

NY VIDEN

Om vinduer af træ i ældre bygninger

Holdbarhed og levetid, materialer og metoder til vedligeholdelse, energiforbedring, totaløkonomi og arkitektonisk tilpasning.

Af Søren Vadstrup, lektor, arkitekt m.a.a. Kunstakademiets Arkitektskole
og Center for Bygningsbevaring i Raadvad
København, april 2019



Bindingsværkshus fra ca. 1740 – med sine oprindelige 280-årige vinduer af træ i behold, der, hvis de vedligeholdes korrekt, med linolie og linoliemaling, og uden plastikmaling og silikonefuger ved karmene, kan holde i mindst lige så mange år – til.

Ny viden om VINDUER af træ i ældre bygninger (før 1960-70)

Indledning

Holdbarhed og levetid

Ny viden om vedligeholdelse og istandsættelse af vinduer af træ

Ny viden om linolie og linoliemaling

Ikke-støvende afrensning af bl.a. blyholdig maling med linolie

Vedligeholdelse af gamle vinduer af træ

Fugematerialer

Energiforbedring af gamle vinduer

Totaløkonomi

Hvad, hvis de oprindelige vinduer allerede er udskiftet?

Rekonstruktion af husets oprindelige vinduer

Støjdæmpning

Indeklima

Nye innovative vinduer

Bæredygtighed

Litteratur og kilder

Indledning

Vinduerne er uden tvivl ældre huses mest komplicerede og sammensatte bygningselement. Det består af 7-8 forskellige materialer: træ, glas, metalbeslag, skruer eller søm, kit, maling, tjæret værk, kalkmørtel og på det sidste også tætningslister med gummilister. Dertil kommer at vinduerne skal kunne åbne og lukke for bl.a. at ventilere rummene. Det skal også sende mest muligt dagslys ind i huset og samtidigt holde på varmen. Derfor har man gennem tiden lagt meget stor viden og kunnen for dagen, håndværksmæssigt, teknisk og æstetisk, så vinduerne også kan holde meget længe, passe til huset, rent arkitektonisk og være smukke at se på.

I dag vil de fleste husejere gerne spare mest muligt på varmen, og her udgør ældre vinduer i de flestes øjne et svagt punkt. Mange skifter derfor de gamle oprindelige vinduer af træ ud med nye vinduer af træ, plastik eller aluminium forsynet med de højisolerende *lavenergi-vinduer*. De er også meget billigere og nemmere at vedligeholde. De skal bl.a. aldrig males, og så er de tætte plus at de ligner de gamle vinduer 'på en prik'.

Dette er dog en sandhed med modifikationer, når vi taler om to- eller tre-rammede vinduer af træ med tynde sprosser i bygninger, der er ældre end 1960. At de nye termovinduer ligner de gamle, behøver man ikke at se ret længe på disse for at se, at det gør de absolut ikke. Ruderne, sprosserne, beslagene, overfladerne og stort set alle udvendige og indvendige detaljer er grimmere, mere klumpede og direkte forkerte. Men derudover har ny forskning, udført på Kunstakademiets Arkitektskole i København og Center for Bygningsbevaring i Raadvad vist, at de gamle vinduer kan sættes i stand, så de 'slår' de nye vinduer til ældre huse på fem meget afgørende punkter:



Man kan næsten ikke se forskel, hævdes det. Men bortset fra at de forreste, udskiftede vinduer har 6 ruder og er hvide, har de meget lidt til fælles med de 150 år gamle, oprindelige vinduer i det bageste hus. Sprosserne, beslagene og rudernes spejlinger har et helt andet udtryk. Forsynet med indvendige forsatsvinduer sparer de gamle vinduer også 30-50% mere på varmen, end de nye termovinduer.

1: Arkitektonisk tilpasning

Først og fremmest passer de oprindelige vinduer bedre til husets arkitektoniske udtryk – end nye vinduer af træ, plastik eller aluminium med udvendige termoruder. Det skal der nu ikke meget 'forskning' til at fastslå. Det kan ses med et halvt øje.

2: Holdbarhed og levetid

For det andet har de oprindelige vinduer en langt længere levetid og holdbarhed end nye vinduer af træ, plastik eller aluminium. Vi ved fra praktiske erfaringer, at de nye termoruder og energiruder har en levetid på 18-20 år, og jeg har ikke mødt nogen producent, der vil garantere en længere levetid end dette for de nyeste energiruder, man producerer i dag. Det er snarere 5 år, man kan svinge sig op til. Vi har jo tusindvis af gamle vinduer, der har holdt i 150-250 år eller mere, og som rigtigt vedligeholdt kan holde i mindst 250 år mere, så at erstatte disse med nye vinduer, hvor ruderne holder i 18-20 år, kan vi ikke bruge overhovedet.



*Til venstre et 200 år gammelt klassicistisk vindue, sat i stand med partiel, våd kold afrensning (uden varme) og malet med linoliemaling. Det kan, vedligeholdt med linoliemaling og linoliekit, holde i mindst 250 år **mere**. Til højre ses det samme vindue, set indefra, hvor det er energiforbedret med indvendige forsatsrammer. Herved sparer man 20-75% **mere** på varmen end tilsvarende nye vinduer af træ, plastik eller træ-alu med udvendige termo/lavenergiruder. Plus at vinduet holder langt længere, og har mindre vedligeholdelse, end nye vinduer.*

3: Energiforbedring med forsatsvinduer

For det tredje har vi også meget gamle systemer til tætning og energiforbedring af gamle vinduer af træ. Indvendige forsatsvinduer er beskrevet første gang i Danmark i 1731, så denne løsning har omkring 285 år på bagen. Koblede vinduer er en svensk opfindelse fra 1889, så det er kun 127 år, vi har haft disse. Ved at kombinere disse meget gamle og gennemprøvede dobbeltrudesystemer med moderne, såkaldt 'energiglas', der er 'coated' med en uhyre tynd belægning af bl.a. guld, der tillader de langbølgede varmestraler fra sollyset at passere udefra og ind, men bremser de kortbølgede varmestraler fra varmen, inde i huset, indefra og ud, kan man med en 3-lags-løsning opnå en varmeisolering, der er 20-75% bedre end tilsvarende opsprossede vinduer af træ, plastik eller aluminium med udvendige lavenergi-termoruder. Ved denne metode kan man oven i købet bevare de oprindelige 150-250-år gamle enkeltglas-vinduer af træ, med sprosser i kitfals og de oprindelige beslag, i husets facader.

