



**Social- og
Boligstyrelsen**

Bevar & spar

Guide til genbrug af
bærende konstruktioner

– til den private bygningsejer

Viden til gavn



Bevar de bærende
konstruktioner og
spar CO₂ og om-
kostninger, når du
renoverer.

Publikationen er udgivet af
Social- og Boligstyrelsen

Udarbejdet af:
Teknologisk Institut
ABC Rådgivende Ingeniører

ISBN: 978-87-94445-05-4

Indhold

Indledning.....	03
Om guiden.....	05
Renovering versus nedrivning og nybyg.....	07
Den gode proces.....	12
Tjekliste.....	13
Før renoveringen går i gang.....	18
Hvad består bygningen af?.....	19
Er dokumentations- og tegningsgrundlaget tilstrækkeligt?.....	20
Er der indhold af skadelige stoffer?.....	21
Skal bygningens anvendelse eller indretning ændres?.....	25
Er der behov for ny statisk dokumentation?.....	27
Hvordan er konstruktionernes tilstand og restlevetid?.....	28
Skal bygningen energirenoveres?.....	29
Kend din bygning.....	34
Enfamiliehuse 1930-95.....	35
1½ plans-huse.....	37
Huse med gitterspær.....	43
Huse med flade tage og håndtering af tagbelægninger.....	46
For dig, der vil vide mere.....	48
Litteraturliste.....	52

Indledning

Bærende konstruktioner er ofte lavet af CO₂-tunge materialer, såsom beton, stål og træ, som har potentiale for kunne holde i mange år.

Når eksisterende bygninger skal bygges om, transformeres eller renoveres, er der potentiale for at spare både penge og CO₂, hvis de bærende konstruktioner kan genbruges frem for at blive revet ned og erstattet med nybyggeri (Birgisdóttir & Rasmussen, 2015; Sørensen & Mattson, 2020; Eberhardt et al., 2022).

Bærende konstruktioner er ofte lavet af dyre og CO₂-tunge materialer, såsom beton, stål og træ, som har potentiale for kunne holde i mange år.

Ved at genbruge af disse materialer ved renovering, mindskes behovet for at udvinde nye råstoffer og

producere nye materialer, samtidig med at det reducerer mængden af byggeaffald.

Definition: Genbrug af bærende konstruktioner

I guiden anvendes begrebet 'genbrug' af bærende konstruktioner.

En renovering med genbrug af bærende konstruktioner defineres i guiden som en dybdegående renovering, hvor mindst de bærende konstruktioner (råhuset) bliver stående og genbruges direkte, hvor de oprindeligt er placeret, imens f.eks. tagbeklædning, ikke bærende ydervægge og installationer kan blive udskiftet.

Guiden omfatter således ikke genbrug af bærende konstruktioner, hvor konstruktionerne demonteres og anvendes et andet sted, end hvor det oprindeligt var placeret.



Fem gode grunde til genbrug af bærende konstruktioner

1. Der kan spares på klodens ressourcer og byggeriets CO₂-aftryk.
2. Der kan spares på byggeomkostningerne.
3. Byggeriet kan bevare sin kulturarv og historie.
4. Renoveringer kan skabe en beriget arkitektonisk kvalitet i mikset af gammelt og nyt.
5. Det oprindelige byggeri kan være opført med fordelagtige forhold for anvendelse, geometri og arealudnyttelse af byggeriet, som ikke nødvendigvis vil være godkendt ved nybyggeri (det oprindelige regelsæt fastholdes normalt ved renoveringer).

Om guiden

En guide for private bygningsejere

Denne guide henvender sig særligt til private bygningsejere og har til formål at understøtte genbrug af bærende konstruktioner ved renovering og ombygning af enfamiliehuse.

Guiden gennemgår de forhold, man med fordel kan være opmærksom på i planlægningen af renovering af enfamiliehuse med fokus på genbrug af bærende konstruktioner.

Sådan bruger du guiden

Denne guide giver viden om potentialerne ved genbrug af bærende konstruktioner og et overblik over, hvad du skal være opmærksom på ved renoveringsprojekter med genbrug af bærende konstruktioner.

Med guiden får du:

- viden om renovering med genbrug af bærende konstruktioner sammenlignet med nedrivning/nybyg
- et overblik over den gode proces ved renovering med genbrug af bærende konstruktioner
- en uddybet gennemgang af, hvilke tekniske forhold du bør

være opmærksom, før renoveringen med genbrug af bærende konstruktioner går i gang, herunder vurdering af indhold af skadelige stoffer, bæreevne m.m.

- en gennemgang af de mest almindelige typer af enfamiliehuse opført i perioden 1930-1995, og hvad du, i forhold til genbrug af bærende konstruktioner, bør være særligt opmærksom på.
- inspirerende cases, der viser eksempler på renoveringer med genbrug af bærende konstruktioner (se også casesamlingen 'Cases - Eksempler på genbrug af bærende konstruktioner')

Hvem står bag guiden?

Guiden er udgivet af Social- og Boligstyrelsen og udformet af Teknologisk Institut i samarbejde med ABC Rådgivende Ingeniører.

Guiden er et produkt af et projekt, der skal fremme genbrug af bærende konstruktioner ved renovering af eksisterende bygninger – en del af regeringens nationale strategi for bæredygtigt byggeri (Indenrigs- og Boligministeriet, 2021), der skal medvirke til at reducere byggeriets klimabelastning.

30 %

Bygninger, broer og veje står for 30 % af Danmarks samlede CO₂-udledning. Det kommer fra bygningernes energiforbrug, byggeprocessen og produktion af byggematerialer.

35 %

Byggeriet står for 35 % af alt affald.

Kilde: Klimapartnerskabet for Byggeri og Anlæg

Renovering versus nedrivning og nybyg

Undersøgelser viser, at der er potentiale for at reducere klimabelastningen markant samt mindske omkostningerne ved renovering med genbrug af bærende konstruktioner sammenlignet med nybyggeri.

De senere år er der udført flere undersøgelser (Birgisdóttir & Rasmussen, 2015; Sørensen & Mattson, 2020; Eberhardt et al., 2022), der viser, at klimabelastningen ved renovering af eksisterende bygninger typisk er lavere sammenlignet med nedrivning og nybyggeri.

Nybyg er ofte knyttet til en højere energieffektivitet i driftsfasen og dermed en lavere klimabelastning ifm. energiforsyning i driftsfasen sammenlignet med renovering. Til

gængæld har nybyg en højere klimabelastning i form af indlejret CO₂, dvs. den CO₂, der er forbundet med at producere og håndtere materialerne gennem hele deres livscyklus.

