



De genanvendte huse 30 år efter

Sammenfatnings- *rapport*

Er genbrugsmaterialer lige så holdbare
som nye materialer?

Indhold

Forord	3
Projektet	6
Hvad gjorde man for 30 år siden?	8
Hvordan blev bygningerne undersøgt 30 år efter?	10
Genanvendelse af kvalitetssikrede materialer	12

Forord

I perioden fra 1990 til 1994 blev der bygget tre huse af 80-90% genanvendte¹ materialer i henholdsvis Horsens, Odense og København. Vi kalder dem De genanvendte huse. Med de tre projekter tog den almennyttige boligsektor, allerede for 30 år siden, initiativ til at fremme nybyggeri med genanvendte materialer fra nedrivningsaffald. Formålet med projekterne var at gennemføre traditionelt boligbyggeri i fuldskala med størst mulig brug af genanvendte materialer.

Cirkulær økonomi og genanvendelse af materialer i byggesektoren er i dag højt prioriteret. Der er opnået gode erfaringer med genanvendte materialer i nye byggerier, men usikkerhed og manglende dokumentation for de genanvendte materialers kvalitet og holdbarhed, står stadig som en af de største og mest kritiske udfordringer for implementering af genanvendelse af byggematerialer i nybyggeri i større skala.

Derfor er det yderst relevant, at Realdania har støttet den grundige evaluering af de genanvendte huse, som er udført af Golder Associates A/S og Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S. Hermed formidles erfaringer fra opførelse og ca. 30 års drift af de genanvendte huse for at understøtte udviklingen af cirkulær økonomi og genanvendelse i byggesektoren.

Som aktør og vidne til opførelsen af de genanvendte huse, skal jeg bidrage til fortællingen om de tre huse med indblik i tiden omkring opførelsen af husene og forsøge at perspektivere husenes betydning for den efterfølgende genanvendelsesindsats.

Tiden omkring de genanvendte huse

Det Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) giver i dag støtte til såkaldte fyrtårnsprojekter. Ved fyrtårnsprojekter forstås store ambitiøse demonstrationsprojekter, som demonstrerer nye miljøteknologiske løsninger i fuldskala. De tre genanvendte huse kan hver især betragtes som fyrtårnsprojekter. Samlet set var de tre projekter tidens fyrtårnsprojekt, og måske et af de mest betydningsfulde genanvendelsesprojekter til dags dato. De tre projekter kastede ikke blot lys over genan-

vendelsesindsatsen i perioden fra 1985 til 2000; de tændte også det lange lys på vejen til den efterfølgende indsats inden for genanvendelse og cirkulær økonomi i bygge- og anlægssektoren. De tre huse var på ingen måder unikke, og de aspirerede hverken til arkitektoniske eller materialeteknologiske eksperimenter. Der var tale om tre helt almindelige beboelseshuse bygget efter tidens skik og normer. Den overordnede udfordring og eneste afvigelse fra det traditionelle byggeri var at søge størst mulig substitution af nye byggematerialer med genanvendte materialer. Det lykkedes i høj grad, da ca. 80%-90% af materialerne i de tre huse, var genanvendte materialer fra byggeaffald.

Inspirationen til de genanvendte huse opstod på grundlag af en begyndende forståelse af samfundets behov for miljøbeskyttelse og bedre håndtering af affald. Med den første lov om miljøbeskyttelse i 1973 og loven om genanvendelse og begrænsning af affald i 1978, revideret i 1984, var der skabt grundlag for en målrettet udvikling af genanvendelse af affald. Der blev nedsat et Genanvendelsesråd, som støttede udviklingsprojekter, og der gennemførtes handlingsprogrammer under hashtagget Genanvendelse og Renere Teknologi. Internationalt blev vi stimuleret af Brundtland-rapporten Vor fælles fremtid fra 1987 og FNs agenda 21 fra Rio konferencen i 1992 om en bæredygtig udvikling af verdenssamfundet. Hermed så vi de første spirer til den indsats, som vi i dag kalder cirkulær økonomi.

Der opstod større interesse for bevarelse af bygninger ved levetidsforlængelser af ældre kvalitetsbyggeri og genanvendelse af bygninger til andet formål, fx Brandts Klædefabrik, 1985 i Odense. De første tiltag til genanvendelse af bygge- og anlægsaffald blev demonstreret med nedknusning og genanvendelse af knust beton under reovering af start- og landingsbanen i Københavns Lufthavn 1983-84 og nedrivning af NKT's kabelfabrik på Frederiksberg 1985-86, som skabte plads for det nuværende Dalgas Have. Her blev for første gang introduceret knuseanlæg på nedrivningspladsen. Håndteringen af bygge- og anlægsaffald i Hovedstadsregionen blev organiseret med et centralt beliggende knuseanlæg i Grøften, Kalvebod Fælled. På grundlag af samarbejde mellem det daværende affaldsselskab R98, NCC og Nymølle Sten og Grus blev Råstof og Genanvendelses-selskabet RGS 90 (nu RGS Nordic) stiftet, og et moderne, ambitiøst genanvendelses anlæg blev indviet i 1992.

¹ Ved genanvendelse forstås både genbrug og genanvendelse.