4: Nem vedligeholdelse

For det fjerde har de oprindelige 150-250-årige vinduer af træ en enklere og billigere vedligeholdelse end nye vinduer af træ, plastik eller aluminium. Hov, hov. Plastik- og aluminiumsvinduer skal jo slet ikke vedligeholdes! Producenterne foreskriver imidlertid at man vasker den udvendige del af vinduet, karm og ramme, med sæbevand to gange om året. Beslagene skal samtidigt smøres to gange om året, og man skal løbende holde snavs væk fra glideskinner, tætningslister m.v. Så noget vedligeholdelse er der, trods alt. Men hvad producenten ikke skriver er, at man skal regne med at skifte alle termoruderne ud efter 18-20 år, dels fordi de er blevet utætte og dugger i rudemellemrummet dels fordi de isolerende gasarter mellem ruderne er sivet ud. I praksis skifter man her hele vinduet. Når dette indregnes i husets og vinduernes drift- og vedligeholdelsesudgifter, 'overhaler' de gamle trævinduer med linoliemaling, kit og mørtelfuger de nye vinduer af træ, plastik eller aluminium.

5: Det femdobbelte 'kinderæg'

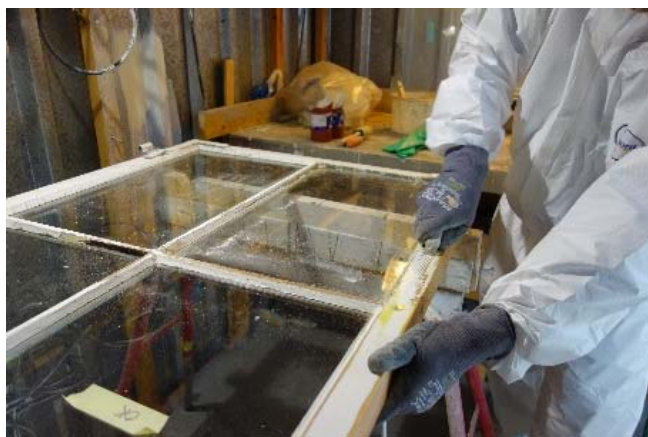
De fleste husejere regner ikke med, at man kan bevare de oprindelige vinduer af træ i huset, og samtidigt opnå den bedste varmebesparelse og den enkleste og billigste vedligeholdelse – hvilket jo også betyder at de gamle vinduer af træ, der både er de pæneste, de mest holdbare og de bedst isolerende, også er de totaløkonomisk billigste. Det er samtidigt påvist, gennem konkrete, velbevarede vinduer, eksempelvis de 280-årige vinduer af træ der ses på forsiden, at gamle vinduer har en stort set *vedholdende holdbarhed*, hvis de vedligeholdes korrekt, med linolie og linoliemaling, d.v.s. uden plastikmaling og silikonefuger ved karmene.

Ny viden om vedligeholdelse og istandsættelse af vinduer af træ

Selv hvor vi har de oprindelige vinduer i behold, det gælder heldigvis i cirka ¼ af alle ældre bygninger i Danmark, cirka en halv million, kan vi konstatere, at mange håndværkere og husejere behandler disse helt forkert. Der gøres generelt 5 fejl:

1. Ikke alle vinduer skal have samme behandling

Først og fremmest skal alle vinduer ikke have den samme behandling og slet ikke den meget 'store og dyre tur', de fleste tror. Hvis man f.eks. renser alt maling af, tager ruderne ud og beslagene af og på gør man alt for meget, forkert og for dyrt. Vi skelner mellem tre niveauer af tilstanden på vinduerne og tre niveauer af istandsættelser: Almindelig vedligeholdelse, nænsom istandsættelse og total istandsættelse. Man kan læse en nærmere beskrivelse af disse på www.bygningsbevaring.dk



Partiel, våd, kold afskrabning af gamle vinduer. Sparer arbejde og penge, forstærker vinduernes trækvalitet med vandafvisende linolie, undgår farligt støv og dampe fra gamle, giftige malingslag.

2. Brug ikke varme til at fjerne malingen på vinduerne

Ud over at rense alt maling af, gøres der ofte også den store fejl, at man benytter varmluftblæser eller infrarød varme fra varmelamper til at 'varme' malingen af med. Slibning med maskiner er lige så slemt. Man skal i stedet blødgøre den gamle maling, herunder også plastikmaling, med kogt linolie – og herefter kun skrabe den løse maling af, koldt, med et skarpslebent skrabejern. Alt *fastsiddende* maling, udvendigt og indvendigt, også på beslagene, fjernes ikke. Hvis der benyttes varme skal *alt* maling af, da dennes vedhæftning til bunden er ødelagt. Varmen udpiner samtidigt træet og producerer også giftige dampe fra malingen. Slibning producerer meget ofte giftigt støv, der flyver rundt i luften.

3. Skift ruder med floatglas ud med trukket eller cylinderglas

En undtagelse for at tage ruderne på gamle vinduer ud er, hvis de af forskellige årsager er skiftet ud med moderne ruder af floatglas. Floatglas er helt glatte og 'fejlfri' ruder, der kom på markedet i 1970, og meget få glarmestre, håndværkere eller arkitekter har åbenbart sans for betydningen af et autentisk udtryk i vinduernes ruder. Både for selve bygningens og især for vinduernes historiske og arkitektoniske udtryk, ser det helt forkert ud med de glatte og spejlende floatglas, i bygninger før 1970. Det svarer til at sætte et nyt stoleben af stål på en gammel stol. Før 1970 var vinduesglassene enten mundblæste eller maskintrukne med et smukt og livligt 'spil' i spejlinger og udtryk. Derfor bør man konsekvent skifte floatglas i gamle vinduer og gamle bygninger ud med trukket glas – på fredede bygninger med cylinderglas – for at genoprette husets og vinduernes oprindelige arkitektoniske udtryk.

4. Mal og vedligehold vinduer af træ med linoliemaling

Mal aldrig vinduer med plastikmaling. Denne maling er en alt for tæt og dårligt vedhæftende maling til udvendigt træ. Med plastikmaling forstås stort set alle 'vandige/vandfortyndbare' malingstyper, også selv om de har navne som 'akrylmaling', 'alkyd-acrylmaling', 'vandig alkyd', 'plastalkyd' eller sågar 'olieemulsionsmaling'. For det første løber malingens opløsningsmiddel, vand, ind i træet mens man maler, og fugter dette op, hvorefter man maler på vådt træ, hvilket giver en meget ringe vedhæftning. Dernæst fordamper vandet fra malingsfilmen, hvorved denne svinder, hvilket heller ikke fremmer vedhæftningen.

Brug i stedet linoliemaling, der bl.a. indeholder linolie, der imprægnerer og styrker træet. Vi kan se at vinduer, der har holdt godt i over 200 år, og er i fremragende tilstand, uden råd eller svamp i træet, men blot skaller af i malingen, begynder at rådne, kort tid efter at de er blevet plastikmalet, fordi træet bliver kritisk fugtigt inde under malingen.