Mindre klimabelastende

Forskellen mellem de to dele gør, at renovering af eksisterende bygninger typisk er mere klimavenligt end nedrivning og opførelse af en ny lavenergibygning. En vigtig årsag hertil er, at den danske energiforsyning forventes at blive grønnere, hvilket betyder, at klimabelastningen forbundet med drift af bygningen over årene reduceres.

Hvorvidt en renovering altid er en klimamæssig bedre løsning sammenlignet med nedrivning og nybyg,

ser blandt andet ud til at afhænge af bygningens opvarmningsform, men også andre faktorer kan være udslagsgivende, såsom valg af materialer.

Materialevalg kan have en relativ stor indflydelse på resultaterne for både nybyggeri og renovering, da forskellige byggematerialer kan have vidt forskellige niveauer af indlejret CO₂.



Undersøgelse: Klimapotentialt ved renovering kontra nedrivning med nybyg

En undersøgelse fra Aalborg Universitet fra 2022 (Eberhardt et al., 2022) sammenlignes en omfattende renovering med nedrivning/nybyg med udgangspunkt i tre forskellige bygningstyper: enfamiliehus, kontorbyggeri og etagebyggeri (Tabel 2). Undersøgelsen viser, at over en 50-årig periode er det for kontorbyggeri og etagebyggeri entydigt klart, at renovering klimamæssigt er at foretrække frem for nedrivning/nybyg.

Undersøgelsen viser, at for enfamiliehuset er renovering frem for nedrivning/nybyg over en 50-årig periode en klimamæssig fordel, hvis huset opvarmes med en varmepumpe. Det modsatte er tilfældet, hvis bygningen opvarmes ved hjælp af fjernvarme*, som var den anden opvarmningsform, der indgik i undersøgelsen. Se Tabel 2.

	Klima		
	Renovering	Nedrivning/nybyg	
Enfamiliehus (fjernvarme)	14,3 *	12,8	kg CO ₂ -ækv/m ² · år
Enfamiliehus (varmepumpe)	8,5	12,5	kg CO ₂ -ækv/m ² · år
Etageboliger	8,2	10,6	kg CO ₂ -ækv/m ² · år
Kontorbyggeri	4,4	9,6	kg CO ₂ -ækv/m ² · år

Tabel 1 - Opsummering af klimapåvirkningen af hhv. renovering og nedrivning/nybyg for tre bygningstyper (Eberhardt et al., 2022).

***Nye emissionsfaktorer:** I en nyere rapport udarbejdet af Artelia A/S og udgivet af Social- og Boligstyrelsen (Nilsson et al., 2023) præsenteres opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme, hvor den fremskrevne klimapåvirkning for både el og varme er væsentligt lavere end de nuværende emissionsfaktorer. Særligt klimapåvirkningen fra fjernvarme bliver reduceret markant, så fjernvarme i fremtiden får en lavere klimapåvirkning end el. Det vil få en stor betydning, når disse emissionsfaktorer anvendes i forbindelse med livscyklusvurderinger. F.eks. må man forvente, at en opdatering af Eberhardt et al. (2022) vil resultere i, at renoveringer i alle tilfælde vil præstere bedre end nedrivning/nybyg.



Undersøgelse: Klimaeffekt og totaløkonomi ved reovering og nybyg

En undersøgelse udarbejdet af Rambøll i 2020 (Sørensen & Mattson, 2020) sammenligner klimaeffekt og totaløkonomi for 16 casebyggerier bestående af enfamiliehuse, etageboliger, offentlige bygninger og erhvervsbygninger, som repræsenterer forskellige bygningstyper, materialevalg og lokationer. Undersøgelsen viser, at der kan spares både CO₂ og penge ved at vælge reovering sammenlignet med nybyg (Tabel 2).

	Klima			Økonomi		
	Reovering	Nybyg		Reovering	Nybyg	
Enfamiliehuse og Rækkehuse	7,3	9,6	kg CO ₂ -ækv/m ² ·år	172	284	DKK/m ² ·år
Etageboliger	4,7	8,7	kg CO ₂ -ækv/m ² ·år	125	245	DKK/m ² ·år
Offentligt byggeri	6,0	8,8	kg CO ₂ -ækv/m ² ·år	415	607	DKK/m ² ·år
Erhvervsbyggeri	5,6	8,3	kg CO ₂ -ækv/m ² ·år	273	486	DKK/m ² ·år

Tabel 2- Opsummering af resultater fra Sørensen & Mattson (2020) [27]. Værdier for "reovering" repræsenterer resultaterne for det mest omfattende reoveringsscenarie, hvor både tag, klimaskærm og installationer udskiftes.





OK

INDLEDNING



Den gode proces

Få afklaret så mange spørgsmål så tidligt som muligt i renoveringsprojektet.

For ethvert renoveringsprojekt gælder – ligesom for alle byggeprojekter – at det er en fordel at lave et grundigt forarbejde og få afklaret så mange spørgsmål så tidligt som muligt i processen.

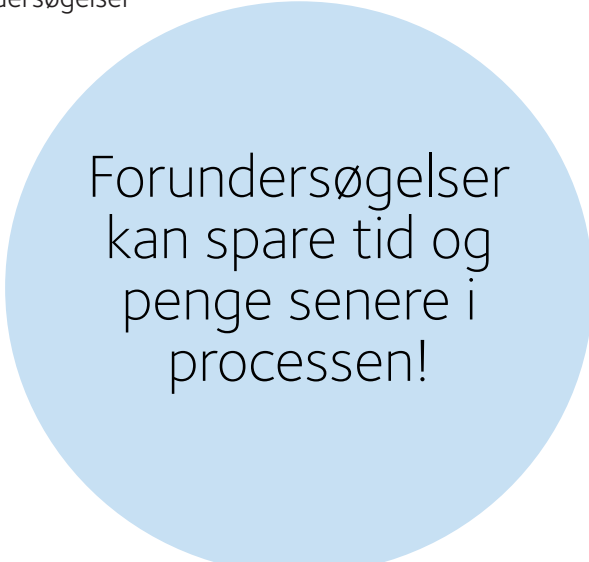
Det kan afdække ellers uforudsete udfordringer og dermed spare tid og udgifter senere i processen.

Når det gælder et renoveringsprojekt med genbrug af bærende konstruktioner, er der en række forhold, du bør være særligt opmærksom på.

Undersøgelser og tests af miljøskadelige stoffer, geotekniske egenskaber og af den bærende konstruktion er væsentlige

poster, som kan gøre en stor forskel på projektet og økonomien.

Det kan derfor oftest betale sig at foretage sådanne undersøgelser tidligt i projektet.



Forundersøgelser
kan spare tid og
penge senere i
processen!

