbte facadeelementer med ‘småstenspakning’





Immateriel kulturarv Viby Bygade 12

- Husets inddeling i opvarmede rum, semi-opvarmede rum og uopvarmede rum h.h.v.
- Dagligstue, mellemstue, sovekammer + forstue og øverstestue.
- De opvarmede rum (dagligstuen) kræver opvarmning i 5 måneder om året (nov – april)
- De semi-opvarmede rum varmes op i 3 måneder: april, december og oktober, men kan benyttes i 8 måneder
- De uopvarmede rum varmes op i én måned – december – men kan benyttes i 7 måneder



Immateriel kulturarv Viby Bygade 12

- Klassicistiske elementer i facader, detaljer og interiører
- 5 forskellige bindingsværks-konstruktioner til de 5 forskellige formål:
 - Beboelse (styrtrum)
 - Fine stuer (Spærfag)
 - Tærskelo (dobbelte hanebånd)
 - Kostald (Bjælkelagskryds)
 - Vognporte (Indvendige højremme)
- Enkelhed og sparsommelighed. Bl.a. flytning af vestgavlen fra en tidligere placering
- Slid og patina i bl.a. fra kreaturerne i staldens pigstensgulv
- Slid og patina i oprindelige døre, porte m.v. (malings-krakeleringer)
- Spor i gårdspladsens pigstensbelægning efter gårdens og gårdspladsens tidligere størrelse

Brundtlandsrapporten 1987

I 1987 introducerer Brundtlands-rapporten 'Vores fælles fremtid' begrebet 'bæredygtighed' (sustainable) og definerer en 'bæredygtig udvikling' som

en udvikling, hvor 'de nuværende menneskers og naturmiljøers behov kan blive dækket - uden at skade fremtidige generationers mulighed for at dække deres behov.

Man kan også sige, at et samfund, der vil kalde sig bæredygtigt, ikke udtømmer Jordens eksisterende naturressourcer, så det i fremtiden vil være nødvendigt enten at undvære disse eller vente til de eventuelt bliver regenereret.

Brundtlandsrapporten 1987

Allerede her 30 år efter, i 2017, kan vi konstatere:

- at vi ikke kan forvente, at der i fremtiden vil være **naturressourcer** nok i Verden til at dække den stigende befolknings – der forventes at blive fordoblet over de næste årtier - fremtidige behov.
- Hertil kommer, at et markant mindre forbrug af **fossile brændstoffer**, vil være nødvendigt for at tæmme de meget alvorlige klimaforandringer for kloden.
- Og for det tredje medfører de stigende mængder **affald** allerede meget store miljøproblemer, pladsproblemer og økonomiske udgifter.

Brundtlandsrapporten 1987

Allerede her 30 år efter, i 2017, kan vi konstatere:

- at vi ikke kan forvente, at der i fremtiden vil være **naturressourcer** nok i Verden til at dække den stigende befolknings – der forventes at blive fordoblet over de næste årtier - fremtidige behov.
(eksempelvis er de danske grusgrave på land noget nær udtømte)
- Hertil kommer, at et markant mindre forbrug af **fossile brændstoffer**, vil være nødvendigt for at tæmme de meget alvorlige klimaforandringer for kloden.
(til opvarmning af bygninger + produktion af nye byggematerialer samt transport)
- Og for det tredje medfører de stigende mængder **affald** allerede meget store miljøproblemer, pladsproblemer og økonomiske udgifter.
(f.eks. fra nedrivning af eksisterende bygninger)

Brundtlandsrapporten 1987

Allerede her 30 år efter, i 2017, kan vi konstatere:

- at vi ikke kan forvente, at der i fremtiden vil være **naturressourcer** nok i Verden til at dække den stigende befolknings – der forventes at blive fordoblet over de næste årtier - fremtidige behov.
(eksempelvis er de danske grusgrave på land noget nær udtømte)
- Hertil kommer, at et markant mindre forbrug af **fossile brændstoffer**, vil være nødvendigt for at tæmme de meget alvorlige klimaforandringer for kloden.
(til opvarmning af bygninger + produktion af nye byggematerialer + transport)
- Og for det tredje medfører de stigende mængder **affald** allerede meget store miljøproblemer, pladsproblemer og økonomiske udgifter.
(f.eks. Fra nedrivning af eksisterende bygninger)

Og her bruges der langt flere naturressourcer, CO2 og affald – end **Biler, Bøffer og Badeferie**

Brundtlandsrapporten 1987

Det vil sige at de lande, byer og firmaer, der kan løse disse tre problemer:

- Et mindre forbrug af de begrænsede naturressourcer,
- en lavere udledning af klimagasser og
- en minimering af affald, på en fornuftig måde,

går en gylden fremtid i møde.

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

vil tabe i fremtiden.

Én af løsningerne, som stort set alle er enige om, er at vi skal fremme *bæredygtighed og cirkulær økonomi*, d.v.s. genbrug, genanvendelse og genvinding.

'Bæredygtighed' – et nyt argument for nedrivning

Indenfor byggebranchen synes de fleste, at de agerer ekstremt bæredygtigt og miljøvenligt og i pagt med den cirkulære økonomi, når man river en eksisterende bygning ned og '**genanvender**' alle (snarere nogle af) komponenterne og materialerne i en ny bygning eller som knust fyld i andre materialer.

Og det er faktisk i dag blevet et ekstra argument for at rive ældre bygninger ned, bl.a. for at give plads til nye bygninger, som påstås at være mere bæredygtige, at de gamle kan indgå i en cirkulær økonomi.

Men en mulighed, der ikke diskuteres ret meget i de 'cirkulære' genanvendelses-kredse, herunder heller ikke i de politiske, er at **vedligeholde og istandsætte eksisterende bygninger**, så de kan blive genbrugt på stedet, uden at de bliver revet med.

Så vil man spare en masse materialer, penge, energi CO2 og affald osv. i forhold til at skulle adskille, rense, opgradere, re-designe, og nyttiggøre osv. de 'genanvendte' materialer og komponenter.

Bæredygtighed

Ordet *sustain* oversættes i engelsk-danske ordbøger fra før 1987 med

Sustain = 'støtte, holde oppe, opretholde, vedligeholde' og

Sustained = 'vedvarende, langvarig'

– 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*** (holdbar)

Bæredygtighed

Ordet *sustain* oversættes i engelsk-danske ordbøger fra før 1987 med

Sustain = 'støtte, holde oppe, opretholde, vedligeholde' og

Sustained = 'vedvarende, langvarig'

– 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* (holdbar)

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

Bæredygtighed

Ordet *sustain* oversættes i engelsk-danske ordbøger fra før 1987 med

Sustain = 'støtte, holde oppe, opretholde, vedligeholde' og

Sustained = 'vedvarende, langvarig'

– 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* (holdbar)

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

Sustainable = vedvarende holdbarhed = lang holdbarhed eller ubegrænset holdbarhed

Bæredygtighed for bygninger = vedvarende holdbarhed

Hvad er en bæredygtig bygning

1. **Har** holdt meget længe – som minimum 60 – 260 år - og herefter kan genanvendes *på stedet* ved at blive vedligeholdet, istandsat og ombygget med omtanke og med de klassiske materialer og metoder, så holdbarheden fortsætter mindst ligeså længe, d.v.s. mindst 200 år.
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).
3. Har et lavt **energiforbrug** – baseret på enkle og naturlige løsninger, med meget lang levetid, d.v.s. mindst 200 år - f.eks. ved at være fornuftigt isoleret på kritiske steder.