5. *Tætn fugerne rundt om vinduerne med tjæret værk og mørtelfuger.*

Fugen mellem karmtræet og murværket ved vinduer og døre er eet af de mest kritiske steder på enhver facade. Almindeligt råd i vinduesrammerne eller karmenes ydre kanter kan både ses, forebygges og repareres. Det er til at overse. Men går der råd i den ikke-synlige side af karmen, ud mod murværket, kan dette ikke umiddelbart ses, ikke repareres og det medfører ofte, at hele vinduer skal udskiftes. Derfor må man forebygge meget effektivt mod, at dette kan ske. Det er netop, hvad de 'gamle' mørtelfuger er istand til.

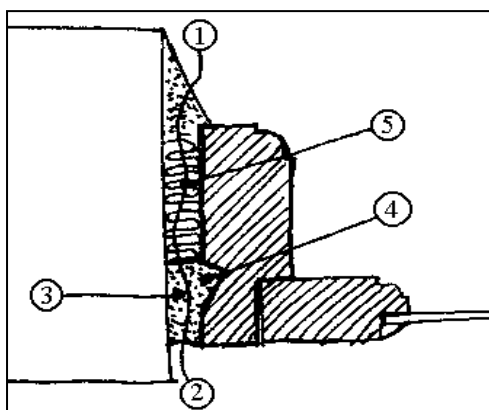
Denne konstruktion kan synes lidt primitiv, men ved en nærmere analyse kan man konstatere, at den i virkeligheden er uhyre avanceret, idet den faktisk indeholder en 5-dobbelt sikring af dette kritiske sted.

Konstruktionen består i alt sin enkelhed af en tæt stopning med værk (hampefibre) mellem karm og murværk samt en tætning af fugen ud mod vejr og vind med mørtel. Det er for det første vigtigt, at der benyttes en ren luftkalkmørtel, uden cement eller hydrauliske tilslag af hensyn til materialets porestruktur, blødhed og smidighed. Her gøres ofte den første fejl.

Men tilbage til de 5-dobbelte sikringer:

1. Konstruktionen er 100% diffusionsåben, således at eventuel fugt har mulighed for at diffundere bort.
2. Men da fugten bl.a. kommer fra en kapillær transport via murværkets porer i fuger og mursten, kan fugten også komme ud, kapillært gennem mørtelfugens porestruktur, der ikke er mere 'lukket' og langsommere end mørtelfugernes porer. Det er i den forbindelse vigtigt, at fugens yderside gattes godt med en fugeske, mens mørtelen er våd, da man på denne måde trækker fine porer ud i overfladen, hvilket vil skabe en kapillær vandring udad.
3. Skulle der alligevel hobe sig fugt op bag karmtræet er konstruktionen ikke lufttæt, men svagt ventileret. Ved ventilation, eller konvektion, der er korrekte udtryk, kan der flyttes meget større fugtmængder end diffusion og kapillær transport tilsammen. Smårevner i mørtelfugen er derfor ikke direkte ufordelagtigt, men de kan iøvrigt lukkes effektivt med et lag finporet hvidtekalk.
4. Det værste, der kan ske, er at mørtelfugen falder ud. Derfor er denne dels armeret med fæhår (kohår) i selve mørtelen og dernæst, som det vigtigste låst via en kraftig not i siden af karmtræet, den såkaldte geissfuss (gedefod). Det sidste forhindrer effektivt, at fugen kan falde ud.
5. Skulle der alligevel, trods disse 4 -5 tiltag, komme kritisk meget fugt på dette sted, indeholder konstruktionen endnu en forebyggende foranstaltning, nemlig noget så avanceret som en depot-imprægnering. Stopningen med tjæret værk er nemlig imprægneret med trætjære, der et meget gammelt og effektivt råd og svampebekæmpelsesmiddel.

Man må aldrig sætte gummifugemasse og/eller stopning med mineraluld i fugen mellem vindue og murværk. Gummifuger er for tætte så fugt fra murværket ikke kan komme væk og mineralulden holder også på fugten, så karmtræet risikerer at rådne. Man skal i stedet stoppe fugen godt med tjæret værk (hampefibre imprægneret med trætjære) og afslutte udvendigt med en fuge af luftkalkmørtel (uden cement), der gattes godt med en fugeske. Denne konstruktion er noget så avanceret som diffusionsåben, kapillaråben og ventileret på samme tid og har desuden været brugt i over 200 år med god virkning for vinduerne.



Den meget kritiske fuge mellem murværket og vinduets karm er et eksempel på en 5-dobbelt sikret konstruktion mod fugtskader - endda med anvendelse af noget så avanceret som en 'depot-imprægnering', og kun med anvendelse af to materialer: Kalkmørtel og tjæret værk (hampefibre):

- 1) Konstruktionen er helt diffusionsåben.
- 2) Konstruktionen er åben udadtil for kapillær vandtransport.
- 3) Konstruktionen er svagt ventileret.
- 4) Mørtelen er armeret med fæhår (kohår) for ikke at falde ud og mørtelfugen er 'låst' ved hjælp af en 'geissfuss' i siden af trækarmen.
- 5) Den tætte stopning af værk er imprægneret med trætjære, der vil bekæmpe eventuelle opståede svampeangreb.

Ny viden om linolie og linoliemaling

Løsningen på disse tre problemer har vist sig at være linolie, kogt linolie, såkaldt linoliefernis. Det er jo ikke nogen ny opfindelse, men vi har 'genopdaget' 3 interessante egenskaber ved linolien, der ikke tidligere har været beskrevet før i litteraturen. Nogle af disse er 'logik for perlehøns' som man siger, men de medtages for en ordens skyld her:

- Linoliemaling imprægnerer det træ, man maler på, med linolie. Linolie virker herefter præventivt og mindsker træets vand- og fugtoptagelse. Det er det samme der sker med de 'vandbaserede' plastikmalinger, bare med den modsatte virkning. De fylder træet med vand, mens man maler. Det er ikke optimalt for malings vedhæftning.
- Linolie hærder ved at optage ilt fra den atmosfæriske luft. Under iltoptagelsen udvider linolien, og dermed linoliemalingen, sig 18%. Det er næsten en 1/5 del af malings volumens, hvilket betyder at malingen 'maser' sig ind i bundens porestruktur, og hænger godt fast til denne.



*Et uistandsat og et istandsat gammelt vindue af træ.
Man kan ligefrem se, hvordan linoliemalingen giver træet og vinduet liv igen.*

- Linoliemaling skal males meget tyndt på nyt træ – bestående af tre meget tynde lag – og herefter ikke nymales før efter ca. 15-20 år. Man skal bibeholde dette tynde lag så længe som muligt, da kraftigere lag, som følge af hyppige nyopmalinger eller 'vedligeholdelser' ikke er hensigtsmæssigt, hverken for linoliemalingens vedhæftning eller holdbarhed. Man kan til gengæld påføre selve bindemidlet, kogt linolie, med jævne mellemrum, ca. hvert 5. år eller hyppigere, hvorved man dels regenererer malingslaget, herunder dets oprindelige farve, dels tilfører træet under malingen, linolie. Linolien kan påføres med en klud eller med en pensel (NB. Linolieklude kan selvantænde, og bør brændes eller vanddruknes efter endt brug. De må ikke smides i skraldespanden eller papirkurven).