Tjekliste

Her får du en tjekliste over, hvad du bør være opmærksom på ved renovering med genbrug af bærende konstruktioner. Tjeklisten skal hjælpe til at komme omkring væsentlige spørgsmål, som kan være gavnlig for din planlægning.

Tjeklisten er ikke nødvendigvis en udtømmende liste for alle renoveringsprojekter, og samtidig er ikke alle punkter nødvendigvis relevante for alle projekter.

Tjeklisten skal ikke opfattes som en lineær gennemgang af punkterne, da planlægningen af et renoveringsprojekt ofte sker som en iterativ proces. f.eks. vil der i den indledende fase være en iterativ proces i forhold til skitseforslag og forundersøgelser, idet visse undersøgelser kan være



nødvendige for f.eks. at kunne lave en totaløkonomi, men totaløkonomien bør samtidig ligge tidligt, da denne i visse tilfælde dikterer et renoveringsprojekts afvikling.

Tjeklisten består af følgende overordnede punkter:

- Indledende research
- Skitseforslag
- Forundersøgelser
- Projektering
- Udførelse



Indledende research

- Gennemgå lokalplanen for eventuelle specifikke krav til din bygning og din grund, afstandsforhold, bebyggelsesprocent, kloakeringsforhold mv. Det kan være, at bygningen er bevaringsvær-dig, fredet, eller at der er krav til fastholdelse af et arkitektonisk udtryk.
- Afdæk bygningsreglementets krav for renoveringsprojektet. Bygningsreglementet er primært udarbejdet for at beskytte den almindelige borger, dels ved at anføre krav til brandsikkerhed (hindre brandspredning og sikre personsikkerhed), indeklime (rumhøjder og -størrelser, afgangninger og akustiske forhold) og tilgængelighed.
- Undersøg, hvornår din bygning er opført, og hvilke materialer den består af. Dette gør det simple at få en forståelse for byggemetoden og muligheden for genbrug af de bærende konstruktioner. Se *Bygnings-typologier 1930-1995*.
- Skab dialog med myndigheder, f.eks. kommunen vedr. byggetilladelse, fredningsmyndighed, lokalplaner og eventuelle dispensationer. En tidlig og løbende dialog med kommunen kan åbne op for flere mulige løsninger. Det kan samtidig fremme processen for myndighedsgodkendelsen, hvis kommunen allerede har fået afklaret spørgsmål undervejs.
- Sammenlign informationer i Bygnings- og Boligregistret (BBR) og byggesagsarkiv. Her kan ændringer, der historisk er lavet på byggeriet, fremgå af beskrivelser og tegninger. Hvis dette er tilfældet, kan det reducere risici, da det kan afdække eventuelle afvigelser fra oprindelige tegninger og beskrivelser. En byggesagkyndig (arkitekt eller ingeniør) kan hjælpe med dette.
- Få klarlagt, hvad der er bærende og/eller stabiliserende.

Skitseforslag

- Skitser/koncepttegninger anbefales udført i et samarbejde imellem bygherre, arkitekt og ingeniør, idet krav og muligheder i bygningsreglementet i forhold til det aktuelle byggeri afdækkes. Samarbejder parterne i forbindelse med skitsefasen, kan ingeniøren nå at finde den bedste løsning til bevarelse af konstruktioner. Det kan spare tid og økonomi senere i processen.
- Udarbejd et totaløkonomisk estimat for projektet. Totaløkonomi omfatter de samlede udgifter til opførelse og drift i bygningens levetid/beregningsperioden.



Forundersøgelser

- Ressourcekortlægning af bygningen: Gennemgang af Bygnings- og Boligregistret (BBR), eksisterende tegningsmateriale, fysisk gennemgang mv. for at fastslå, hvilke materialer og mængder, der er i byggeriet. Denne kortlægning vil give et overblik over, hvilke materialer, der vil kunne bevares i det nye byggeri, og hvilke der kan være kritiske ift. nedtagning og deponi (miljøscreening).
- Opmåling er væsentligt at få udført (evt. ved 3D-scanning), da eksisterende tegninger sjældent stemmer overens med det faktiske byggeri. Dette kan gøre processen for arkitekten nemmere, idet de derved har de korrekte dimensioner fra start og ikke senere skal tilpasse designet.
- Geotekniske undersøgelser kan være relevante, hvis belastninger ændres markant, eller der er visuelle sætninger. En geoteknisk undersøgelse kan f.eks. være udgravning for undersøgelse af fundamentets dimension. Se på husets tilstand ift. sætninger mv., og find evt. supplerende oplysninger fra geodætiske kort.

Projektering

- Afklar, hvilken brandklasse og konstruktionsklasse byggeriet kan henholdes under. Brandrådgiver og statiker kan herefter udføre nødvendig dokumentation. Det kan i nogle tilfælde give mening at foretage prøvninger af nogle af bygningens konstruktionsdele tidligt i processen for derved at kunne få en mere optimal udnyttelse af de bevarede materialer. Dette giver mest mening for etagebyggerier, og mindre udtalt i småt byggeri, hvis der er tvivl om konstruktionernes bæreevne.
- Lav evt. LCA-vurdering for byggeriet. P.t. er LCA for renovering ikke lovkrav, men det kan fungere som en rettesnor for konstruktionsbevarelsen og materialevalg. Jo tidligere denne beregning kan foreligge, des bedre effekt kan opnås i forhold til LCA.
- Ombygninger og renoveringer, som kræver myndighedsgodkendelse, bør fremsendes til myndighederne tidligst muligt i processen, da myndighedsbehandling kan tage tid.



Udførelse

- De tidligere registrerede miljøkritiske stoffer skal håndteres lovmæssigt.
- Evt. opmåling af byggeriet (f.eks. ved 3D-scanning) efter fjernelse af overflader, f.eks. vægbeklædning, lofter mv., for at fastlægge konstruktioners placering og eventuelle skævheder.



Hvad er ressourcekortlægning

En ressourcekortlægning er en detaljeret bygningsgennemgang med henblik på at kortlægge tilgængelige ressourcer inden nedrivning eller renovering. Kortlægningen giver et detaljeret overblik over indholdet af materialer egnet til genbrug, genanvendelse og materialenyttiggørelse. (Kilde: Videncenter for Cirkulær Økonomi).



Før renoveringen går i gang

Hvad skal du være opmærksom på i netop dit renoveringsprojekt?

I en renoveringsproces med genbrug af bærende konstruktioner kan relevante spørgsmål være:

- Hvad består bygningen af?
- Er dokumentations- og tegningsgrundlaget tilstrækkeligt til at kunne planlægge en renovering eller transformation af byggeriet?
- Indeholder bygningen og konstruktionerne skadelige stoffer, og hvis de gør, kan det så fjernes i det nødvendige omfang?
- Er der behov for at tilpasse bygningen til nye anvendelser?