Hvad er en bæredygtig bygning

1. **Har holdt meget længe** – som minimum 60 – 260 år - og herefter kan genanvendes *på stedet* ved at blive vedligeholdet, 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.

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 smedjern 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.

60 – 60 – 60

60-80% omsætning = restaurering

Hvis man studerer de nuværende aktiviteter i byggebranchen, viser det sig at cirka 60-80% af den årlige omsætning, stammer fra vedligeholdelse, istandsættelse og ombygning af eksisterende bygninger.

60-80% med forkerte materialer

Men forskningen viser også at 60-80% af de arbejder på bygninger, der er opført før 1960, sker med *forkerte* (uhensigtsmæssige) materialer, metoder og holdninger. Derved svækkes de historiske værdier i bygningen, de byggetekniske forhold i bygningen, de arkitektoniske værdier i bygningen samt bygningens normale ekstremt lange/vedvarende holdbarhed.

Før og efter 1960-70

Der går et relativt skarp skel i dansk byggeskik mellem bygninger, der er opført før ca. 1960-70 – og bygninger, der er opført efter. Bygninger opført før 1960 er bygget med de 'klassiske' byggematerialer, håndværksmetoder og bygnings-konstruktioner. Disse er svage, porøse (kapillaråbne), de kan vedligeholdes, de kan repareres og de har ekstrem lang holdbarhed/levetid.

Bygninger, der er opført efter 1960-70 er bygget med helt andre materialer, bl.a. KC-mørtel, plastikmaling, trævinduer af løst splintved eller træ-aluminiumsvinduer, udvendige termoruder/energiruder, mineraluld, plastikdampspærre, trykimprægneret træ, gipsplader og spånplader. Disse materialer er desuden *gift* for gamle huse.

Levetider, vedligeholdelse og istandsættelse af ældre bygninger

1. Bygninger og bygningsdele, der er ældre end 1960-70 har beviseligt *meget* lange levetider – fra 60 til omkring 800 år, hvilket for det første kan konstateres ved, at de rent faktisk findes, og dernæst at de fortsat kan vedligeholdes, så de uden problemer kan holde i mindst 200 år *mere*. Herved kan de opnå en *vedvarende holdbarhed*.
2. Det skyldes også at bygninger, der er ældre end ca. 1960-70 er bygget med helt *andre materialer* og metoder end yngre bygninger, herunder helt nye bygninger i dag. Derfor skal de også konsekvent vedligeholdes og istandsættes med de samme slags materialer, som de er bygget med. De såkaldte 'klassiske byggematerialer' som mursten og luftkalk, spejlskåret og marvskåret kernetræ, linoliemaling, hvidtekalk og massivt træ i beklædninger o.a.
3. Bygninger, der er ældre end 1960-70 skal slet ikke vedligeholdes så meget, og eventuelle reparationer kan med fordel ske *partielt*. Det vil sige, kun der, hvor det er nødvendigt. De poreåbne materialer og konstruktioner indeholder selv offerlag og offerelementer, som ikke bør vedligeholdes for tit, men begrænses til en enkelt, men systematisk, forebyggende vedligeholdelse.
4. De mest alvorlige tekniske og æstetiske skader på bygninger, ældre end 1960-70 skyldes anvendelsen af uhensigtsmæssige materialer, metoder til vedligeholdelsen og istandsættelsen – **ikke** nedbrydning fra vejr og vind, frost og tø.
5. De klassiske materialer og metoder er også de mest hensigtsmæssige, rent totaløkonomiske for bygninger, der er ældre end ca. 1960-70, bl.a. på grund af deres robusthed og holdbarhed.

Vedvarende holdbarhed



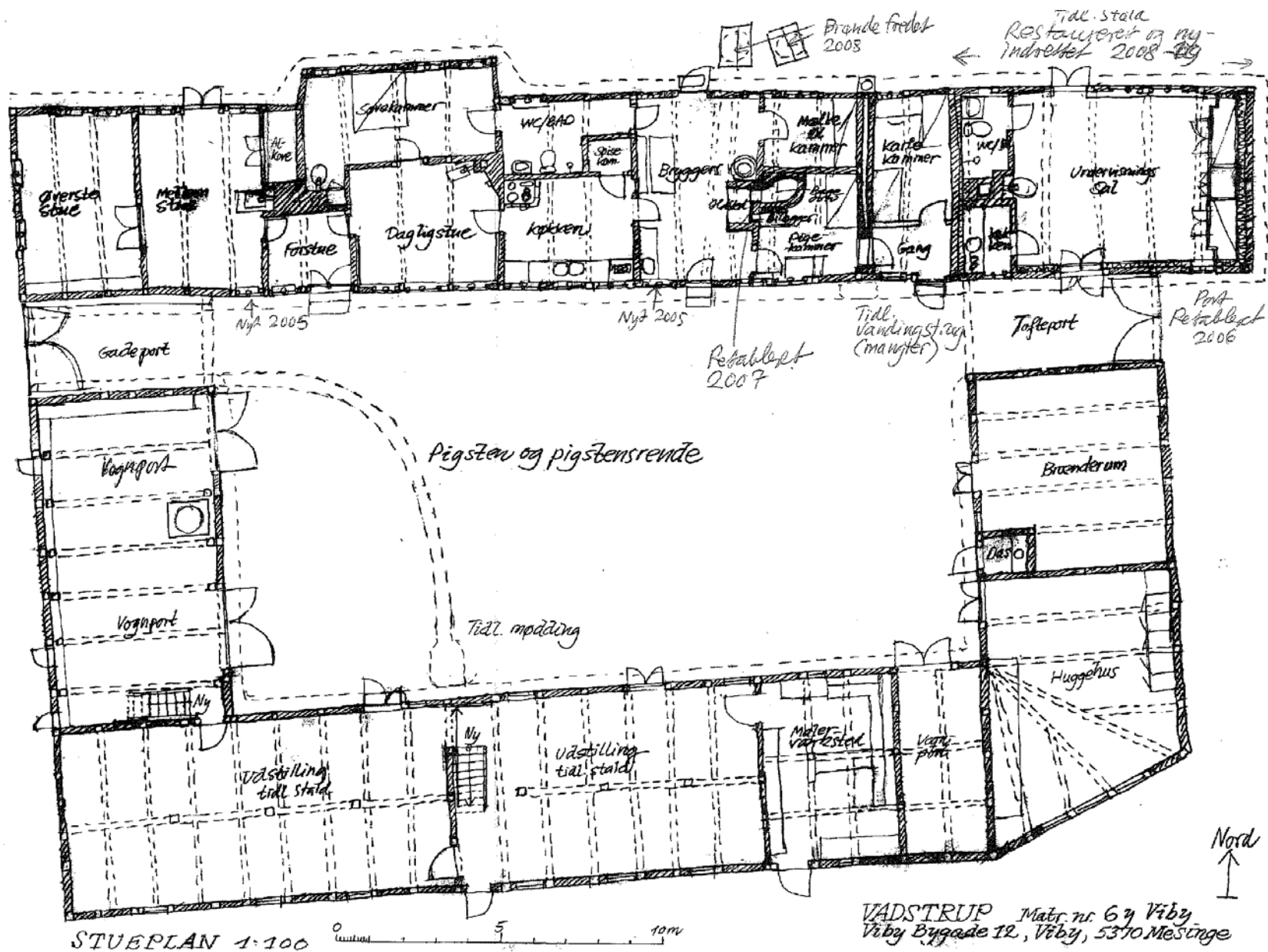
Bindingsværkshus fra 1740 – og altså næsten 280 år gammelt, kan trods de kun 13 cm tykke, og ret skrøbelige vægge, fyldt ud mellem tømmeret med ubrændt ler, sagtens anvendes i den dag i dag.