Ved hvid farve skal man ikke linoliebehandle før efter 5 år, og her med et meget tyndt lag, helt bleg, linolie. Ellers risikerer man at den hvide farve gulner. Mørke farver, derimod får deres oprindelige farve og 'nymalede' karakter tilbage.

Ikke-støvende afrensning af bl.a. blyholdig maling med linolie

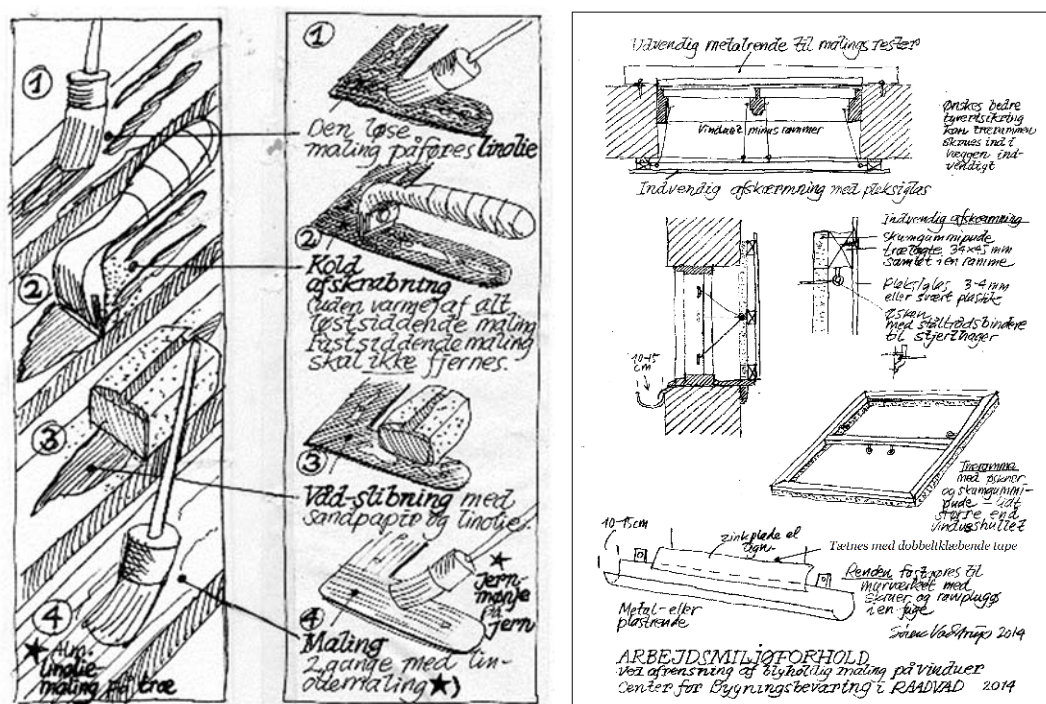
Mange gamle vinduer og andre bygningsdele af træ, f.eks. døre, gelændere m.v., har fra gammel tid været malet med blyhvidt. Blyhvidt kan kendes ved at malingen bliver grålig hvidt med tiden. Grønne, brune, blå eller røde farver etc., der er lysnet med blyhvidt, er således også blyholdige.

Hvis man afrenser gammel blyholdig maling ved at slibe, varme eller skrabe på malingen, vil man uvægerligt optage blyholdigt støv i kroppen via rifter og sår på huden. Udsættes man for blyholdigt støv gennem længere tid kan denne blyforgiftning resultere i afmagring, træthed, irritabilitet og forstoppelse. Bly kan også nedsætte både mænds og kvinders evne til at få børn. Jo større koncentration af bly i blodet, jo større risiko for skader.

Derfor er blyholdig maling på bl.a. gamle vinduer et stort arbejdsmiljømæssigt problem, der kræver en omhyggelig afdækning af vinduet med plastik, værnemidler hos arbejderne i form af lufttæt maske med luftventilation, støvtætte briller, heldragt med handsker samt støvsugning med særlige filtre, plus ikke mindst særlig indretning af arbejdernes skurfaciliteter med to separate omklædningsrum, adskilt af bad. Mange arkitekter og håndværkere opgiver derfor denne besværlige og dyre proces på forhånd, og skifter måske vinduerne af samme grund.

Men nu har vi 'opfundet' en ikke-støvende metode til afrensning af blyholdig maling, der er godkendt af arbejdsmiljømyndighederne, uden alle disse dyre foranstaltninger. Den er oven i købet sund for vinduerne, så de kan holde meget længere. Metoden bygger på brugen af linolie til en partiel, d.v.s. kun den løse maling, kold afskrabning, helt uden varme, med en hårdmetalskraber. De eneste værnemidler, der skal bruges er handsker.

Se: https://www.bygningsbevaring.dk/uploads/files/anvisninger/10ANVISN_Ikke_stovende_afrensning_af_blyholdig_maling_juli%202015.pdf



Hvis man vil have sine gamle, originale vinduer af træ til at holde 200 år mere, og samtidigt opnå en yderst minimal vedligeholdelse af disse, skal man gøre 4 ting:

Man må aldrig bruge varme til at rense gammel maling af på gamle vinduer. Varmen udpiner træet for olie- og harpiksstoffer, så de holder dårligere. Varmen medfører også at alt malingen skal af. Dette gælder også på beslagene.

1. Man skal i stedet give træet eller beslagene **kogt linolie** med en pensel.
2. Herefter skrubes de løse malingslag, der bliver blødgjorte af linolien, af med en hårdmetalskraber. Derved producerer man ingen støv fra eventuelt giftige malingslag, man behøver ikke andre værnemidler end handsker.
3. Herefter vådslibes overgange mellem bart træ og gammel maling med sandpapir
4. Til sidst males vinduerne med 2-3 meget tynde lag linoliemaling med et døgn mellemrum. Påført i tynde lag er linoliemalingen meget diffusionsåben, den skaller ikke, men får i stedet med tiden et fint 'slangeskindsmønster' i overfladen



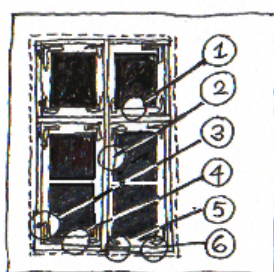
Vedligeholdelse af gamle vinduer af træ

Vedligeholdelse af linoliemalede vinduer

- 1 Ved vinduespudding: Vask af træværket med sæbevand udvendigt og indvendigt
- 2 Hvert år: Forebyggende foranstaltninger: Check af vandrette kittfaser.
- 3 Ca. hvert 5. år: Almindelig pleje: Et tyndt lag linolie på linoliemalingen.
- 4 Ca. hvert 10. - 15. år: Almindelig vedligeholdelse: Check af false og anslag, afskrabning af løs maling, pletmaling med linoliemaling, check af beslag, revner og fuger.
- 5 Ca. hvert 20.-30.-år: Et større check af vinduerne: Nønsom istandsættelse: Nymaling med linoliemaling.