- Øges lasten med 5 % eller mere? I så fald kan der være krav om, at der iht. certificeringsregler skal foretages ny statisk dokumentation iht. nutidige normer samt revurdere bygningsdelenes brandtekniske egenskaber.
- Er tilstanden og restlevetid af konstruktionerne acceptabel? Typisk skal man kunne se 50 år frem. Hvis ikke, kan de så repareres og levetiden forlænges?
- Skal der energirenoveres?

I dette kapitel gennemgås en række spørgsmål, der kan hjælpe til

at afklare, hvad du skal være opmærksom for netop dit renoveringsprojekt med fokus på genbrug af bærende konstruktioner.

Alle renoveringsprojekter er forskellige. Find ud af, hvad der er vigtigt i dit projekt!

Hvad består bygningen af?

Viden om bygningstype, opførelsesår, byggeskik ved opførelsestidspunktet og primære materialer i bygningen er væsentligt at have kendskab til.

Dette kan nemlig fortælle meget om, hvor fleksibelt byggeriet er, og det gøres nemmere at kortlægge eventuelle udfordringer ved bevarelse af bærende konstruktioner. Læs mere om forskellige, almindelige typer enfamiliehuse i kapitlet *Kend din bygning*.

I mange byggerier kan der være miljøskadelige stoffer i byggematerialerne, der skal tages hånd om. Dette kan være PCB i fugerne eller asbest ved tagbelægning eller i isoleringen om installationerne. Læs mere i afsnittet *Er der indhold af skadelige stoffer?*



Er dokumentations- og tegningsgrundlaget tilstrækkeligt?

Et eksisterende byggeris dokumentation (tegningsmateriale og andre dokumenter) kan være utilstrækkelige eller misvisende til at fastslå væsentlige emner forud for en renovering. Det er derfor som regel nødvendigt at foretage nye opmålinger for derfor at kunne få et retvisende grundlag, som arkitekten kan arbejde videre med til det nye koncept.

Det kan evt. anbefales at få foretaget en 3D-scanning af byggeriet for at få det mest detaljerede billede af bygningen og dermed minimere risikoen for at støde på uforudsete hændelser.

I enkelte tilfælde er dokumentationen heller ikke fyldestgørende, og det vil være nødvendigt at lave ny dokumentation for byggeriet.

Dette kan f.eks. være den statiske dokumentation, som ved ændret anvendelse alligevel skal udarbejdes på ny. Se også afsnittet *Er der behov for ny statisk dokumentation?*

God dokumentation for det eksisterende byggeri vil gøre denne proces nemmere.

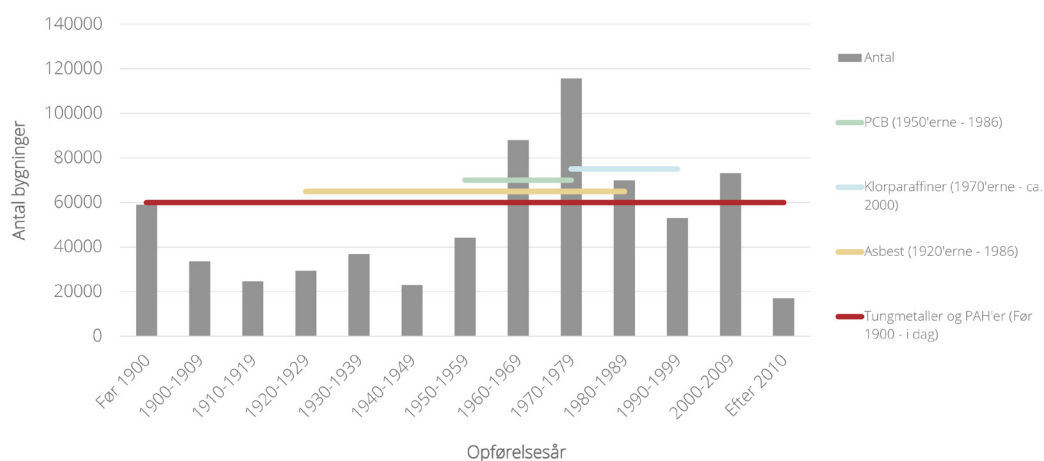
Hvis der opstår tvivl, kan det blive nødvendigt at foretage prøver af eksisterende konstruktioner for at fastslå deres styrke.

Nye opmålinger af bygningen giver et retvisende grundlag for renoveringsprojektet.

Er der indhold af skadelige stoffer?

Der kan forekomme skadelige stoffer i byggematerialer i ældre bygninger, som skal håndteres, hvis de bærende konstruktioner skal bevares. Skadelige stoffer kan afdækkes ved en miljøscreening og en miljøkortlægning.

Tidspunktet for en bygnings opførelse eller renovering kan indikere, hvilke skadelige stoffer der kan forefindes (se Figur 1). Her skal der være fokus specielt på PCB, tjærestoffer og asbest, da disse stoffer er problematiske for indeklimaet. Asbest påvirker dog ikke indeklimaet, hvis det optræder i fast form, og det ikke forarbejdes. De øvrige stoffer er problematiske for arbejdsmiljøet, hvis de bearbejdes og ved håndtering i forhold til affaldshåndteringen.



Figur 1 – Fire forskellige grupper af miljøfarlige stoffers tid på markedet, sammenholdt med den opførte bygningsmasse (Illustration: Teknologisk Institut, 2018).



Hvad er miljøscreening og miljøkortlægning?

Miljøscreening er en indledende vurdering af, hvilke problematiske stoffer der kan forventes at være i en bygning. Ofte vil screening være baseret på historiske oplysninger og en visuel gennemgang af bygningen. En miljøkortlægning er en registrering af miljøskadelige stoffer og materialer i byggeriet, som er på listen over farligt affald, kan give anledning til miljøskadelige emissioner til omgivelserne og/eller kan udgøre et arbejdsmiljøproblem for de folk, som arbejder på byggepladsen. Miljøkortlægningen bør udføres tidligt i planlægningsforløbet, så informationerne kan indarbejdes i projekt materialet.

Miljøfarlige stoffer

PCB

PCB er et miljøfarligt giftstof, der kan skade mennesker og miljø. PCB er kategoriseret som et POP-stof.

PCB blev anvendt i perioden fra 1950 og frem til 1977 i byggematerialer, typisk som blødgørere, f.eks. i fugemasser, maling m.m. Det var lovligt at anvende PCB i elektriske installationer indtil 1986. PCB blev ofte brugt i skoler, etagebyggerier, industribyggerier og erhvervsbyggerier.

PCB-forureningen kan sidde i både overfladebehandlingen og de bagvedliggende bærende konstruktioner og kan afgasse til indeklimaet.