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

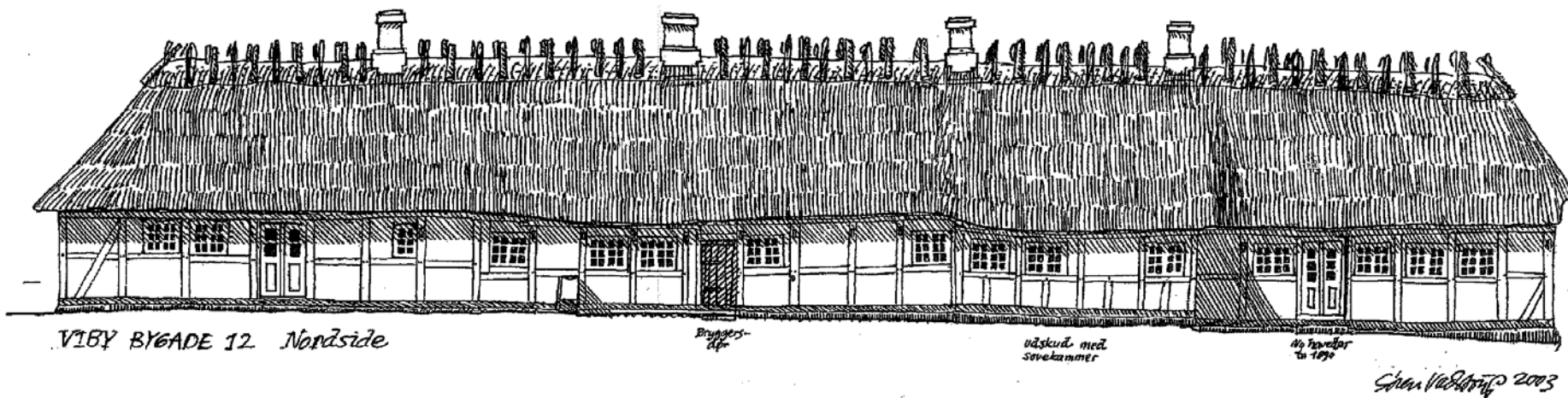
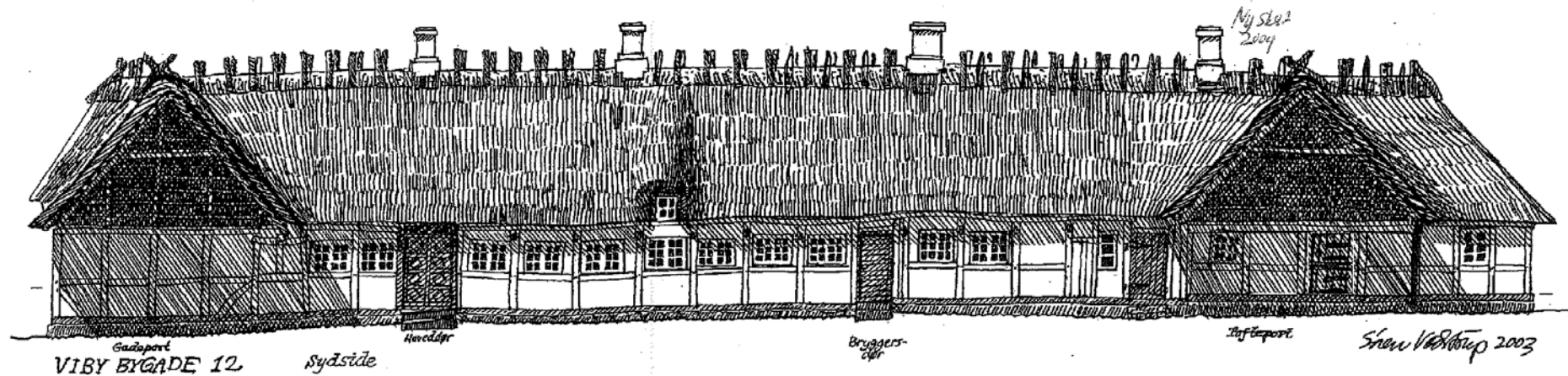
Den største fare for dette hus i dag er vedligeholdelse med uhensigtsmæssige og forkerte materialer







VADSTRUP Matr. nr. 6 y Viby
Viby Bygade 12, Viby, 5370 Mestinge



VIBY BYGADE 12, Viby, 5370 Mestinge

Bæredygtig Bygningskultur

Ældre bygninger

De klassiske byggematerialer, -konstruktioner og håndværksmetoder:

- **‘Ubegrænset’ levetid/vedvarende holdbarhed**

Mursten og kalkmørtel(800 år), tagsten (350 år) trævinduer (350 år), spejlskåret træ (350 år), rudeglas (600 år), ubrændt ler (350 år), essesmedet smedejern (400 år), støbejern (200 år), pigsten (600 år), granitsten (800 år)

Kendt og brugt i udemiljøet: træbjæle (600 år), Linoliemaling (250 år)

- **Miljøvenlig** og energivenlig fremstilling

Træ (uden trykimprægnering), mursten (der kan genbruges), læsket kalk, stråtage, linoliemaling, natursten, ler

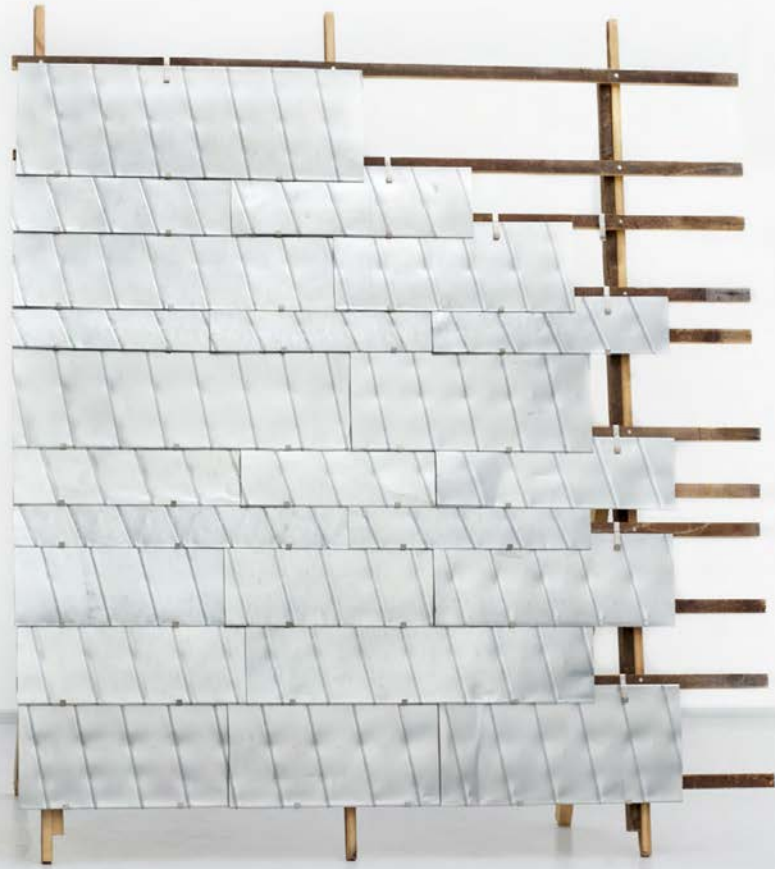
- **Lagrer CO₂** mens det indgår i bygninger