Nedrivningsbranchen indså hurtigt mulighederne for at afsætte genanvendte byggematerialer, og det varede ikke længe før de fleste havde et mobilt knuseanlæg. Nedrivningsfirmaet Henning Hockerup markedsførte sit anlæg på Rådhuspladsen i København som den rullende grusgrav. Samtidig blev der taget skridt til udvikling af selektiv nedrivning med demonstrationsprojekter i Gyldepløvesgade og på Tuborg, som efterfølgende resulterede i en aftale mellem Miljøministeriet og Entreprenørforeningens Nedbrydningssektion om Miljøkvalitetsordning NMK 96 og Kvalitetssikring for nedriver KSN96. Denne aftale blev fulgt op med bekendtgørelse om selektiv nedrivning, som stadig er gældende og venter på at blive erstattet af nye regler for selektiv nedrivning på grundlag af initiativ nr. 14 i Regeringens strategi om Cirkulær Økonomi, 2020.

Gennemførelse af projekterne

I perioden 1970-1990 var byfornyelsen i København præget af overgangen fra den brutale byfornyelse på Nørrebro med omfattende nedrivninger af utidssvarende boliger og udtjente industribygninger til den mere nænsomme renovering og kvarterløft på Vesterbro. I byfornyelsen på Vesterbro prioriterede man renoveringer af de eksisterende ejendomme og karrierer med gårdrydninger, udbygning af altaner og tilbygninger til elevatorer, køkkener og toiletter. Nedrivningsindsatsen fokuserede på renovering og miljøsanering, og i mindre grad på totale nedrivninger.

I 1990 tog Miljøstyrelsen og det daværende Byfornyselskab København initiativ til indledende undersøgelser af et demonstrationsprojekt om opførelse af en ny bygning

som huludfyldning med størst mulig genanvendelse af bygningsmaterialer, herunder nedknust beton og tegl, mursten, konstrukstræ, vinduer m.v. Projektet skulle udføres i forbindelse med byfornyelse i København, og det skulle kombineres med initiativer til renere teknologi, herunder minimering af vand- og elforbrug.

Der gik ikke længe før Horsens og Odense kommune fik samme idé. Da den samlede proces i de to kommuner gik hurtigere end i København, med hurtig identifikation af projekter og aktører, indgåelse af aftaler, myndighedsgodkendelser og byggeri, stod husene færdige i Horsens 1992 og i Odense 1994. Alle tre projekter blev støttet af Genanvendelsesrådet og koordineret af Miljøstyrelsen.

Fælles for de tre huse blev der fokuseret på genanvendelse af beton, tegl, skifer og træ. De største problemer var, som det fremgår af rapporten, fremskaffelsen af de nødvendige materialer til rette tid og i rette mængder samt tilfredsstillende kvalitet. Som bekendt er det stadig en af de store udfordringer for genanvendelse og cirkulær økonomi i dag. Selve byggeriet med de genanvendte materialer på byggepladsen skete uden problemer. Håndværkerne var gennemgående tilfredse med materialerne².

Miljøstyrelsen havde givet støtte til flere forsøg og industriel udvikling af mekanisk rensning af mursten. Det var imidlertid ikke lykkedes på den tid at udvikle tilfredsstillende mekaniske rensningsmetoder, hvorfor der i alle tre huse anvendtes manuelt rensede mursten. Dette var ikke nogen god løsning med hensyn til arbejdsmiljø. Det skal i øvrigt bemærkes, at mursten til huset i København kom fra nedrivning af enfamiliehuse på Amager under forberedelse til landanlæg af Øresundsforbindelsen.

I begyndelsen af 1980'erne startede udviklingen af genanvendelse af beton først og fremmest som ubundne bærelag og som bundet tilslag i ny beton. Det første større genanvendelsesprojekt i Danmark blev gennemført i forbindelse med renovering af start- og landingsbane i Københavns Lufthavn 1983. Samtidig udførte Laboratoriet for Byg-

ningsmaterialer ved DTU, professor Torben C. Hansen, en lang række videnskabelige forsøg som belyste genbrugsbetons tekniske egenskaber. Den danske udvikling førte til udgivelsen af Dansk Betonforenings anvisning for genanvendelsesmaterialer i beton i passiv miljøklasse³, og bidrog til den senere RILEM⁴ anbefaling Specification for concrete with Recycled Aggregates⁵. Dermed var vejen banet for en Europæisk standardisering af genanvendelse af beton som tilslag til ny beton, med 100%⁶.

I alle tre huse er der anvendt nedknust beton som tilslag i beton. I to af husene er der også anvendt nedknust tegl og beton som tilslag. En stor del af betonen i det genanvendte hus i Odense stammede fra nedrivning af motorvejsbro ved Nyborg i forbindelse med anlæg af Storstrømsforbindelsen.

Genbrug og genanvendelse holder i længden

Manglende viden og dokumentation skaber usikkerhed. Derfor har denne fortælling en særlig mission, nemlig dokumentation af genanvendelsesindsatsens robusthed og dokumentation af, at genanvendte materialers holdbarhed og egenskaber efter 30 års indbygning fuldt ud besidder samme kvalitet som tilsvarende nye materialer.

Det er mit ønske, at rapporten og dens anbefalinger kan bidrage til konsolidering af tilliden til genanvendte byggematerialer og dermed inspirere bygherrer og deres rådgivere til byggeri med genbrugte/genanvendte materialer. Nybyggeri i fremtiden bør ske med størst mulig brug af genanvendte materialer, under almindelige konkurrencemæssige vilkår uden særlige tilskud eller favoriserende bygherreleverancer.