Skal de bærende konstruktioner bevares, kan der foretages en afrensning og/eller en termisk rensning eller en forsegling af PCB-forureningen. En anden mulighed er at fjerne en del af konstruktionen. Ved fjernelse af dele af konstruktionen kan denne svækkes, så konstruktionen ikke længere kan opfylde dens bæreevnekrav.

Inden en bygning renoveres eller rives ned, skal det undersøges, om den indeholder PCB. Resultatet skal anmeldes til kommunen.

Klorparaffiner

Kortkædede klorparaffiner (SCCP) er i lighed med PCB kategoriseret som et POP-stof, der kan skade mennesker og miljø.

Klorparaffiner er blevet anvendt til de samme byggematerialer som PCB, dvs. som blødgørere i f.eks. fugemasser, maling m.v.

Klorparaffiner anvendes fortsat i dag i mindre koncentrationer end tidligere.

Klorparaffiner har ikke den samme tendens til at afgasse til indeklimaet eller til at diffundere ind i tilstødende materialer, hvorfor f.eks. bærende konstruktioner, hvorpå der er anvendt materialer indeholdende klorparaffiner, normalt anvendes efter afrensning.

Asbest

Asbest blev i stor stil brugt i tag- og facadeplader og til visse indvendige beklædningsplader (f.eks. på institutioner) i perioden 1950-1986.

Asbest er flere forskellige typer af mineraler, der spaltes i fibre, der ikke kan ses med det blotte øje. Asbest er farlig, hvis fibre fragmenteres og bliver luftbårne som asbeststøv, hvor de kan forårsage alvorlige sygdomme. Asbest påvirker ikke indeklimaet, hvis det optræder i fast form og det ikke forarbejdes.

Asbest er sjældent brugt i bærende konstruktioner, men kan dog i visse tilfælde være brugt som additiv i beton. Umiddelbart vil dette ikke give anledning til problemer, da fibrene er bundet til betonen, men det skal være et opmærksomhedspunkt, hvis betonen bearbejdes (der bores huller eller lign.).

Ved tagkonstruktioner kan der være sket en kontaminering (støv) af den underliggende bærende trækonstruktion, hvis tagpladerne f.eks. tidligere er blevet afrenset ved højtryksrensning eller mekanisk påvirkning. For at kunne bevare disse konstruktionsdele, skal der foretages en grundig kontrol af træværket efter en asbestrensning.

Tungmetaller

Tungmetaller er anvendt som pigmenter i malinger, linoleumsbelægninger, vinylbelægninger og fliser.

Tungmetallerne er ikke problematiske for indeklimaet og er derfor heller ikke et problem, så længe de sidder på eller i byggematerialerne. Det er kun ved håndtering som slibning, sandblæsning, opvarmning m.m., at de giver et problem for personer og miljøet.

Ved en kortlægning af de skadelige stoffer i et byggeri undersøges der for følgende tungmetaller: bly, cadmium, kobber, krom, nikkel, zink, kviksølv, arsen.

Kviksølv kan trænge ind i de bagvedliggende materialer. Det er specielt set i industribygninger, såsom fødevarer virksomheder. I disse tilfælde skal der foretages en vurdering af, om de bærende konstruktioner kan bevares efter en sanering.

PFAS

PFAS er en gruppe af stoffer, som vi i Danmark er blevet opmærksomme på indenfor de senere år, og som også er anvendt i byggematerialer. Stofferne er produceret fra 1949. I denne stofgruppe indgår der POP-stoffer, som er uønskede i miljøet.

Miljøstyrelsen har i 2016 udgivet et materiale om kortlægning af brancher, der anvender PFAS. I denne kortlægning fremgår det, at der i bygge- og anlægsbranchen er anvendt PFAS. Stofferne er fundet i malinger, beton, linoleumsbelægninger m.m.

Der er endnu ikke lavet retningslinjer for, hvordan disse stoffer skal håndteres, og hvordan man kategoriserer dem i forhold til affald og indeklima

Tjærestoffer, kulbrinter og creosot

Disse stoffer kan være anvendt som fugtspærre eller imprægneringsmidler. Stofferne kan give indeklimagener. Bærende konstruktioner, hvorpå disse stoffer er anvendt, skal afrensnes og muligvis forsegles, inden konstruktionerne kan bevares.



Hvad er POP-stoffer?

POP-stoffer (Persistent Organic Pollutants, på dansk: persistente organiske miljøgifte) er karakteriseret ved deres giftige egenskaber, og at de nedbrydes meget langsomt i naturen. En række POP-stoffer er omfattet af den globale Stockholmkonvention om persistente organiske miljøgifte og af den såkaldte POP-forordning, som er EU's implementering af konventionen. (Kilde: Miljøstyrelsen, 2023).

Skal bygningens anvendelse eller indretning ændres?

Når en bygning ønskes bevaret, men der er brug for at ændre anvendelse eller indretning, kan relevante overvejelser være:

- Har bygningen bærende indvendige vægge eller andre konstruktioner, som begrænser muligheden for fleksibilitet?
- Er bygningsvolumen (rumhøjden m.m.) tilstrækkelig til nye anvendelser ift. krav til f.eks. føring af installationer m.m.?
- Øges belastningen på konstruktionerne ved en ændret anvendelse, f.eks. større last fra personer, oplag, snelast, vind eller ved øget egenvægt?
- Bliver det nødvendigt at energirenovere og i så fald, hvor tilgængeligt er dette, f.eks. kan facader, terrændæk og tag efterisoleres?
- Skal der laves større ændringer på vand, varme, kloak og eventuel ventilation i byggeriet? Og hvilke konsekvenser vil dette have?



Når konstruktionens belastning og funktion ikke ændres

I dansk byggeri gælder, med enkelte undtagelser, at hvis en konstruktions belastning og funktion ikke ændres, så fastholder konstruktionen formelt de kvaliteter, som var anerkendt på opførelsestidspunktet, uanset om samme konstruktion principielt ikke kunne oppebære samme kvalitet ved nutidig vurdering, dvs. man revurderer ikke med tilbagevirkende kraft.

Dette er principielt god fornuft, da man ellers kunne risikere af ulovliggøre meget byggeri, som oprindeligt var opført lovligt. F.eks. vil et brandkrav til en konstruktion godkendt i 1977 stadig blive betragtet som godkendt, selvom ny viden modsiger dette.



Er der behov for ny statistisk dokumentation?

Hvis statistisk dokumentation og tegningsmateriale er utilstrækkeligt, og det bliver nødvendigt at foretage ny dokumentation, kan materialekvaliteter, armering, geometrier m.m. være nødvendigt at undersøge, hvilket ofte kan kræve destruktive undersøgelser (f.eks. frihugning af armering o. lign.).