Træ, stråtage, mursten (genbrug), tagsten (genbrug), mørtel,

- **Regulerer indeklima** – gennem sin porøsitet

Ubehandlet eller limfarvet træ, kalkmørtel, rørvæv og puds, ubrændt ler,

- Minimal **affaldsproduktion**



Rebeauty

→ Nordic Built Component Reuse

Genanvendelse = affaldsforebyggelse

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.

Genanvendelse = affaldsforebyggelse

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

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 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: Middel 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.

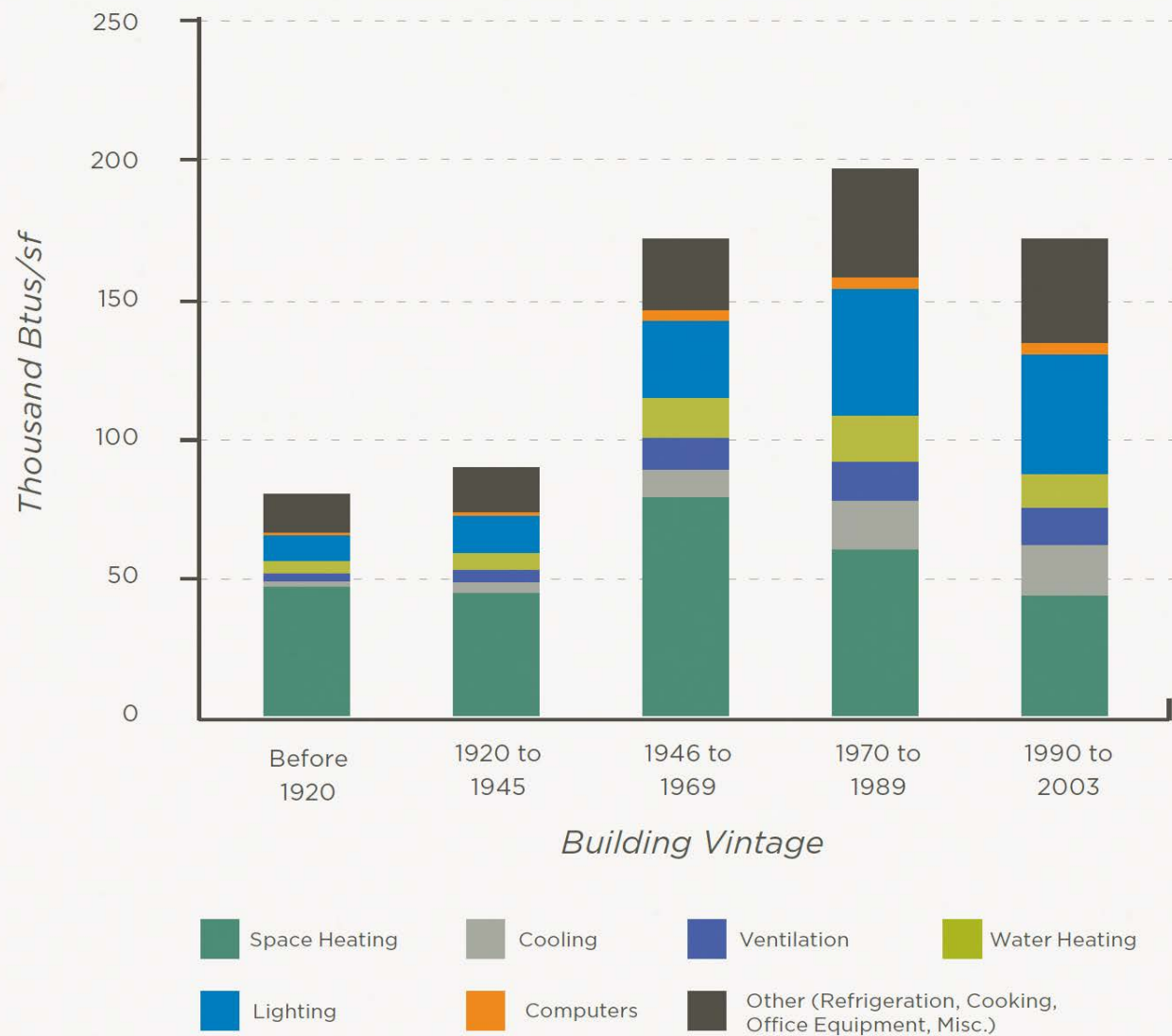
Ny definition på cirkulær økonomi for bygninger

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 (=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