Erik K. Lauritzen
Januar, 2022

² Se video Projekt Genbrugshus i Odense, engelsk og dansk version, Wessing Film-TV udgivet af Miljøstyrelsen og Byfornyselskabet Odense 1993.

³ Dansk Betonforenings publikation nr. 34, 1989.

⁴ International Union on Testing and Research Laboratories for Materials and Structures

⁵ Materials and Structures, 1994, udgivet af RILEM TC 121-DRG.

⁶ DS/EN 206 DK NA:2020 Beton – specifikation, egenskaber, produktion og overensstemmelse for anvendelse af EN 206 i Danmark

Projektet

Formål

Der er i dag stort fokus på genbrug og genanvendelse af byggematerialer, da det er et oplagt område til at fremme den cirkulære økonomi i byggeriet. Dog er der udbredt usikkerhed omkring materialernes holdbarhed, og det skaber en af de væsentligste barrierer for genbrug og genanvendelse af byggematerialer i større skala.

Formålet med projektet er derfor at undersøge om huse bygget af genbrugte og genanvendte materialer i længden holder lige så godt som huse bygget af nye materialer.

Projektet tager afsæt i "De genanvendte huse", som er 3 huse, der blev bygget i 1990'erne af 80-90% genanvendte og genbrugte materialer og som tidstypiske beboelseshuse efter datidens byggetekniske principper. Der blev opført tre huse i henholdsvis København, Odense og Horsens og det er kun materialerne, der adskiller husene fra tilsvarende huse fra samme periode. De tre huse står derfor i dag som et oplagt undersøgelsesgrundlag for genanvendte byggematerialers holdbarhed.

Projektets undersøgelser er udført af et team af ingeniører fra Golder A/S og Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S. Desuden har TRE rådgivende ingeniører og biologer bistået med dokumentation og rapportering. Som en bærende del af projektet har Øllgaard foretaget en byggeteknisk gennemgang af husene efter almindelige principper for byggeteknisk gennemgang. Til sammenligning, er der yderligere foretaget en gennemgang af et helt almindeligt hus fra samme periode.

Projektet forholder sig ikke til byggeriet af husene, da byggeprocessen allerede er veldokumenteret i en række tidligere rapporter fra Miljøstyrelsen. En sammenfatning af interviews og erfaringerne fra de indledende processer, herunder planlægning, projektering og fremskaffelsen af genanvendte materialer, kan findes Miljøstyrelsens orientering nr. 10, 1996⁷.

Holder huse opført med genbrugte og genanvendte materialer lige så godt som andre huse?

Konklusionerne i projektet er klare og Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S, der har udført tilstandsvurderingerne af de tre huse samt referencehuset, konkluderer: Projektet har med stor tydelighed vist, at der ikke er problemer med at bygge nye huse med genbrugte og genanvendte materialer i forhold til holdbarhed og styrke gennem 30 år.

Interviews med repræsentanter for boligselskaber, driftsansvarlige og beboere bekræfter den positive opfattelse af genbrugte og genanvendte materialer i de tre huse. Der har ikke været øgede udgifter til vedligeholdelse gennem årene, og mange af de nuværende beboere har slet ikke bemærket, at de bor i et hus bygget af genbrugte og genanvendte materialer.

De udførte undersøgelser i projektet understøtter bredt den bærende konklusion i projektet, at genbrugte og genanvendte materialer i længden holder lige så godt som tilsvarende nye materialer. Det er dog vigtigt at bemærke, at de genbrugte og genanvendte materialer, der anvendes til byggeriet skal udvælges med omhu, og at der kan være særlige forhold, der skal iagttages under selve byggeprocessen, for at sikre et godt resultat.

Projektteam

Projektet er gennemført af et team af ingeniører fra Golder A/S og Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S, bistået af TRE Rådgivende Ingeniører og Biologer.



Parter og roller i projektet

Golder A/S (i dag WSP): Planlægning, koordinering, dataindsamling og formidling

Øllgaard Rådgivende Ingeniører A/S: Tilstandsvurderinger

TRE Rådgivende Ingeniører og Biologer: Dokumentation og rapportering

Lauritzen Advising: Historisk information samt forord

FSB: Erfaringer med de genanvendte materialer i Det genanvendte hus i København

Civica: Erfaringer med de genanvendte materialer i Genbrugshus i Odense

Andelsboligforeningen Odinsgaard: Erfaringer med de genanvendte materialer i Genbrugshus i Horsens

Realdania: Finansiering

⁷ Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 10 196 Genanvendelsesindsatsen i bygge- og anlægssektoren 1986-1995



Bilag A-D fremgår under følgende link:

www.wsp.com/da-DK/campaigns/de-genanvendte-huse

Hvad gjorde man for 30 år siden?

Det Genanvendte Hus København

Formål
Demonstrationsprojektet Det Genanvendte Hus havde til formål at gennemføre nødvendige undersøgelser og forsøg med de genanvendte materialer for at kunne vise, at det var muligt at opføre et funktionelt med størst mulig brug af genanvendte materialer.

Beskrivelse
Huset udfylder et hul fra tidligere nedrivnings- og saneringsprojekt på Nørrebro. Projektet omfattede planlægning og undersøgelser i forbindelse med at gennemføre projektet, herunder fremskaffelse, oparbejdning og indbygning af genanvendte materialer.