Udviklingen indenfor dimensionering af konstruktioner har udviklet sig, og på nogle områder er krav og metoder skærpet.

Der er i skrivende stund en ny standard på vej, DS 11990 Bæreevnevurdering af eksisterende konstruktioner, som bl.a. kommer til at beskrive, hvordan man kan vurdere bæreevnen, og hvordan prøver skal

udtages og testes, samt hvordan databehandlingen skal foregå. Dermed er der hjælp på vej.

Hvad er statistisk dokumentation?

Statisk dokumentation er et eller flere dokumenter, som redegør for statistisk opbygning, materialeegenskaber (styrker og stivheder), belastninger (egenvægte, nyttelaster og naturlaster) og beregninger af konstruktionsdele eller konstruktioner.

Beregninger kan være reelle beregninger, men kan også indeholde skemadimensioneringer fra producenter eller fra brancher, f.eks. Træinformation.



Hvordan er konstruktionernes tilstand og restlevetid?

Genbruges bærende konstruktioner, er tilstanden og dermed også restlevetiden en essentiel parameter.

Tilstand og restlevetid vil typisk afhænge af de oprindelige materialeparametre, konfiguration, udførelsen og eksponeringen. Nogle materialer, som f.eks. beton, kan tage skade ved vand, frost, salt og andet over tid, ligesom træ kan få reduceret styrke og stivhed ved langvarig belastning. I tilfælde af, at tilstanden viser sig at være uacceptabel, kritisk eller på anden måde nedsat, kan der i nogen tilfælde udføres forlængelse af levetiden ved reparation mv.

I andre tilfælde vil tilstanden være så dårlig eller nedbrydningsmekanismen af sådan en art, at der ikke kan gøres noget.



Skal bygningen energirenoveres?

Energirenovering kan påvirke konstruktionerne, både direkte og indirekte.

Oftentimes er en planlagt renovering eller ombygning initialt drevet af et behov eller et ønske om at etablere energibesparende foranstaltninger for derved at nedsætte driftsomkostninger.

Primært sker dette ved at forbedre bygningsdelenes isoleringsevne (reducere varmetabet), ved at reducere omfanget af kuldebroer og ved at tætne bygningen. Dette gælder såvel terrændæk, fundamenter, facader, som tag.

Der skal derfor være en opmærksomhed på, hvad og hvordan ener-

girenoveringen sker, idet visse dele af renoveringer kan ske uden videre overvejelser, mens andre tiltag kræver omtanke.

Kan påvirke konstruktionerne

En energirenovering kan direkte påvirke konstruktionerne, da en efterisolering kan tillægsbelaste (egenvægt) den oprindelige konstruktion.

Ved ændring af bygningsdeles isoleringsevne kan konstruktioner påvirkes indirekte, f.eks. hvis der isoleres enten ude eller inde i forhold til oprindelig konstruktion, kan man ændre på bygningsfysikken (varme og fugttransport gennem konstruktionen).

Eksempler på energirenovering

Indvendig efterisolering

Som et eksempel på ændring af bygningsfysikken kan tages murværk: Hvis der efterisoleres på indersiden af murværket, vil murværket generelt blive koldere, da det i langt mindre grad opvarmes indefra.

Dette betyder, at det bør tjekkes, om murværket kan tåle disse ændrede forhold (fugtigere og koldere). Yderligere kan der være forhold omkring f.eks. etageadskillelser og skillevægge mod facader, der fortsat har forbindelse med oprindeligt murværk og derved virker som kuldebro i et muligt ændret klima (måske mere kritisk) ift. oprindeligt.

Udvendig efterisolering

Hvis der isoleres på ydersiden af murværket, vil både murværk og etageadskillelse komme ind på den lune side, samtidig med at kuldebroen ved etageadskillelser, vinduesfals og skillevægge er fjernet.

Dilemmaet ved denne sidste løsning er, at murværket dækkes af isolering og ny klimaskærm, hvilket ændrer bygningens visuelle udtryk. Derfor skal der søges den bedst egnede bygningsfysiske løsning for den aktuelle energirenovering, også ud fra et æstetisk perspektiv.

Udskiftning af vinduer

En tætning af bygningen, f.eks. udskiftning af vinduer, kan kræve fokus, da en tætning begrænser en tidligere ukontrolleret naturlig ventilation, som så skal etableres på anden vis, så der ikke sker fugtophobning fra personbelastning, madlavning, bad m.m.



Byggeriets udvikling – lovgivnings- og normændringer

Lovgivning

Den styrende lovgivning i byggeriet er bygningsreglementet (BR). Historisk har bygningsreglementet til formål at sikre såvel samfundsmæssige som den enkelte borgers interesser, idet der defineres minimumskrav til placering, geometri, indretning, materialekrav, funktionalitet, energiforbrug m.m. Siden bygningsreglementet blev introduceret er kravene til praktisk talt alle parametre skærpet, f.eks. kravene til brand, akustik, isoleringsevne, tilgængelighed og meget andet.

Et eksempel på markante ændringer i bygningsreglementet, der var drevet af samfundsinteresser, er ændringen af kravene til bygningsdeles isoleringsevner i forlængelse af oliekrisen i 1973, idet visse krav blev ca. fordoblet i BR77 i forhold til tidligere reglementer, ligesom andre krav blev indført som nye krav. Dette betød at visse konstruktions typer ikke længere kunne lade sig gøre, f.eks. massivt murværk af blokke.

I den omtalte periode (1935–1995) har bygningsreglementet været meget detaljebeskrivende, hvor f.eks. præcise opbygninger af 'gamle' bygningsdele er beskrevet minutøst i forhold til brandmodstandsevne, akustiske krav mm. Disse beskrivelser er siden starten af 2000'erne fjernet fra bygningsreglemen-

tet (lovgivning) og derfor henvises til vejledninger. Kendskab til forventninger til oprindelige konstruktionsopbygninger i ældre byggerier kan derfor hentes i det historiske arkiv af bygningsreglementer.

Normer og vejledninger

Bygningsreglementet er byggeriets lovgivning, mens der over tid har været normer og anden vejledning, som understøtter reglementet i dets forskellige versioner.

Normer er typisk konstruktionsnormer, som angiver metoder og værdier til at beregne og angive belastninger og metoder til eftervisning af bæreevnen af konstruktionerne med den sikkerhed, som samfundet har ønsket. Normer for last, sikkerhed, beton, stål, træ, murværk og geoteknik er med jævne mellemrum blevet revideret; typisk med nogenlunde samme syntaks som revisionerne af bygningsreglementet, idet normerne typisk er udgivet i perioden mellem bygningsreglementets revisioner. Den væsentlige ændring i tilgangen til konstruktionsberegninger skete omkring 1965, hvor beregningsmetoden skiftede til partielkoefficientmetoden, som i stor udstrækning anvendes også i dag, dog med justeringer. Dette betyder, at beregningssammenligninger før og efter 1965 kan være svær.