Figure 3: Commercial Building Energy Use by Vintage

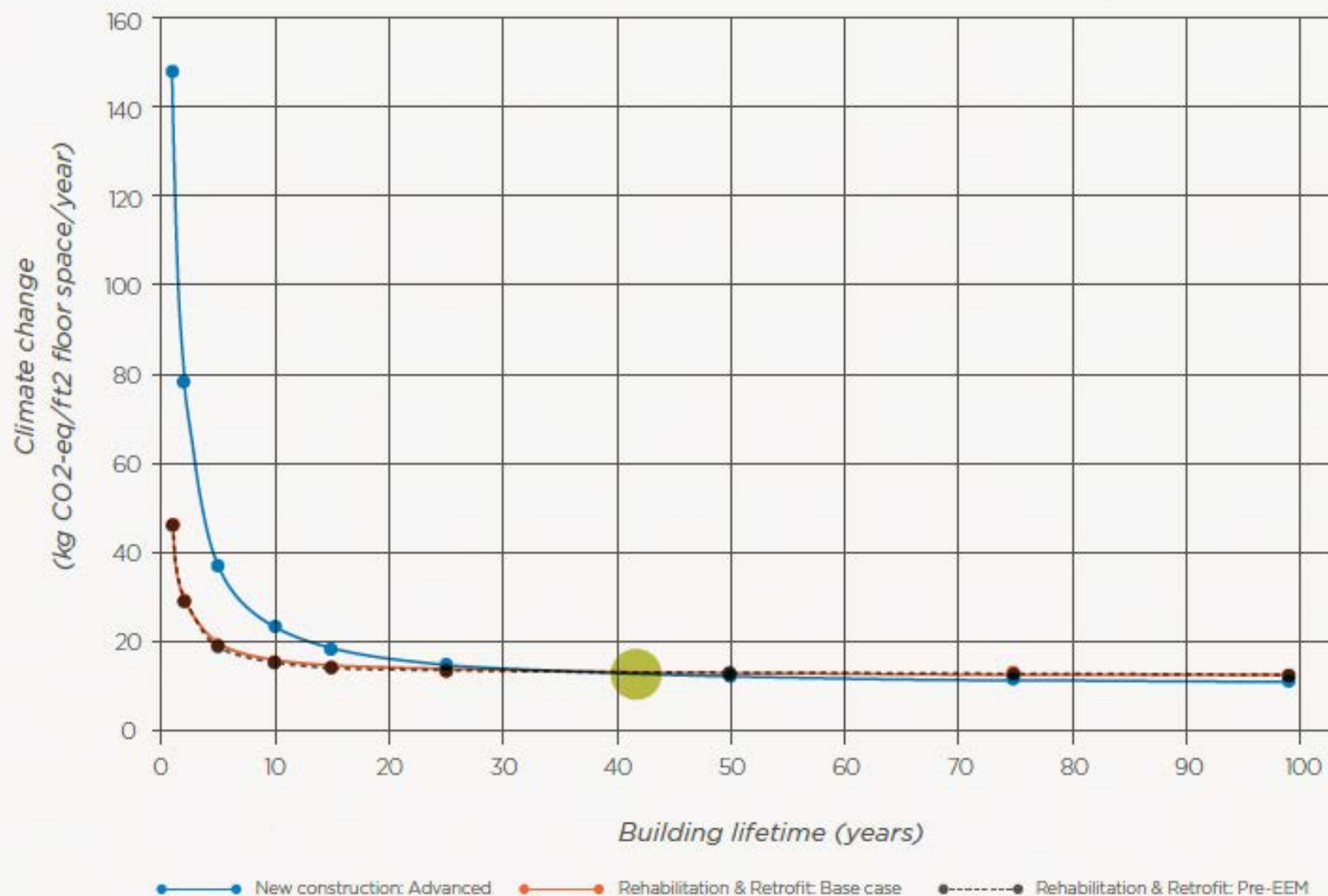


Source: U.S. Energy Information Administration, Commercial Buildings Energy Consumption Survey (2003).

**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**

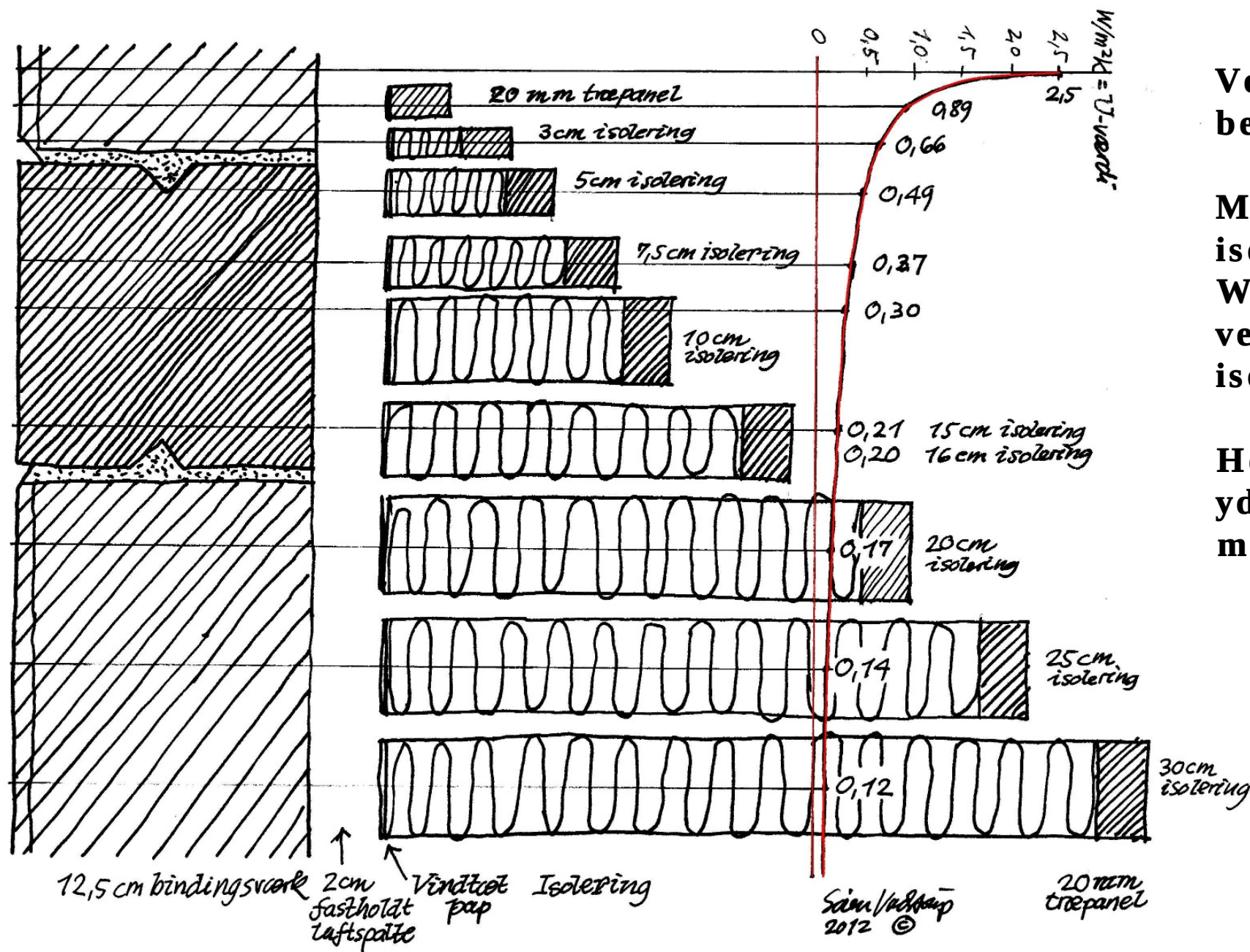
Figure 27. Climate Change Impacts for Pre-EEM and Base Case Reuse Versus Advanced Case New Construction for Commercial Office Buildings in Portland



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.

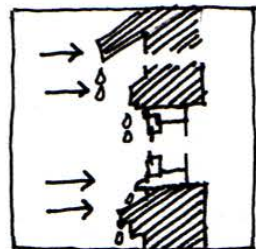


**Voldsom efterisolering
betaler sig ikke.**

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

**Herefter er effekten af
yderligere cm isolering
minimal.**

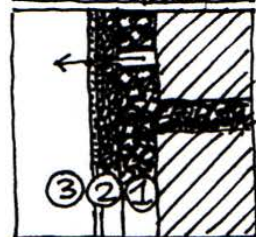
Traditionel Byggeteknik



A

Vand-
afvisende
konstruk-
tioner

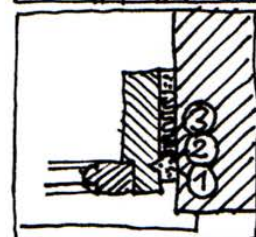
Vandafvisende konstruktioner, bl.a. udhæng, vandbrædder, sålbænke og glatte vinduer



B

Kvalitets-
forbedring
gennem
hånd-
værket

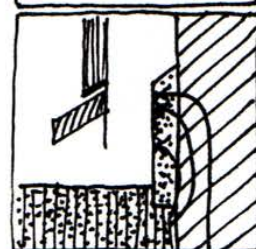
Kvalitetsforbedring gennem håndværket, bl.a. 'diodepuds', høvlet træ, kløvede kragetræer