Byggeriet er omfattet af Byggeskadsfondens dækning af skader i forsøgsbyggeri. I den forbindelse var det et krav, kvalitetsikring af de enkelte bygningsdele under projektering og udførelse skulle opfylde kravene for god kvalitetsikringsplan. Der blev udført en kvalitetsikringsplan, som bl.a. omfattede tilsyn og kontrol med nedrivning, oparbejdning og indbygning af materialerne.

Vigtige erfaringer
De genanvendte byggematerialer kan visuelt adskille sig fra nye uden, at dette dog nødvendigvis har betydning for materialernes konstruktive og styrkemæssige egenskaber. Anvendelse af beton med knust beton og tegl som tilslag gav ikke anledning til særlige problemer under byggeriet.

Det genanvendte træ er generelt hårdere og har en mere "død" karakter end nyt træ, hvilket gør at det kun i ringe grad "arbejder" efter indbygningen.

It. genanvendelse af mursten er det en vigtig forudsætning, at murstenene sorteres selektivt allerede under nedrivningen og at sorteringen og oparbejdning udføres af fagfolk.

Afrensning af tagtegl er relativt enkelt, afhængig af evt. mængde af understrykningsmateriel der er anvendt oprindeligt. Genanvendelse af tagsten kan derfor ske med en høj genanvendelsesprocent.



FAKTA
Korngade, København
Projektperiode 1990 - 1994
6 etager + kælder
17 lejligheder
873 ton genanvendte materialer

PROJEKTPARTER
Foreningen Socialt Boligbyggeri, FSØ
Arkitektgruppen i Aarhus A/S
Axel Nielsen - Carl bro as
Rådgivende ingeniører F.R.I.
Københavns Kommune
Miljøstyrelsen
Byformylingsselskabet København
DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

Genbrugshus i Odense

Indledning
Formålet med demonstrationsprojektet Genbrugshus i Odense, var projektering og opførelse af et almenyttigt boligbyggeri med størst mulig genanvendelse af bygningsmaterialer.

I undersøgelserne af de genanvendte materialer, herunder fremskaffelse og oparbejdning, blev der lagt særlig vægt på rene teknologier.

Beskrivelse
I demonstrationsprojektet er der hovedsageligt anvendt genanvendte byggematerialer, som er fremskaffet og genanvendt ved selektiv nedrivning af lokale bygninger. Materialerne skulle leve op til samme krav og standarder som nye materialer. På baggrund af disse krav blev der til udarbejdet specifikationer for genbrugsmaterialerne. Der blev også udarbejdet en kontrol- og kvalitetsikringsplan med kontrolprocedurer til anvendelse ved udpegning, udtagning, oparbejdning og levering af genanvendte materialer.

Indledningsvist blev der foretaget gennemgang af relevante nedrivningsprojekter og udpegning af materialer til forarbejdning.

Vigtige erfaringer
Det konkluderes at den tekniske dokumentation beviser, at det teknisk kan lade sig gøre at genanvende bygningsmaterialer. Genanvendelse af mursten forudsætter selektiv nedrivning samt at sortering og oparbejdning så vidt muligt bør udføres af fagfolk. Beton med tilslag af knuste materialer har generelt ikke adskilt sig fra traditionel beton. Dog kan elementer med genbrugstilg være mere frostfølsomme, hvilket dog kan afhjælpes ved tør opbevaring.

Oparbejdningen af træet medførte nogle udfordringer problemer med fx gamle søm under opsavningen, men dette kan afhjælpes ved anvendelse af metaldetektorer under sortering og rensning.

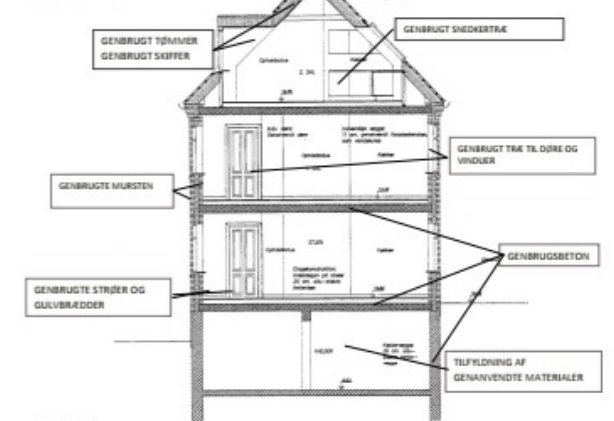


FAKTA
Georggade, Odense
Projektperiode 1991 - 1993
2 etager + kælder
14 boliger
801 ton genanvendte materialer

PROJEKTPARTER
Andelsboligforeningen Højstrup
Arbejderbo A.m.b.s.
Arkitekt M.A.A. Torild Kristensens
Tegneste A/S
Axel Nielsen - Carl bro as
Rådgivende ingeniører F.R.I.
Odense Kommune
Miljøstyrelsen
Byformylingsselskabet Odense
DEMEX Rådgivende Ingeniører A/S