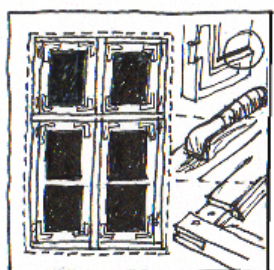
Tidsforbrug

Vedligeholdelse af linoliemalede vinduer. Tidsforbrug per vindue				
Interval	Arbejde	Tidsforbrug	Tidsforbrug/år	min/år
Hvert år	Kitfalse	5 min	5 min/år	5 min/år
Hvert 5. år	Linolie	15 min	15 min/5 år = 3 min/år	3 min/år
Hvert 10. år	Alm. vedligehold.	100 min	100 min/10 år = 10 min/år	10 min/år
Hvert 30. år	Nønsom istandsæt.	60 min	60 min/30 år = 2 min/år	2 min/år
I alt				20-25 min/år



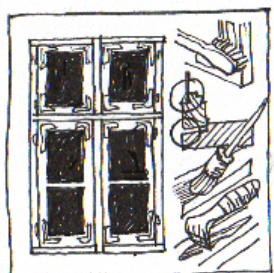
Tilstands vurdering

- ① De vandrette kittfaseres tæthed
- ② Malingen-afskalninger, revner
- ③ Beslag - rustpletter, revner
- ④ Træ - hårdt eller blødt
- ⑤ False og anslag - tæthed
- ⑥ Fuger mellem træ og mur - intakt mørtelfuge.



Istandsættelses-metoder

- ◀ Almindelig vedligeholdelse:
Tætn vandrette kittfaser.
Linolie på alle malede flader
- ◀ Nønsom istandsættelse:
Skrab løs maling af - uden varme
Linolie-slibning - partiel maling
- ◀ Total istandsættelse:
Skrab løs maling af uden varme
Reparationer, udskiftninger, maling.



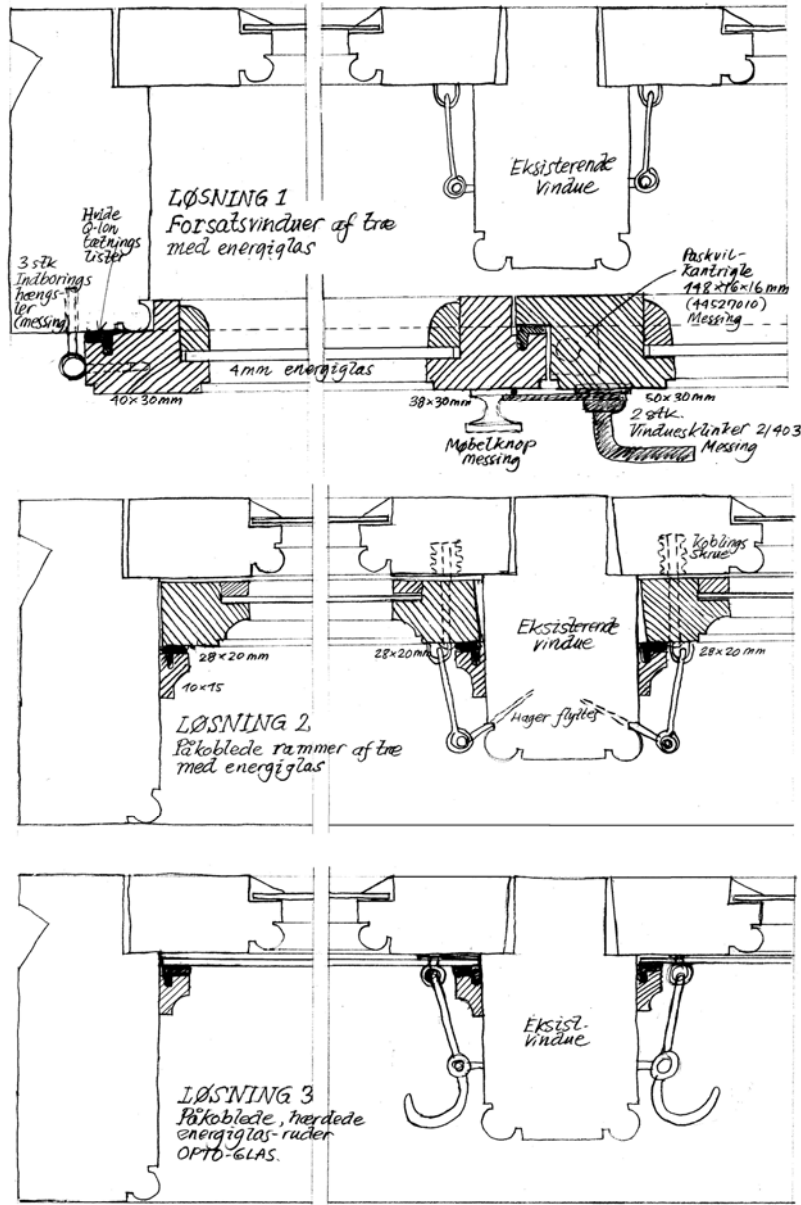
Vedligeholdelse af linoliemalede vinduer

- ◀ Ved vinduespudding:
Vask af alle malede overflader
- ◀ En gang om året:
Check kittfaser, blindfaste mm.
- ◀ Hvert 5. år:
Stryg tyndt lag linolie på træet
- ◀ Hvert 10. år:
Skrab løs maling uden varme
Udfyld løse kitt, Mal afskrabede omr.

Plastikmalede trævinduer skal afskrabes og nymales cirka hvert 5. år x 180 min. = 36 min/år plus stillads og såkaldt 'vedligeholdelsesfrie' vinduer af plastik eller træ-alu skal have skiftet termoruden cirka hvert 20. år (den officielle, gennemsnitslige levetid for en termorude), hvilket i praksis betyder at man skal udskifte samtlige vinduer. Omkostninger til dette skal indregnes i de 'vedligeholdelsesfrie' vinduers samlede vedligeholdelsesomkostninger.

Energiforbedring af gamle vinduer

Gamle, oprindelige vinduer af træ til ældre huse kan energiforbedres på 4 måder, hvoraf de tre, der er vist herunder, er meget enkle at udføre, diskrete at se på og energimæssigt og holdbarhedsmæssigt veldokumenteret. Vi har forsatsvinduer i Danmark fra 1731 – så der er heller ikke her noget nyt under solen.