C

3-dobbelte
sikringer
ved
kritiske
steder

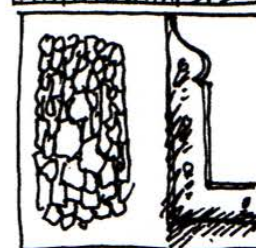
3-dobbelte sikringer ved kritiske steder. Bl.a. mørtelfuger ved trævinduer



D

Offerlag
eller
elemen-
ter

Offerlag eller offer-elementer. Bl.a. sokkelpuds, vandbrædder, dækbrædder



E

Vedligeholds-
signa-
ler

Vedligeholdelses-signaler. Bl.a. let rust, slangeskinds-krakelering, gråfarvet træ

Ny viden om de klassiske mørteltyper

Til reparation af ældre bygninger skal man **ikke** anvende en KC-mørtel, d.v.s. en muremørtel, bestående af en blanding af Portlandcement og luftkalk, der udelukkende anvendes i dag, men i stedet:

En klassiske luftkalkmørtel (K-mørtel), fremstillet som en vådlæsket kulekalksmørtel 1:3

En varmlæsket 'læskemørtel' (Hot-Lime)

I blandingsforholdet 3:1, 2:3 eller 1:1, som kan analyseres på 500-800 år gamle bygninger. Bl.a. fordi der anvendes meget lidt vand til blandingsforholdene 3:1, 2:3 eller 1:1, får man herved en usædvanlig kompakt, frostfast og holdbar mørtel og puds.

Med begge disse såkaldte *luftkalkmørtler* (lufthærdende kalkmørtler), opnår man følgende fordele i forhold til anvendelsen af en KC-mørtel:

- Længere levetid og bedre holdbarhed for murværket og murerarbejdet, dvs. *mindst* 100 år
- Færre skader – p.g.a. det mere smidige murværk, i forhold til sætninger, frostskader mm.
- Bedre fugtdynamik - bl.a. gennem diodevirkningen fra fuger og dækkende pudslag.
- Bedre fugtdynamik, bl.a. gennem helt *pore/-kapillaråbne* overfladebehandlinger, udvendigt og indvendigt – modsat de *diffusionsåbne* overfladebehandlinger
- Et bedre og mere tørt indeklima, fordi ydermurene hurtigt afgiver fugten – udad.
- Bedre kvalitet i murerarbejdet p.g.a. mørtelens teksotropiske egenskaber, bl.a. i forhold til fyldte studs-fuger, god vedhæftning og hurtig styrkeudvikling mm.

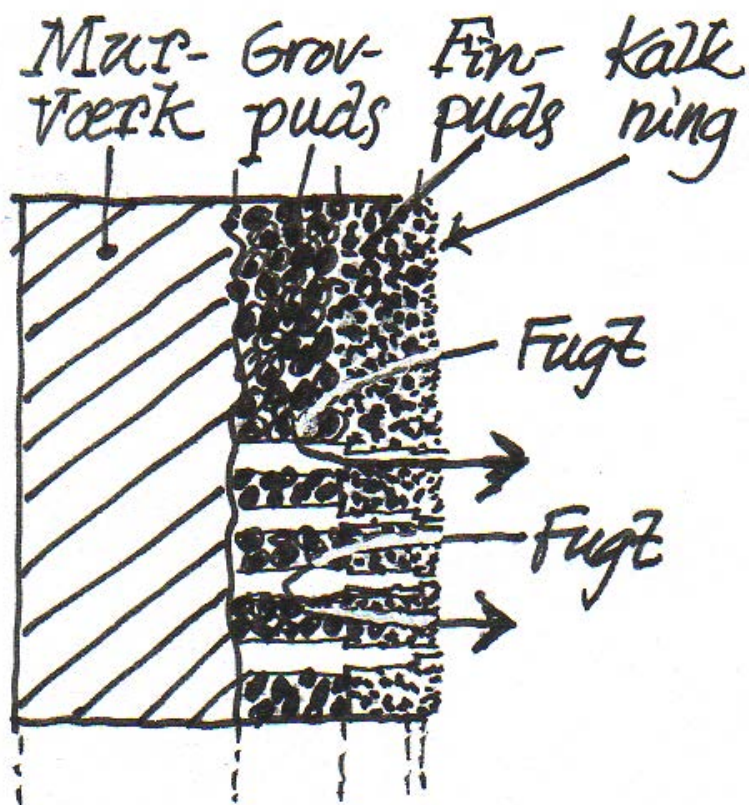
- Bedre bearbejdelighed og nemmere at arbejde med
- Mindre spild og ingen tab af mørtelens styrke og andre egenskaber ved stadig genoprøring.
- Mere bæredygtigt murværk, bl.a. fordi brugte mursten kan renses fuldstændigt og dermed genanvendes 80-90% (se foto)
- Mindre miljøbelastning, gennem lavere brændingstemperatur og indenlandske materialer.
- Bedre totaløkonomi, p.g.a. den lange levetid, mindre vedligeholdelsesomkostninger, billigere materialer og mere effektive arbejdsprocesser

De klassiske murermaterialer og mureteknikker omfatter:

- Luftkalkmørtel med korrekt kornkurve, evt. fremstillet som 'læskemørtel'
- Hydraulisk kalkmørtel til udsatte steder – i tre styrker: 2,0 MPa, 3,5 MPa og 5,0 MPa.
- Opbygningen af diodefuger og -puds af to lag mørtel, grovkornet inderst og finkornet yderst.

Helt nye forsøg på bl.a. DTU har vist, at luftkalkmørtel kan opnå tilstrækkelig trykstyrke til at opfylde Murværksnormen for nybyggeri af bl.a. enfamiliehuse. Derfor markedsføres der nu en normmørtel med specifikationerne 'K 100/700, M 1,5 MPa 12,5%'.