GENBRUGSHUS I ODENSE

Bygningsoversigt



Materialeliste

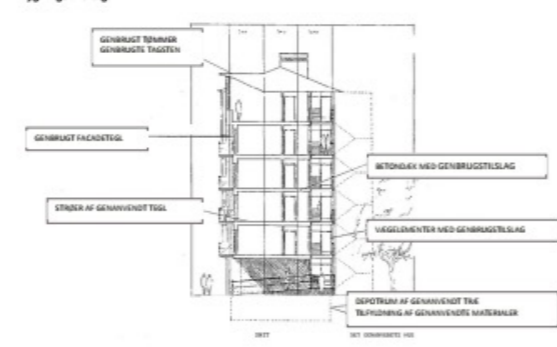
Bygningsdel	Materiale	Mængde (ton)
Drænings	Tilførsning med knust beton	1,28
Betondæklag	Tilslag af knust beton	365
Fagbeklædning	Rensede mursten	128
Indv. vægge, lugte	Rensede mursten	124
Konstruktions	Tilskåret træ	9
Gulvbræder og lægler	Tilskåret træ	4
Gulvbrædder	Brugte gulvbrædder	1
Snudebræ, køkkener	Tilskåret træ	1
Forskalling	Tilskåret træ	3
Indvendige døre	Tilskåret træ	6
Vinduer og udv. døre	Tilskåret træ	11
Tagbeklædning	Naturtræ	11

Projekterne "De Genanvendte Huse" omfatter opførelse af 3 huse fra begyndelsen af 1990'erne i hhv. København, Odense og Horsens. Alle tre huse blev opført som almenyttigt byggeri og projekterne blev som demonstrationsprojekter støttet og afrapporteret af Miljøstyrelsen. De tre genanvendte huse er af forskellig størrelse, hvoraf Horsens er det mindste og huset i København det største. Ensartet for husene er, at de alle indeholder en høj grad af genanvendte materialer målt i vægt. Dette skyldes især anvendelse af genbrugsmaterialer som tilslag i beton og genbrug af mursten. Herudover er der anvendt genbrugte materialer som tagtegl, skifer og trækonstruktioner. Desuden er der nogen steder genanvendt træ til nye gulve og køkkenelementer.

På følgende sider, kan du læse mere om de enkelte huse og de vigtigste erfaringer i forbindelse med anvendelse af genanvendte byggematerialer den gang. Der blev for hvert genanvendt materiale stillet en række kvalitetskriterier. De specifikke kvalitetskriterier findes i rapportens bilag A.

DET GENANVENDETE HUS KØBENHAVN

Bygningsoversigt



Materialeliste

Bygningsdel	Materiale	Mængde (ton)
Drænings	Knust beton og tegl	102
Betonfundament, elementer- og dæk	Tilslag af knust beton og tegl	260
Facade	Rensede mursten	130
Indv. vægge, lugte	Rensede mursten	54
Gulvbræder	Tilskåret træ	2
Træ til depotrum og vægbræder	Tilskåret træ	3
Tagkonstruktion	Tilskåret træ	5
Tagbeklædning	Genbrugte tagsten	12

Det Genanvendte Hus Horsens

Indledning
Demonstrationsprojektet Det Genanvendte Hus Horsens, omfattede projektering og opførelse af mindre byhuse, størst mulig brug af genanvendte materialer og rene teknologier.

Formålet med projektet var at bevise at det kunne lade sig gøre at bygge miljøvenligt, uden at det gik ud over økonomien og arkitekturen eller medførte funktionelle begrænsninger.

Beskrivelse
Byggeriet blev projekteret inden for normale forudsætninger for boligbyggeri og opførelsen skulle holdes inden for rammebæltet for almenyttige boliger.

90 % procent af materialerne er fremskaffet fra selektiv nedrivning af bygninger. Materialerne skulle leve op til samme krav som nye. Derfor er materialet beskrevet på tegninger og i beskrivelser på tilsvarende måde som nye materialer. Ved kontrol blev det afprøvet, om de oparbejdede materialer kunne leve op til de stillede krav.

I forbindelse med projektet blev der udarbejdet tilsyns- og kontrolplaner samt kvalitetsikringshåndbog for de genanvendte materialer under nedrivning, oparbejdning, levering og indbygning.

Vigtige erfaringer
De genanvendte byggematerialer er gennem kvalitetskontrol og nye bearbejdningsformer helt på højde med nye materialer. Gamle mursten varierer mere i facon og branding end nye, men styrken er generelt i orden.

Kvaliteten af genbrugstræet har vist sig at være højere end nutidens tømmer. Det gamle træ er tungere og stærkere end nyt træ. Det gør genbrugstræet yderst velegnet til bærende konstruktioner, vindudsiffringer m.m.

Tilslagsmateriale af knust beton gav problemer i frostvej pga. høj absorption og behov for forvanding, men var ellers uproblematisk.

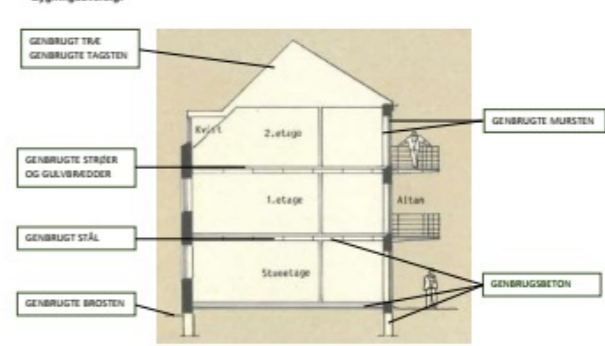


FAKTA
Vimmelskiftet, Horsens
Projektperiode 1991 - 1992
Ejleplens byhuse
3 lejligheder
234 ton genanvendte materialer

PROJEKTPARTER
Horsens Sambyg
Andelsboligforeningen Odinegaard
Oluf Jørgensen Horsens A/S
Birch & Svenning A/S
Horsens Kommune
Miljøstyrelsen
Dansk Teknologisk Institut
Byformylingsselskabet

DET GENANVENDETE HUS HORSSENS

Bygningsoversigt



Materialeliste

Bygningsdel	Materiale	Mængde (ton)
Tilførsning og bunddækning	Knust beton	29
Fundament, betonræb og hulbæk	Tilslag af knust beton	45
Udendørs beklædning	Granitbeton	40,5
Facade	Rensede mursten	20
Indervæg	Rensede mursten	30
Tagbeklædning	Rensede vingeteglsten	4,3
Støberfliser	REC-støberfliser	Ukendt
Konstruktions	Søm og lægler af tilskåret træ	1,2
Forskalling	Tilskåret træ	0,3
Gulvbrædder og -lægler	Tilskåret træ	1,9

Hvordan blev bygningerne undersøgt 30 år efter?