Ansøgning om byggetilladelse

Langt de fleste former for byggeri eller ombygninger kræver byggetilladelse. Det er derfor vigtigt, at du, ved at gennemgå bygningsreglementet, sætter dig ind i, om dit projekt kræver tilladelse eller ej. Hvis ombygning opføres uden behørig tilladelse, kan du risikere, at bygningen kræves bragt tilbage til oprindelig stand. Dette kan f.eks. kræves, når boligen skal sælges.

Når der skal søges byggetilladelse til renoveringen, kan det anbefales at have en rådgiver til at udarbejde ansøgningen hertil. Ud over tegninger og beskrivelser af byggeriet er der i de senere år kommet højere krav til dokumentation for brand og konstruktioner, også for enfamiliehuse.

Ved ansøgningen skal man indplacere byggeriet i brand- og konstruktionsklasser, som kræver forskellig dokumentation. Hvor et byggeri i brand- og konstruktionsklasse 1 ikke kræver brug af en certificeret rådgiver, så kræver brand- og konstruktionsklasse 2-4 det derimod. Her kan det give mening at søge rådgivning hos en rådgiver med erfaring og kendskab hertil.

EKSEMPEL:

Et enfamiliehus med højst 3 etager over terræn og højst én kælderetage og med et samlet etageareal på maksimalt 600 m² kan placeres i brandklasse 1. Men afviger byggeriet herfra, f.eks. med flere etager over terræn eller et større etageareal, så skal byggeriet placeres i en højere brandklasse. For konstruktionsklassen har højden af byggeriet, samt hvor stor en risiko der er ved svigt af konstruktionerne, betydning for, hvilken klasse byggeriet skal indplaceres i. Der kan henvises til bygningsreglementets beskrivelse af brand og konstruktionsklasser for mere viden herom.



Kend din bygning

Hvilken bygning står du overfor? Det har betydning for, hvordan du skal gribe en renovering an.

Hvordan en eksisterende konstruktion kan genbruges, og hvad man evt. bør være opmærksom på, afhænger blandt andet af den pågældende typologi, som er anvendt.

I denne del af guiden beskrives nogle af de mest almindelige typer af enfamiliehuse bygget inden for perioden 1930-1995, hvor der vurderes at være et godt potentiale for genbrug af de bærende konstruktioner.

Sammen med en beskrivelse af bygningstype får du forskellige gode eksempler på renoveringer med bevarelse af de bærende konstruktioner.

Læs om din bygningstype, og bliv inspireret af eksempler på renoveringsprojekter.

Enfamiliehuse 1930-95

Enfamiliehuse, såvel enkeltstående som rækkehuse, udgør en meget stor mængde af den danske bygningsmasse for boliger. Langt den største bygningsmasse blev opført i 1960'erne og 1970'erne, hvor typehuse (parcelhuse) i stor udstrækning prægede markedet.

Byggeriet af enfamiliehuse kan i grove træk opdeles i tre hovedgrupper:

1. 1½ plans-huse med eller uden kælder
2. 1 og 2 plans-huse med eller uden kælder med gitterspær
3. 1 og 2 plans-huse med eller uden kælder med fladt tag eller pulttag

Der findes selvfølgelig enkelte undtagelser, men langt hovedpar-

ten er beskrevet ved ovenstående. For hustype 1 og 3 kan siges, at de har eksisteret så længe, der er bygget enfamiliehuse, hvadend det har været på landet eller i by. Type 2 (gitterspær) er af relativt nyere dato (slut 1950'erne, start 1960'erne).

Bærende facader og indvendige bærende vægge var fra 1930'erne og noget tid frem generelt opført af mursten, indtil andre materialer indtog markedet. Bagmur af tegl blev over tid erstattet af mere isolerende og billigere produkter, som f.eks. moler blokke og letklinker/Lecablokke, da disse indtog markedet omkring 2. Verdenskrigs slutning. Lette ikke-bærende skillevægge kunne være udført af bræddevægge med påsømmet strå og kalkpuds, eller af vægge udført af slaggebeton (væg-

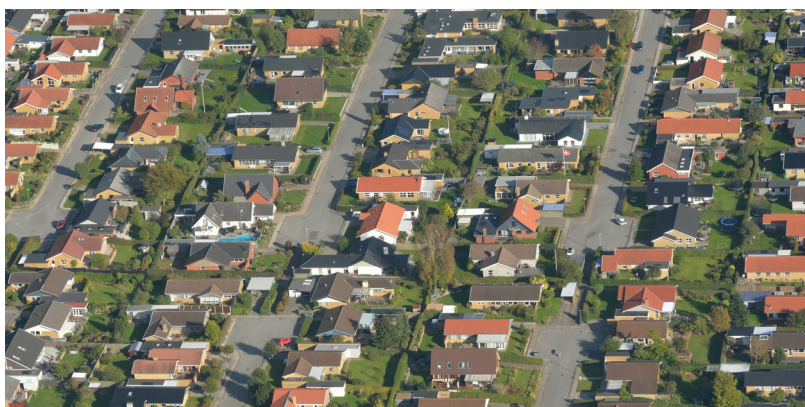
ge opført af blokke udstøbt med slaggeaffald fra kulkraftværker). Da den store bølge af typehuse indtog Danmark i 1960'erne og 1970'erne kom en stor iderigdom i opbygninger af facader og andre vægge, da pris og byggehastighed blev en væsentlig parameter. Generelt har skalmur været den foretrukne klimaskærm.

Byggesystemer

Som byggesystemer kan overordnet nævnes:

1. Massivt blokmurværk af 19-23 cm af porebeton blokke eller letklinkerblokke. Pudset eller malet. Hustype, som kunne opføre frem til BR77 trådte i kraft, hvorefter denne type byggerier forsvandt. Indvendige vægge af samme materiale som bagmur.

2. Bagmur af porebetonblokke, eller etagehøje (60 cm bredde) elementer og skalmur af mursten. Indvendige vægge af samme type som bagmur.
3. Bagmur og indervægge af letklinkerblokke og skalmur.
4. Helvægselementer af letbeton som indervægge og bagmur og teglsten som skalmur.
5. Større rækkehusprojekter blev også opført i helvægs betonelementer med tag af betonelementer.
6. Typehuse, som f.eks. OC-Huset, excellerede i typehuse udført af helvægs sandwichelementer, med bagmuren af elementet af letbeton med rumvægt på ca. 1600-1800 kg/m².
7. Helvægselementer af isoleret træskellet med indvendig spån-



Figur 2 - Den store bølge af typehuse indtog Danmark i 1960'erne og 1970'erne.