Tre forskellige måder at energiforbedre eksisterende gamle kitfalsvinduer af træ med udvendige trukne eller mundblæste rudeglas. De tilføjede elementer er skraverede:

- 1: Med indvendige forsatsrammer med energiglas. Disse bør være 'overfalsede', uden en 'pind' i midten, så de tager mindst muligt dagslys og dernæst kan åbnes i fuld bredde.
- 2: Med indvendige påkoblede, spinkle rammer af træ, der kan åbnes ved pudsning. I disse sidder der energiglas. Hele vinduesrammen åbner udad.
- 3: De såkaldte OPTO-glas, med en indvendig påkoblet hærdet glasrude, der kan åbnes ved pudsning. Det indvendige glas er energiglas. Hele vinduesrammen åbner udad.

Alle tre konstruktioner har en U-værdi for hele vinduet på 1,65 W/m²K, hvorved de overholder Bygningsreglementets (BR15) energikrav.

Den 4. løsning, der er noget dyrere og fylder mere, i form af kraftigere indvendige rammer med dobbeltcoatede energiruder, kan kun udføres som forsatsvinduer.



Som det fremgår af skemaet over vinduers energital og U-værdier her på siden, kan man både energiforbedre et eksisterende, gammelt vindue med indvendige forsatsvinduer med energiruder, så dette har et energitilskud på $\div 18 \text{ kWh/m}^2 \text{ pr. år}$. Det er ifølge skemaet over 50% bedre isolerende end tilsvarende nye vinduer med udvendige energiruder.

Rent arkitektonisk og bevaringsmæssigt er nye termovinduer af træ, plastik, aluminium eller træ-alu meget uheldige for ældre huses oprindelige arkitektoniske udtryk. De gamle energiforbedrede vinduer bevarer husets arkitektoniske udtryk komplet udefra, men ændrer noget på vinduernes udseende indefra, herunder også vindueslysningerne. Dette er dog langt at foretrække frem for en udskiftning med termovinduer, der ændrer proportioner, sprosser, profileringer, beslag og reducerer dagslysmængden. Der kan dog være fredede bygninger, hvor man ikke bør acceptere indvendige forsatsvinduer af arkitektoniske grunde.

Typisk varmetab gennem Dannebrogsvinduer med en sprosse

Størrelse: 1,23 m x 1,48 m

Vinduestype	(ruder)	[mærkning]	Energibalance for hele vinduet
Opr. vindue med en dobbelt-coatet energirude/forsats	(1+2*)	[C]	$\div 18 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue med et lag alm. glas og to energiglas	(1+1+1*)	[C]	$\div 18 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue og en energirude i forsatsrammen	(1+2)	[C]	$\div 55 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue og et lag energiglas i forsatsrammen	(1+1)	[D]	$\div 58 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue, med tykt energiglas i forsatsrammen	(1+1)	[D]	$\div 59 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt A-mærket træ-alu-vindue med trelags energirude	(3)	[A]	$\div 36 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}^{**}$
Nyt træ-alu-vindue med energirude	(2)	[C]	$\div 73 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt trævindue med energirude	(2)	[C]	$\div 79 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Nyt lyddæmpende træ-alu vindue med energirude	(2)	[C]	$\div 92 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue med almindeligt glas i forsatsrammen	(1+1)	[F]	$\div 118 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$
Oprindeligt vindue med et lag almindeligt glas	(1)	[F]	$\div 300 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$

SKEMA over de beregnede energibalance-tal for forskellige vindueskonstruktioner. Udført af Thomas Kampmann ud fra tal fra DTU, TI og Energiforsatsgruppen.

* Henholdsvis med hard- og soft-coatede ruder på de to forsatsruder/energirude.

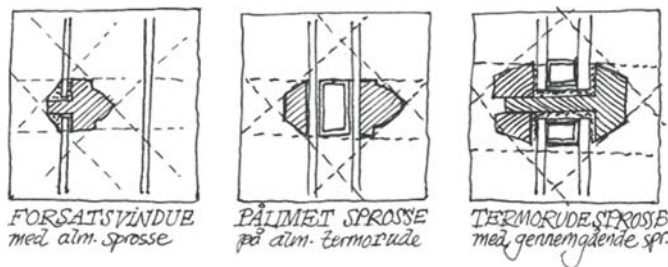
** Producenten opgiver energidata for vinduerne, men oplyser at trelags energiruder ikke kan kombineres med vinduer med energisprosser (pålimede sprosser). A-mærkede vinduer kan derfor ikke anvendes i ældre huse med opsprossede vinduer.

Bemærk at Vinduesbranchens energimærkning for vinduer slet ikke følger energibalance-tallet for det konkrete vindue og er dermed ubrugeligt for opdeltte vinduer til bygninger, ældre end 1960. Bemærk også at de fire øverste 'bevaringsløsninger' både er de energimæssigt bedste – beregnet for hele vinduet, og ikke et tænkt 'referencevindue'. Man kan altså både bevare husets arkitektur og opnå den bedste energibesparelse - samtidigt.

Hvad gør man hvis de oprindelige vinduer allerede er udskiftet?

Nye standardvinduer til ældre bygninger, der produceres i dag, indeholder en række grimme og uheldige sider, rent arkitektonisk:

- Deres materialer og detaljer indeholder et syndigt rod, bl.a. plastik eller aluminium, der ikke passer til ældre huse, klumpede detaljer på grund af de tykke termoruder, forkerte hængsler, greb og beslag.
- Sprosserne er et meget ømt punkt. De er uden undtagelse enten store, grove og grimme, ofte med skinnende og dominerende aluminiums-lister. Eller man har fundet på at lime falske sprosser på ruderne. Da de falske sprosser falder af efter få år, forværrer dette det æstetiske udtryk. Derudover tager de lige så meget lys, som de tykke sprosser.
- Termoruder med floatglas, med ensformige spejlinger, der skinner blåligt og uhyggeligt, og også tit giver et 'hult' genskin.



En ægte kitfalssprosse i gamle vinduer af træ fylder kun 2,5 cm på alle leder. En pålimet sprosse i nye termovinduer fylder 2,5 cm – set lige forfra – men det dobbelte, 5 cm, set på skrå, hvad jo ikke mindst sollyset gør. Den 'ægte' termorudesprosse fylder 3,5 cm lige forfra og 6 cm på skrå. Det er ikke dagslyset, man prioriterer med disse sprossetyper.

Hvis de oprindelige vinduer allerede er skiftet, har vi arbejdet med at få danske vinduesfabrikker til at fremstille arkitektonisk tilpassede, men koblede 'kopi-vinduer' (2 eller 3 lag glas) af 100% kernetræ og med de udvendige ruder udført i trukket glas og sat i kitfals. Derudover benyttes udvendige hjørnebåndsbeslag. Vinduerne udføres også fra fabrikernes side i 6 forskellige stilarter, så de passer til bygningens stil og de oprindelige vinduers udseende, også hvad angår profileringer samt dimensioner og profiler på karme og poste: Barok, rokoko, klassicisme, historicisme, bedre byggeskik og funktionalisme. Der gives 30 års garanti for disse vinduer i forhold til råd og svamp, hvis de vedligeholdes i henhold til den medsendte vedligeholdelsesvejledning med linoliemaling, linoliekit og kogt linolie.