Projektet evaluerede de tre byggerier mht. deres vedligeholdelsesmæssige tilstand i dag og gennem de sidste 30 år. Dette gjordes gennem udførelse af:

- Interviews med driftsansvarlige (boligselskaber) og brugere (beboere) mhp. at kortlægge erfaringer med driften og tilstanden med husene.
- Tilstandsvurdering af genanvendte materialer i "De Genanvendte Huse" samt referencebyggeri (bygget for 30 år siden af nye materialer). Herefter blev tilstanden af genanvendte materialer sammenlignet med tilsvarende nye traditionelle materialer i referencebyggeriet.

Interviews

Driftsansvarlige og beboere i de genanvendte huse blev interviewet via Teams med udgangspunkt i et spørgeskema opdelt i generelle, miljø, økonomi og socialt relaterede spørgsmål om genanvendte materialer. Spørgeskemaer med svar fra interviews findes som bilag B til denne rapport.

Hvad siger driftsansvarlige?

I både Odense og Hosens havde driftspersonale været tilknyttet husene fra begyndelsen. I København var driftspersonalets erfaringer fra de sidste 10 år.

Driftsansvarlige for de tre huse har ikke oplevet noget usædvanligt i forhold til holdbarheden eller tilstanden af de genanvendte materialer. De har ikke heller oplevelsen af, at de genanvendte huse skulle have indflydelse på hvordan bygningerne drives. Dette bliver bakket op med vedligeholdelsesbudgetter, som ikke adskiller sig fra bygninger med nye materialer.

I Odense var gulve oprindeligt oliebehandlet, hvilket gjorde vedligeholdelsen besværlig. Gulvene er senere blevet slebet og lakeret for at gøre vedligeholdelse nemmere.

Driftsansvarlige føler stolthed over byggeri på grund af de genanvendte materialer og har et ønske om, at genbrugsmaterialer skal komme i betragtning ved fremtidige renoveringer, så der, i stedet for nye materialer, anvendes genanvendte materialer.

Hvad siger beboerne?

Beboerne er generelt glade og stolte over at bo i de genanvendte huse. De har kendskab til almindelig vedligeholdelse af bygningen, men tror ikke, at den slitage, der sker med tiden har noget med de genanvendte byggematerialer at gøre.

Tilstandsvurderinger

Tilstandsvurderinger er baseret på besigtigelse i de genanvendte huse, hvor kvaliteten af de genanvendte materialer er visuelt vurderet. Kvaliteten af nye byggematerialer modsvarende til genanvendte materialer, er ligeledes visuelt vurderet i referencebyggeri fra 1990'erne for at sammenligne genanvendte og nye materialers kvalitet 30 år efter.

Ved gennemgang af de genanvendte huse sammenholdt med gennemgang af referencebygninger, er der ikke set nogen signifikant forskelle på holdbarheder og styrker.

Tilstandsvurderinger inkl. anbefalinger findes som bilag C til denne rapport.



Udsagn fra driftsansvarlige

” Det er positivt at de gode materialer er blevet brugt i stedet for bare at blive kasseret.

Driftsansvarlige, Odense

” Det kunne være fint med et lille renoveringslager med genbrugsmaterialer.

Driftschef, København

Udsagn fra beboerne

” Glæder mig hver gang jeg kører forbi lufthavnen og tænker ”der kommer min bolig fra”.

Beboer, København

” De genanvendte byggematerialer nævnes ofte til beboermøder, hvilket skaber glæde og social stolthed, særligt blandt de unge beboere.

Beboer, København



Genanvendelse af kvalitetssikrede materialer

De fleste materialer fremstår i god stand 30 år efter og har ikke krævet vedligeholdelse udover det sædvanlige. Man skal i den forbindelse være opmærksom på, at de undersøgte materialer har været underlagt omfattende kvalitets-sikringsplaner og kontrolprocedurer for at sikre kvaliteten af materialerne. Mange materialer har skulle leve op til samme krav som traditionelle byggematerialer.

Det er muligt at læse nærmere om de enkelte materialer og kvalitetskrav i bilag A til denne rapport.

På de næste sider kan du finde en opsummering af de genanvendte materialer.

Mursten

Mursten i de genanvendte huse er anvendt som facadetejl og indervægstejl. De genanvendte mursten fremstår i god stand 30 år efter, også sammenlignet med modsvarende byggeri bygget med nye mursten, og har ikke forårsaget vedligeholdelse udover det sædvanlige. Der er enkelte afskalninger af facademaling og enkelte revner ved vinduer, men det er noget som også ofte ses på tilsvarende byggeri med nye materialer. Man skal være opmærksom på, at murstenene forud for genanvendelse har været igennem en kvalitetssikring, herunder udpegning, udtagning, sortering, prøvetagning, mærkning og oparbejdning. De genanvendte mursten har også krævet nogle særlige tiltag, som fx afretning af skæve sten eller brug af ekstra stærk maling i forbindelse med byggearbejdet.