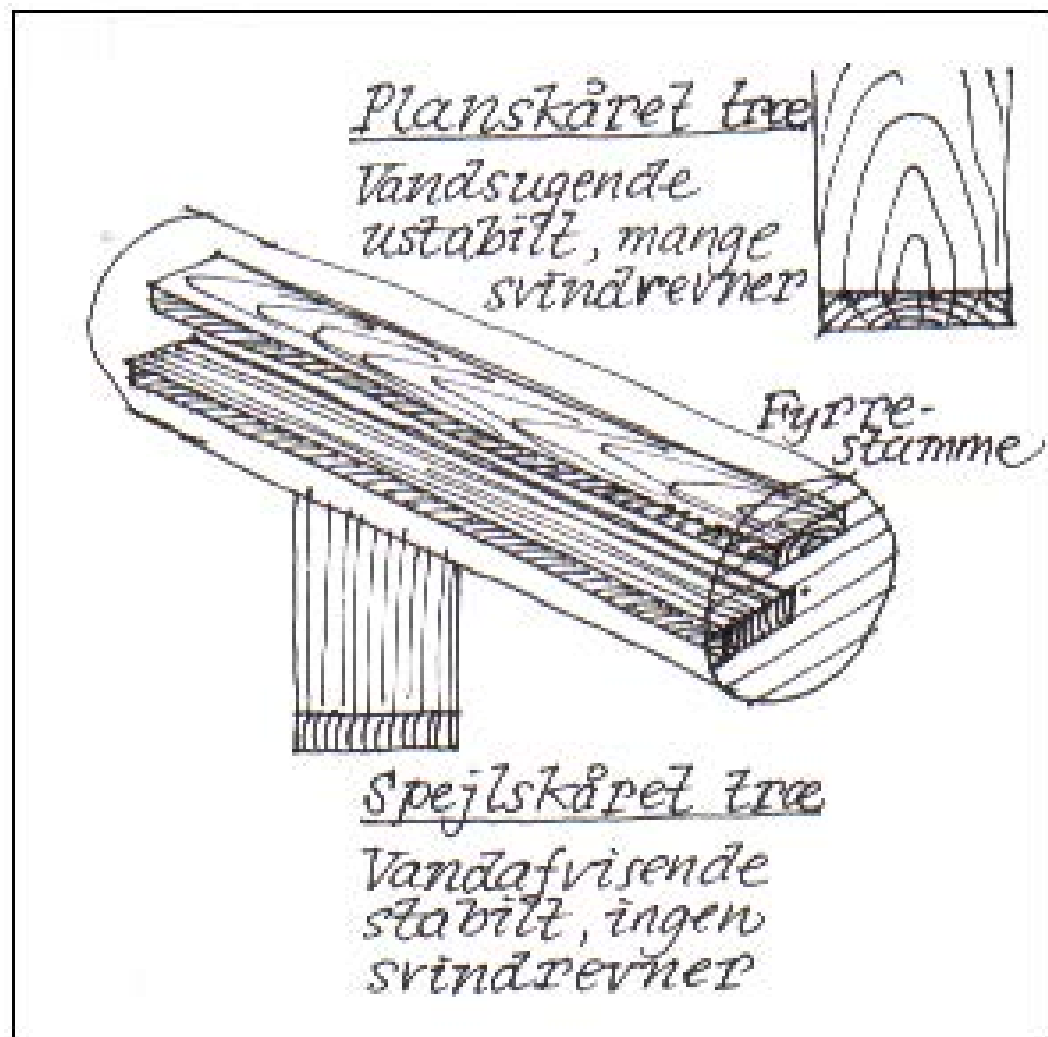
De i årevis fremførte ulemper ved luftkalkmørtelen, nemlig at den ikke har tilstrækkelig trykstyrke til at kunne anvendes i nybyggeri, og at den hærder alt for langsomt, modbevises nu dels af nye videnskabelige forsøg – samt i øvrigt mere end 800 års praksis i Danmark og det danske klima.



Diffusion	0 - 10	molekyler
Kapillær transport	10-100	frit vand
Konvektion	100-1000	damp

Diffusionsåbent materiale - plastikmaling
 Kapillaråbent materiale - kalk, kalkpuds

	Vejr og temperatur	Kalkmaterialerne kræver en fugtighed på 75-95% RH for at hærdne optimalt og en temperatur på 5-20°C. En hurtig hærdning revner.	
	Forvandling	Kalkens hærdning kræver vand og fugtighed. Hvis bunden ikke er forvandlet godt, binder puds-laget ikke godt.	
	Tynde lag - et ad gangen	Nye mørtellag skal påføres relativt tyndt på en hærdet bund. Derved dækkes svindrevnerne. Δ lag for lag	
	Fine porer på grove porer	Puds skal bestå af et groft og et fint mørtellag - med det fine yderst. Derved vandrer vandet altid udad.	
	Traditionelle kalkmaterialer - uden moderne tilsætningsstoffer	De traditionelle materialer har bevist, at de arbejder godt sammen. Nye tilsætningsstoffer ændrer dette. © Søren Væver, 2001	



KONSTRUKTIV træbeskyttelse

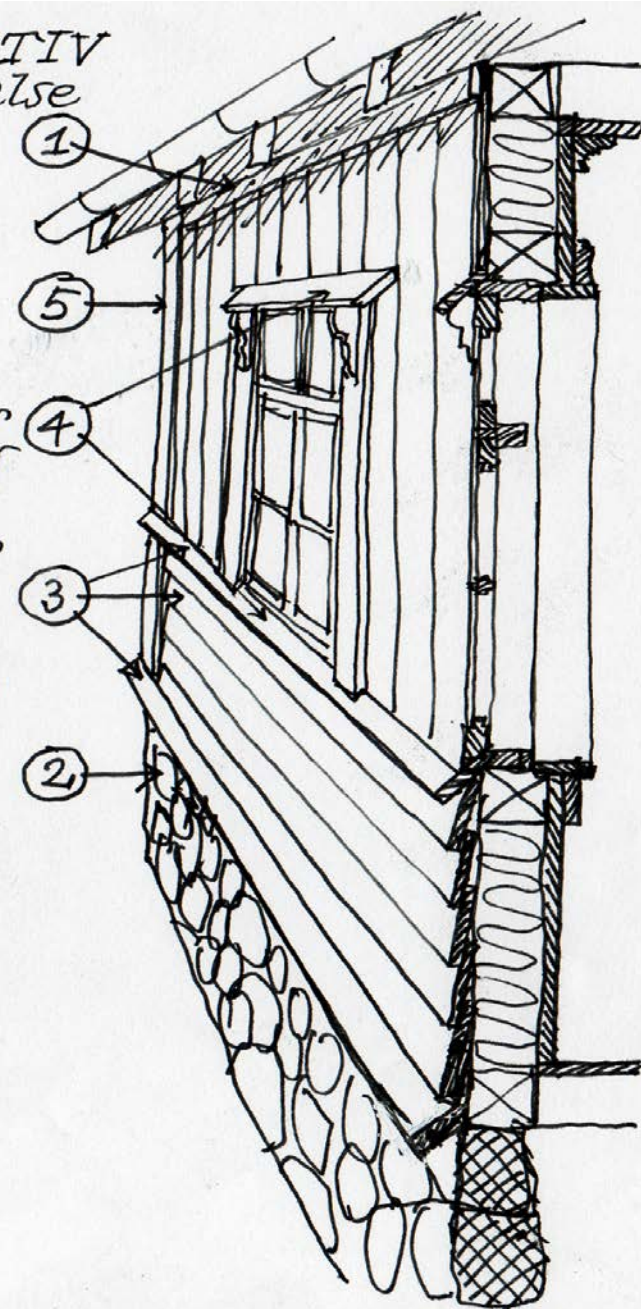
Kraftigt
tagudhæng

Kanter og
endetræ
beskyttes

Vandbrædder
over vinduer
og døre m.fl.