Derved kan man retablere husets oprindelige arkitektoniske udtryk, hvoraf vinduerne er en meget vigtig del. I nogle tilfælde repræsenterer disse nye 'kopi-vinduer' 3. generation af udskiftede vinduer, fordi de nye vinduer, i modsætning til de oprindelige og fejlagtigt udskiftede vinduer, er i en katastrofalt ringe teknisk og energimæssig kvalitet.

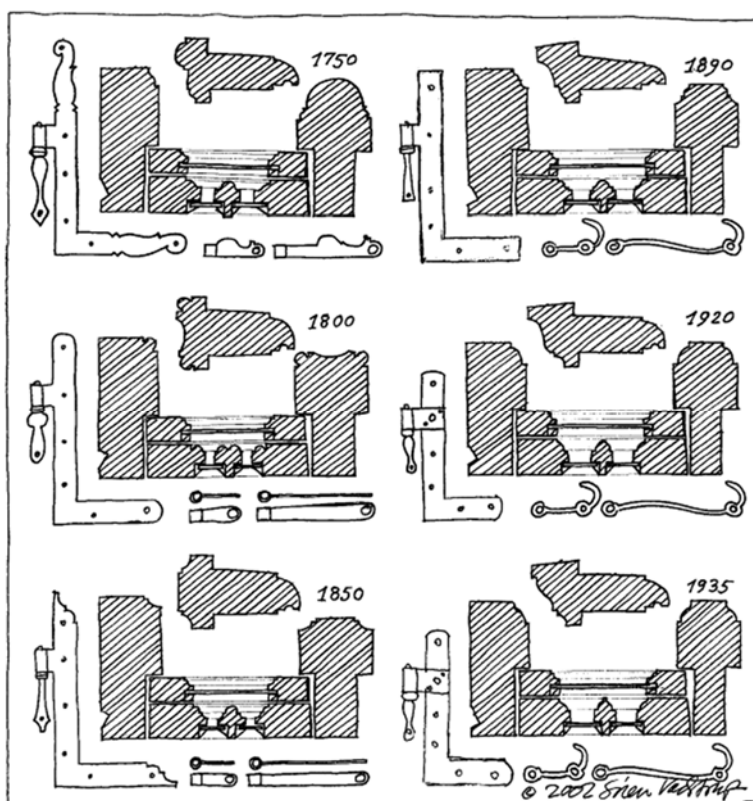
Det almennyttige boligbyggeri 'Schweitzervænget', opført af arkitektkontoret Dominia i 1955. Efter vinduesudskiftningen med plastikvinduer med termoruder får man associationer til en lukket anstalt for sindslidende i det gamle Østtyskland – og ikke en hyggelig og folkelig gulstens arbejderbeboelsesblok i Hvidovre.



Rekonstruktion af husets oprindelige vinduer

Hvis de oprindelige vinduer er helt væk, kan man benytte følgende fremgangsmåde til at nærme sig en rekonstruktion af disses oprindelige udseende:

- 1 *Husets alder.*
Husets opførelsesår er altafgørende for selve udformningen og detaljeringen af de rekonstruerede vinduer.
- 2 *Gamle billeder.*
Hvis man kan finde daterede billeder af huset fra før vinduesudskiftningen, kan det være en meget stor hjælp. Fotografier er mest pålidelige, men malerier, tegninger etc. kan bringe os længere tilbage i tid. Ved hjælp af disse billeder kan man rekonstruere vinduernes eller dørenes omtrentlige størrelser, rude-opdelinger osv.
- 3 *Spor i bygningen.*
Både vindueshuller og eventuelle "overlevende" eksemplarer eller rester f.eks. i et tagrum, i udhuse eller som kældervinduer. Disse kan oplyse om de oprindelige profiler på rammer, karme, poste samt andre detaljer.
- 4 *Egnstraditioner.*
Finder man ikke disse spor, kan man gå på jagt på egnen og finde bygninger på samme alder og konstruktion, der har deres oprindelige vinduer i behold. Man går ikke meget galt i byen ved at "kopiere" detaljerne herfra. Derudover kan der være oplysninger om lokal byggeskik i forhold til bl.a. vinduer, andre husdetaljer i diverse bøger om egnens eller landsdelens byggeskik.
- 5 *Tidsnøgle.*
Hvis alle disse bestræbelser ikke har båret frugt, eller som supplement hertil, kan man benytte en tidsnøgle over vinduernes og vinduesdetaljernes tidsmæssige udvikling i det pågældende land. Denne kan give et overordnet udviklingsforløb, hvor der imidlertid kan være store forskydninger og variationer ude omkring i landsdelene.



Vinduer i Danmark skifter markant udformning og stilart på bestemte tidspunkter for at passe til husenes og facadernes skiftende stilarter. Derfor bør også nye vinduer til ældre bygninger, hvor de gamle vinduer allerede er skiftet ud, rette sig efter dette mønster. Det gør vinduesfabrikkerne stort set ikke i dag, hvor alle nye vinduer har samme profiler, detaljer og udformning, lige meget om de skal sidde i et hus fra 1750, 1850 eller 1950.

Denne serie, kaldt 'Raadvad-Vinduerne', der kan fås hos enkelte vinduesproducenter, indeholder de 6 forskellige danske stilarter for vinduer: Barok, klassicisme, senklassicisme, historicisme, bedre byggeskik og funktionalisme. Beslagene bør som vist også indordne sig under stilarterne.



Støjdæmpning

Raadvad-Centeret foretog i 2000, sammen med SBI, en undersøgelse af forskellige vinduestypers støjdæmpende egenskaber. Forsøgene blev foretaget i laboratorium hos DELTA A/S Dansk Elektronik, Lys & Akustik i Århus. Der henvises til rapporten af cand. polyt. Thomas Kampmann.:

https://www.bygningsbevaring.dk/uploads/files/vinduers_lydisolation_GI_arktikel_2.pdf

De mest betydende parametre for at opnå høj lydreduktion er at vinduet er tæt, at der er stor afstand mellem ruderne, at det er "asymmetrisk" opbygget med forskellig glastykkelser samt tyngden af glassene. Det viser sig her at forsatsvinduer med cirka 120 mm rudeafstand, klart er den mest fordelagtige når man taler om lydisolation. Vinduer med termo-/energiruder med oftest ens glastykkelse og meget lille glasafstand (typisk 12- 15 mm), er derfor dårlige til at dæmpe lyden. Af samme grund er mange nye lyddæmpende termovinduer i dag forsynede med en indvendig forsatsrude (og altså har tre lag glas i alt).

Med forsatsvinduer vil man allerede med et 4 mm glas i forsatsrammerne, opnå en støjisolering på (37/ 30 dB) ($R_w / R_w + C_{tr}$ dB) – og med tykkere glas og tætning af de ydre rammer kommer man ifølge de foretagne målinger helt op på 46/ 36 dB's dæmpning. 8-10 dB's dæmpning svarer til en halvering af støjniveauet.