Tagbeklædning

Der er i det genanvendte hus anvendt både naturskifer (Odense), tagtejl (København) og vingeteglsten (Horsens) som tagbeklædning. Tagbeklædningen af alle tre materialer fremstår hele, tætte og uden synlige skader 30 år efter, og der har ikke været vedligeholdelse udover det sædvanlige forbundet med tagene. Man skal være opmærksom på at tagbeklædningerne stammer fra selektiv nedrivning og at de inden genanvendelse er blevet rensset og kvalitetskontrolleret. For skiferpladerne nævnes stort spild ved byggeriet pga. generet dårlig og svingende kvalitet af skifre. Kun hele stykker uden synlige revner eller brud er udvalgt til genbrug. For tagsten nævnes, at de er fastgjort med nakkebindere fremfor oprindeligt med ståltråd og søm.



Bilag A-D fremgår under følgende link:

www.wsp.com/da-DK/campaigns/de-genanvendte-huse

De fleste materialer fremstår i god stand 30 år efter og har ikke krævet vedligeholdelse udover det sædvanlige.

Man skal i den forbindelse være opmærksom på, at de undersøgte materialer har været underlagt omfattende kvalitetssikringsplaner og kontrolprocedurer for at sikre kvaliteten af materialerne. Mange materialer har skulle leve op til samme krav som traditionelle byggematerialer.



Gulvbrædder

Der er genbrugt pitchpine- og fyrretrægulvbrædder. Genbrugte gulvbrædder fremstår i meget fin stand 30 år efter og til modsætning af gulve lagt med nye materialer, hvor sprækker mellem brædderne kan forekomme grundet tørring af træet, er udtørringen i de genanvendte gulvbrædder allerede sket og træet bevæger sig ikke i samme grad. Man skal være opmærksom på, at ubehandlede gulve kræver vedligeholdelse med sæbe. Uden vedligeholdelse opleves splinter. Vedligehold med sæbe kan udgås med lakering. Inden genanvendelse blev gulvbrædderne oparbejdet ved fjernelse af søm, høvling, pløjning for fjer og not, pudning og afslibning. I et af de genanvendte huse blev brædderne høvlet på tidligere bagside og udført med ny fjeder. Alle brædder er blevet kontrolleret for svamp, råd og borebillier.

Snedkertræ

I genbrugshuset i Odense er der anvendt tilskåret snedkertræ som fodlister og gerigter i alle boliger. I Odense er skabslåger også af genbrugstræ. Alt træ blev inden anvendelse gennemgået for svamp og borebillier. De originale køkkenskabslåger er i god stand, men lidt slidte af langvarig brug, hvilket er helt naturligt. I fem ud af 14 køkkener er skabslåger udskiftet, ikke på grund af genbrugsmaterialer, men fordi beboere ville have nyt. I modsætning til køkkenlåger, er skabslåger til garderober meget tynde, hvilket har gjort dem mere modtagelige for slid. Det er derfor vigtigt, at ved anvendelse af snedkertræ, må emnerne ikke blive for tynde og "slappe", da meget tynde emner "slår sig" ved brug.

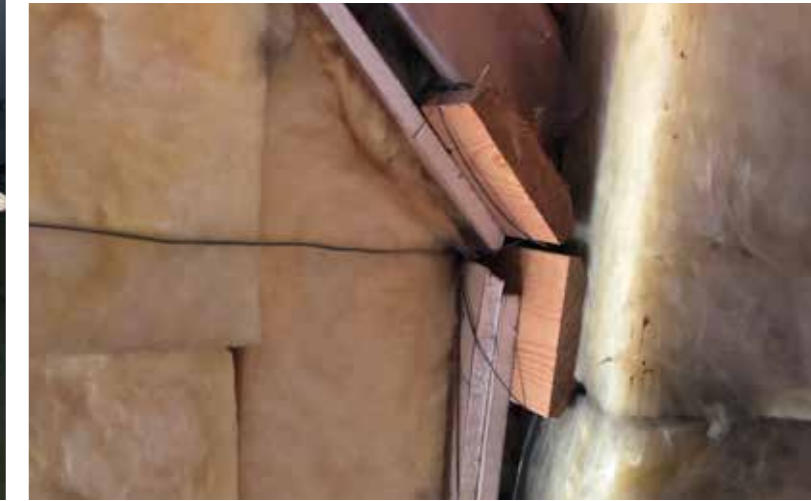


Konstruktionstræ

I de genanvendte huse er tilskåret konstruktionstræ anvendt i tagkonstruktionen, inkl. kviste, lægter, loftfor-skalling, glasoverdækket trækonstruktion i trappetårn og gangbro. Træspær m.v. fremstår generelt tørre og uden tegn på skader efter 30 år og træet vurderes at være af samme kvalitet som hvis der var anvendt nye materialer. Man skal være opmærksom på at konstruktionstræ stammer fra selektiv udtagning, sortering og mærkning af træ - kun træ styrke K18 iht. DS 413 er ved sortering blevet godkendt til genbrug som tagkonstruktion. Der er udført visuel kontrol for svamp, råd og insektangreb på træet. Konstruktionstræet er ved anvendelsen oplevet hårdere end nyt træ, hvilket har stillet større krav til det udførende arbejde på værkstedet eller byggepladsen. Gamle søm ved opsavningen har også medført udfordringer ved oparbejdning, men dette er afhjulpnet med metaldetektorer under sortering og rensning. Det skal bemærkes at ældre lægter ikke må anvendes til lægtning da de ikke overholder krav til dimensioner i taglægter fra 2011. Kvalitetskravene til taglægter er fastlagt i en brancheaftale i samråd med Arbejdstilsynet, for at imødegå alvorlige faldulykker fra tage forårsaget af svigt i lægterne