Vandbrædder
og vandrette
brædder på
de mest ud-
satte steder

Høj sokkel
af beton
eller natur-
sten



Ny viden om byggeri i træ samt udvendige bræddebeklædninger

Hvis man erstatter det giftimprægnerede træ og træbehandling, der anvendes i dag til udvendige træbeklædninger med naturligt, lufttørret træ og samme træteknologi, som kan analyseres på 300-375 år gamle bygningsdele af træ – bl.a. vinduer - både til restaurering, naturligvis, men også til nybyggeri opnår man følgende fordele i forhold til anvendelsen af trykimprægneret, vakuum imprægneret eller giftimprægneret træ:

- Længere levetid og holdbarhed for træværket, både selve konstruktionerne (uden jern) og udvendige beklædninger.
- Færre skader – specielt tørre- og andre revner, flækker, råd, svamp og udpining af træet
- Mindre vedligeholdelse
- Bedre fugtdynamik - bl.a. gennem helt kapillaråbne overfladebehandlinger – modsat de diffusionsåbne overfladebehandlinger
- Låser CO₂ mens bygningen bliver stående – men udleder CO₂, hvis denne rives ned.
- Mere bæredygtig, bl.a. fordi det gamle træ kan genbruges fuldstændigt, i den stående bygning.
- Mindre miljøbelastning gennem brug af indenlandske materialer, ingen giftstoffer, ingen energikrævende kunstig tørring, få metalbeslag.
- Bedre totaløkonomi p.g.a. den lange levetid, mindre vedligeholdelse og billigere materialer

Den klassiske danske træteknologi og træbehandling omfatter:

- Specialiseret valg af træsorter (dybt kendskab til træsorternes iboende egenskaber)
- Selektiv opskæring eller selektivt valg af det opskårne træ, hhv. spejlskåret og planskåret.
- Træsortering efter opskæringen efter kerneandel og efter retningen på marvstrålerne i endetræet mm.
- Lufttørring af træet i tørrelader, efter fældning og opskæring.
- Træsamlinger træ med træ, uden brug af søm- og skruebeslag, smedejernsbeslag og bolte.
- Konstruktiv træbeskyttelse – se tegning.
- Dimensionering og anbringelse af træemnerne efter deres udsathed
- Overfladebehandling med olieholdige malings typer og/eller kapillaråbne malingstyper
- Vedligeholdelse og regenerering af træ og maling med kogt linolie – eller mere 'eksotiske' malingstyper som tranfarve (sælspek).

Denne gamle og traditionelle træteknologi kan beviseligt bevare udvendigt træ, der overfladebehandles med trætjære eller linoliemaling i 375-400 år og helt ubehandling i ca. 300 år (spejlskåret egetræ) i det danske klima.

Bæredygtige bygninger af træ

Kan vi bygge et træhus i dag med en **påviselig** levetid/holdbarhed på 200 år?

- 1: Vi kan 'kopiere' en eksisterende træbygning med en **beviselig** (foreløbig) alder på 200 år
 - eller hvorfor ikke 350 år ?
 - materialemæssigt, dimensioner og i sin konstruktion. (konstruktiv træbeskyttelse)



Ny viden om de klassiske malingstyper til træ, murværk og puds

Hvis man erstatter de plast- og acrylbaserede malingstyper, der anvendes i dag til udvendigt træ, murværk og puds med de klassiske malingstyper, der har været kendt i mindst 700 år, som kan analyseres på 300-375 år gamle bygningsdele af træ – bl.a. vinduer – både til restaurering, naturligvis, men også til nybyggeri opnår man følgende fordele i forhold til plast- og acrylmaling:

- Længere levetid og bedre holdbarhed for træværket eller murværket (mindst 200 år)
- Færre skader – specielt tørre- og andre revner, flækker, råd, svamp og udpining af træet
- Længere vedligeholdelsesintervaller og dermed mindre vedligeholdelse, samt tydelige vedligeholdelsessignaler, når vedligeholdelsen er påkrævet.
- Bedre fugtdynamik – bl.a. gennem helt kapillaråbne overfladebehandlinger – modsat de diffusionsåbne overfladebehandlinger
- Mere bæredygtig, bl.a. fordi det gamle træ eller murværk opnår en meget lang holdbarhed og levetid
- Mindre miljøbelastning – ingen giftstoffer, enkel og giftfri bortskaffelse ved partiel udskiftning.
- Bedre totaløkonomi p.g.a. den lange levetid, mindre vedligeholdelse og billigere materialer.

De klassiske malingstyper består bl.a. af:

- Linoliemaling,
- Træbjærev og træbjærefarve,
- Limfarver,
- Temperafarver
- Lakker og lakfarver
- Mineralfarver (hvidtekalk og kalkfarver)

Vi har nu haft 40 års stort set entydige gode erfaringer efter 'genopdagelsen' af disse malingstyper i 1990-erne til bl.a. fredede og bevaringsværdige bygninger samt bygninger på Frilandsmuseerne. Disse erfaringer overgår på alle måder de moderne malings-typer til udvendigt træ og puds – herunder diverse nyudviklede 'vandige' malingstyper som 'olie-emulsionsmaling' (plastikmaling med lidt alkydolie i – og et bedre navn), vandig alkyd, plastalkyd, træbeskyttelse, mm.

Specielt på murværk har hvidtekalk og kalkfarver (se tegningen) den store fordel frem for de moderne overfladebehandlinger med plast- og acrylbindemidler, at de er *kapillaråbne*, hvilket er langt bedre for murværkets fugtdynamik end de såkaldt *diffusionsåbne* overfladebehandlinger.

Herudover patinerer disse 'klassiske malingstyper' smukt med alderen, i fin samklang med de ældre bygninger, de befinder sig på.

**OTTE KLASSISKE
OVERFLADEBEHANDLINGER
TIL TRÆ, JERN OG PUDS**

	LINOLIEMALING	KASEITEMPERA	KASEINFARVE	SVENSK SLAMFARVE	TRÆTJÆRE	TRÆTJÆREFARVE	HVIDTEKALK, KALKFARVE
UDVENDIGT RU TRÆ	●	●	■	●	■	■ ⁴	▼
UDVENDIGT HØVLET TRÆ	●	●	■	▼	▼	■ ⁶	▼
VINDUER, DØRE, SKODDER	●	▼	▼	▼	▼	▼	▼
BRÆDDEPORTE	●	■	■	▼	■ ²	● ²	▼
BINDINGSVÆRK	● ¹	■	●	■	■ ²	●	■
INDVENDIGT HØVLET TRÆ	●	■	■	▼	▼	▼	▼
SMEDEJERN	● ³	▼	▼	▼	▼	▼	▼
STØBEJERN	● ³	▼	▼	▼	▼	▼	▼
SORTTJÆREDE SOKLER	▼	■	■	▼	▼	●	● ⁵
UDVENDIGT MURVÆRK/PUDS	■ ¹	■	■	▼	▼	▼	●

1) Byhuse

2) Landhuse

3) Jernmønje med hæmatit

4) Sort eller rød/rødbrun

5) Med sort pigment

6) Overfladen bliver blæret og ujævn i sollys

● Anbefales

■ Egnet

■¹ Egnet med forbehold

▼ Ikke egnet

KLASSISKE PIGMENTER til maling af udvendigt træ SU 2007



Gulldokker



Røddokker



Caput Mortuum



Kromoxidgrøn



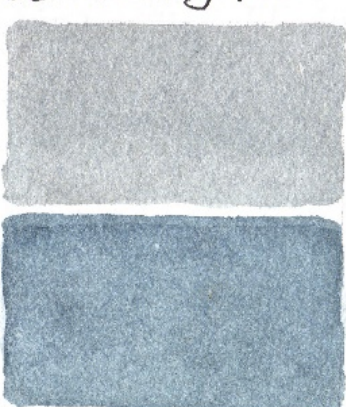
Berlinerblå



Portgrøn



Kønrog / Sort



Varm/kold grå