Almindelige vinduer med termoruder dæmper støjen med 30 - 34 / 25 - 29 dB. Såkaldt 'kraftigt lyddæmpende termoruder' dæmper støjen med 38 - 40 / 32 - 35 dB ($R_w / R_w + C_{tr}$ dB), d.v.s. at begge vinduestyper har en reelt dårligere støjdæmpning end forsatsvinduer.

Indeklima

I forhold til vinduernes indflydelse på indeklimaet i en beboelsesejendom, kan man påpege følgende faktorer:

- Dagslysforhold
- Dæmpning af trafikstøj
- Mulighed for udluftning

Det siger sig selv at husets oprindelige vinduer repræsenterer de mest optimale dagslysforhold for beboerne. Dels er lysarealet i de store 3-fagsvinduer meget rigeligt, dels bliver lyset spredt på en smuk og diffus måde i lejlighederne gennem overruderne profilerede sprosser og rammernes og karmenes profiler i siderne. Nye termovinduer i de oprindelige vindueshuller vil stort set fastholde lysarealet som nu, mens forsatsvinduernes trærammer vil tage en smule af dagslyset. Dette er imidlertid yderst rigeligt i de store vinduer, så ved at udføre profileringer på forsatsvinduernes vil disse medvirke til at sprede dagslyset i rummene, hvilket vil give en smukkere oplysning end de 'rene' vindueshuller.

Forsatsvinduer dæmper, som anført ovenfor, trafikstøj *bedre* end nye termoruder, både med almindeligt termoglas og med 'kraftigt lyddæmpende termoruder'. Og medfører således et bedre indeklima på dette område.

Også i forhold til mulighed for indtag af frisk luft repræsenterer forsatsvinduer en bedre løsning end nye termovinduer, idet man kan opnå at få markant *mindre* trafikstøj ind under udluftningen, hvis man åbner de nederste rammer udvendigt, evt. blot 10-20 cm, og åbner de indvendige forsatsrammer for oven. Man opnår herved også at den friske luft bliver en smule forvarmet.

Bæredygtighed

Både en moderne byggevirkksomhed og en moderne bygningsejer – og ikke mindst de danske kommuner - skal i dag agere bæredygtigt og især undgå at træffe absolut ikke-bæredygtige valg.

Fremstilling af nye vinduer med nye termoruder - plus en samtidig kassering af de eksisterende (fine) gamle vinduer i en bygning belaster Jordens miljø og begrænsede naturressourcer (sand, jern, råolie), udleder mere CO₂, bl.a. gennem selve produktionen af glas, beslag, tætningslister m.v. samt afbrænding af træet, og producerer store mængder affald – i forhold en istandsættelse og bevaring af de eksisterende vinduer. De to løsninger kan nærmest slet ikke sammenlignes, rent bæredygtighedsmæssigt.



Litteratur og kilder

- Vadstrup, Søren: *Nye vinduer af træ til ældre bygninger*
MATERIALENYT, Dansk Selskab for Materialeprøvning og -forskning. 2:2000
Ingeniørforeningen i Danmark, 2001.
- Vadstrup, Søren: *Gode råd om vinduer i ældre bygninger. Vedligeholdelse, istandsættelse og energiforbedring*. Raadvad-Centeret 2002 (ISBN 87-90915-19-4)
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/Gode-r%C3%A5d-om-Vinduer-2002.pdf>
- Kampmann, Thomas: *Vinduers varmetab. Energi-, kondens- og lydforhold for nye og gamle vinduer i ældre bygninger før 1950*. Raadvad Centeret 2002
<https://www.bygningsbevaring.dk/uploads/files/vintab12slutrapport2.pdf>
- Vadstrup, Søren og Thomas Kampmann: *Vinduer i ældre bygninger*
Tekniske forbedringer, Arkitektoniske forbedringer, Energimæssige forbedringer, Lydisolering, dagslys-kvalitet og totaløkonomi. Grundejernes Investeringsfond 2004 (ISBN 87-988882-1-8)
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/vinduer-i-aeldre-bygninger-2004.pdf>
- Vadstrup, Søren: *Huse med sjæl. Om nænsom istandsættelse og bevaringsmæssig forbedring af ældre bygninger*. Gyldendal 2004 (ISBN 87-02-01924-8)
- Vadstrup, Søren: *'Bevaringsværdige bygninger – sikring af bevaringsværdier'*
Socialministeriet, 2006 (ISBN 87-7546-512-6)
https://www.bygningsbevaring.dk/uploads/files/bevaringsv_bygninger.pdf
- Vadstrup, Søren (2007e): *Termovinduer med falske sprosser er en skændsel mod Danmarks bygningskultur*. By & Land, nr 77, december 2007.
- Vadstrup, Søren: *Mit bevaringsværdige hus i Fredensborg*. Fredensborg Bevaringsforening 2010
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/Fredensborg-tekst.pdf>
- Kulturarvsstyrelsen: *Information om Bygningsbevaring 2014*
(<https://slks.dk/omraader/kulturarv/bygningsfredning/gode-raad-om-vedligeholdelse/>).
Revidering og opdatering i 2014 af Søren Vadstrup:
- Døre og vinduer
 - Datering af Vinduer
 - Reparation af vinduer af træ
 - Udskiftning af vinduer af træ
 - Reparation af døre og porte
 - Vinduesbeslag
- Søren Vadstrup: *BYHUSET. Historie, bevaring, istandsættelse*.
Lindhardt og Ringhof, 2014 (ISBN 978-78-11-39073-3)
- Vadstrup, Søren: *Historiske byggematerialer og konstruktioner*.
I: Harlang, Christoffer m.fl. (red): *Om bygningskulturens transformation*
GEKKO Publishing. 2015. ISBN 978-87-92949-03-5.
- Vadstrup, Søren: *Bevaringsværdige bygninger – sikring af bevaringsværdier*
(3. opdaterede udgave, 2018) (PDF)
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/02-bevaringsvaerdige-bygninger-2-2018.pdf>
- Vadstrup, Søren: *Bevaringsværdige bygninger – gode løsninger til energiforbedring og indeklimaforhold*. 2018.(PDF)
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/03-bevaringsvaerdige-bygninger-energi-2-2018.pdf>
- Vadstrup, Søren: *Ny viden om VINDUER af træ i ældre bygninger* (før 1960-70)
I: *Byggnadskultur* 1:17. Byggnadsvårdföreningens tidsskrift. Svenska Byggnadsvårdföreningen.
- Vadstrup, Søren: *NY VIDEN om vinduer af træ i ældre bygninger*.
Forskningspapir fra Kunstakademiets Arkitektskole, april 2019.
<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/VINDUER-ny-viden-SV-april-2019.pdf>