Nedknust beton og tegn som tilslag

Tilslag bestående af nedknust genbrugsbeton og -tegl er anvendt til in situ støbning af fundament, kældre, terrændæk og etagedæk, samt til præfabricerede betonelementer til vægge og dækkonstruktioner i de genanvendte huse. Fra byggefasen er der nævnt, at tilslagsmateriale af knust beton gav problemer i frostvejr på grund af høj absorption og behov for forvanding, men var ellers uproblematisk. Betonoverflader er generelt malebehandlede dog med undtagelse af terrændæk og cykelkæder. Der er ingen umiddelbare skader på malebehandlede overflader. In situ støbte kældervægge har enkelte steder afskalninger, hvor tegltilslaget tydeligt kan ses. Afskalninger forekommer også ofte ved tilsvarende byggerier opført med nye materialer og har formodentlig ikke noget med det genbrugte tilslag at gøre. In situ støbte kældergulve/terrændæk har flere områder med revnedannelser. Dette forekommer også ofte ved tilsvarende byggerier opført med nye materialer og har ikke nødvendigvis noget med det genbrugte tilslag at gøre; det kan dog heller ikke udelukkes.



Knust beton som tilfyldning

Knust beton og tegl er i de genanvendte huse anvendt som tilfyldning under og omkring kældre. Tilfyldning er skjult af øvrige bygningsdele og kan derfor ikke ses. Der ses ingen sætninger af hverken terrændæk, fundamenter eller udendørs belægning. I et af husene, hvor der er områder med revnedannelser i terrændæk. Dette forekommer også ofte ved tilsvarende byggerier opført med nye materialer og har ikke nødvendigvis noget med det genbrugte tilfyldningsmateriale at gøre.

Døre og vinduer

I genbrugshuset i Odense er indvendige døre fra selektiv nedrivning blevet genbrugt. Dørene fremstår i pæn stand, men bider flere steder, noget som forekommer i tilsvarende byggeri med nye materialer. Med de indvendige døre, er der tale om direkte genbrug, hvor døre og karme kun er afrenset, spartlet, grundet, slebet og malet inden indbygning. Dørene har også fået nye beslag, låsekasser og greb.

Udvendige døre i genbrugshuset Odense er udført i opskåret genbrugstræ og facadevinduerne er specialfremstillede af opskåret og afrenset genbrugstræ (rammer, karm, midterpost, sprodser) med isat forsatsvinduer. Alt udvalgt træ er kontrolleret for råd og svamp. Både vinduer og døre fremstår pæne og uden tegn på skader og vurderes som værende af samme kvalitet som hvis der var anvendt nye materialer.

Man skal være opmærksom på, at det er en god idé at træet ved genanvendelse af udvendige døre og vinduer afrenses og dybebehandles inden maling og isætning af ruder. Det er begrundet med at gammelt træ har rigtigt godt af at få noget "at leve af".

Brædder i depotrum

I det genanvendte hus i København er der anvendt brædder til opbygning af depotrum. Træet stammer fra selektiv nedrivning af dimensionerne 25 x 100 mm. Brædder fremstår tørre og uden tegn på skader, det kan dog tydeligt ses tegn på genanvendelse fx af sømhuller fra tidligere anvendelse. Kvaliteten er den samme som var der tale om nye materialer.

Udendørs belægning

Der er anvendt genbrugte granitbrosten til udendørs belægning. Belægningen er jævn og uden skader og udtrykker høj æstetisk kvalitet i forhold til nye materialer.

Stålprofiler

I Horsens er der genbrugt HEB-stålprofiler fra nedrivning af anden bygning, hvor de var indkapslet i konstruktionerne. De var således ikke korroderet efter mange års levetid. De genanvendte stålbjælker er brugt i tagrummet. Der ses en let afskalning af overfladebehandlingen, men selve stålprofilen fremstår uden nævneværdig tæring. Stålprofilen er af den samme kvalitet som hvis der var anvendt nye materialer, forudsat at de genanvendte stålprofiler ikke har reducerede tværsnit som følge af tidligere tæring.

Skjulte konstruktioner

En del genanvendte træmaterialer, som stammer fra selektiv nedrivning, er anvendt i de genanvendte huse i skjulte konstruktioner som gulvstrøer, gulvlægter, træskel til indvendige vægge, tilsætningspaneler mellem karm og bagmur, forskalling mm. Træet er gennemgået for råd, svamp og borebiller. Da disse er ikke synlige, har det ikke været muligt at besigtige materialerne, men der er ikke nogen umiddelbare tegn på skader.

De Genanvendte Huse i Horsens, Odense og København

Sammenfatningsrapport, 2022

*Rapporten er udfærdiget af WSP med hjælp
fra Maria Ekblad, TRE.*



Bilag A-D fremgår under følgende link:

www.wsp.com/da-DK/campaigns/de-genanvendte-huse