8. Skeletopbygning af træ som bagmur og indvendige vægge beklædt med spånplader eller gips.

Der kan også være andre kombinationer og klimaskærme, men ovenstående er meget sigende for byggesystemerne i perioden fra 1930-1995. Tages de største typehusproducenter i dag, så udføres disse næsten alle som 2.

1 ½ plans-huse

1 ½ plans-huse har en meget stor tradition, der strækker sig til langt før 1930'erne, da den oprindelige tagbelægning var stråtag, som krævede en relativ stejl taghældning, for at den kunne fungere. Senere blev tagbelægning afløst af lertegl, som også krævede stejle taghældninger. I byområder bliver disse 1 ½ plans-bygninger opført i stor stil bygget frem til 1940'erne og kaldes murer mestervillaer, mens man på landet så en del husmandssteder opført med statslån efter standardiserede tegninger og beskrivelser.

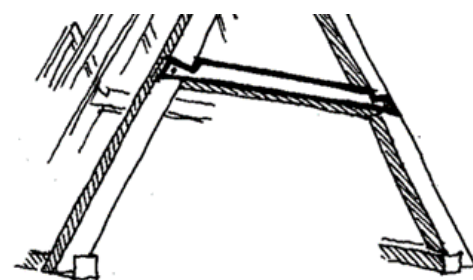
I forhold til konstruktionerne er det fælles for disse 1 ½ plans-huse, at de består af et træbjælkelag mellem stueplan og tagetage, som mellemunderstøttes af en langsgående væg nogenlunde midt

i bygningen. Taget etableres af A-spær, oftest med hanebånd, som understøttes af facaderne. Denne byggemåde anvendes principielt den dag i dag.

Tidligere var det normalt med halvvalme i gavlene. Frem til slutningen af 1960'erne blev etageadskillelse og spær normalt opført i fuldtømmer (kvadratisk træ på 5x5", 6x6" eller lign.), hvor spærene oftest stod med et sadelhak på langsgående remme, der kunne være kammet ned over bjælkelaget. Dette frigjorde muligheden for at have forskellige indbyrdes afstande for bjælkelag og for spær.

Denne løsning blev udfordret ved en storm i 1967, hvor der skete markante skader ved tagkonstruk-

tionernes tagfod, da spærene blev revet ned af remmen. Efterfølgende ændredes alle samlingsdetaljer for denne tagkonstruktion, men når denne bygningstype genbruges, skal opmærksomheden være på netop denne samling, som skal forstærkes.



Figur 3 - A-hanebåndsspær med spærfod, som blev anvendt frem til slutningen af 1960erne. (Illustration: Dansk Byggeskik)



1 ½ plans-huse, fortsat

Senere blev dimensionerne ændret til ½-tømmerdimensioner af optimeringshensyn for såvel spær som bjælkelag, f.eks. 3x6" (75x150 mm), 4x8" (100x200 mm) osv., men overordnet var det konstruktive system uændret, blot med mere fokus på fastholdelse ved samlingsdetalje, affødt af nævnte storm.

Senere, ved fabriksspærenes fremmarch i slutningen af 1970'erne, blev konstruktionen opbygget af spærtræ, som vi kender i dag (bredde på 45-50 mm), men stadig efter samme principper. Tagkonstruktioner og bjælkelag blev i meget stor udstrækning udført iht. tabeller fra fagskolerne indtil Træinformation i slutningen af 1950'erne begyndte at udgive pjecer og vejledninger om emnet.

Hvis der var kælder under bygningen, blev denne som oftest etableret med træbjælkelag, for senere op i 1960'erne og 1970'erne at kunne være udført som letklinkerdæk (Leca sandwichdæk) eller som pladsstøbt betondæk.



Vær opmærksom på!

Ved 1½ plans-huse kan de primære konstruktioner normalt bevares uden forstærkninger, så længe de oprindelige belastninger ikke, eller kun begrænset, overstiges. Dette forudsætter selvfølgelig at oprindelige egenskaber i videst muligt omfang bevares.

Der er normalt ikke krav til etageadskillelsernes **akustiske egenskaber**. Dæk mellem stue og 1. sal ændrer sjældent egenvægt, hvorfor dette relativt nemt kan bevares. Opmærksomheden skal dog henledes på, at bjælkelaget normalt er mellemunderstøttet, enten ved en langsgående væg eller bjælker. Denne funktion skal bibeholdes, uanset, hvordan en ændret indretning i stueplan sker.

Tagkonstruktionerne kan normalt også bevares uden omfattende tiltag. Opmærksomheden skal dog være på en eventuel ekstra last (egenvægt), hvis f.eks. der ønskes etableret fast undertag under et tegltag, eller hvis let tag (Eternit/tagpap eller lign.) udskiftes med tungt tag (tegl m.m.).

Undertag kan alternativt etableres med banevarer, som har en yderst begrænset egenvægt. Hvis tagkonstruktionen skal efterisoleres, kan man med fordel medregne de påføringer, som enten sættes på sider, over eller under eksisterende spær som forstærkning af tagkonstruktionen.

Samling ved tagfod skal sikres mod udskridning, idet samlingen ofte skal forstærkes.

Se i øvrigt tjekliste i afsnittet *Den gode proces*.

CASE

Transformation af parcelhus i 1½-plan fra 1940'erne

FØR



EFTER



FAKTA

- Opført i 1945
- Oprindelig anvendelse: Bolig
- Bærende konstruktion: Hulmur med både for- og bagmur i teglsten, kælder er udført i en blanding af tegl og beton
- Ny anvendelse: Bolig

Villaen var oprindeligt opført med en stueetage på 99 m² i grundplan og en disponibel kælder under, hvilket var blevet for trangt.

Samtidig betød den lille grundstørrelse, at der ikke var plads til en tilbygning, som kunne løse behovet

for mere plads. Arkitektens løsning var at tilføje et rum mere, en bedre forbindelse til udearealerne og en førstesal.

Det eksisterende tag var for lavt til at blive udnyttet til beboelse, hvorfor man forhøjede gavlene og skiftede taget for at skabe rum til to nye børneværelser forbundet af en repos hen over et dobbelthøjt rum. En anden af boligens udfordringer var utilstrækkeligt dagslys, hvilket blev løst med loft til kip, dobbelthøje arealer, tagvinduer og en ny kvist for at skabe en bolig med mere lys og luft.

Efter renoveringen har en ejendomsmægler vurderet huset og er nået frem til, at markedsværdien efter boligrenoveringen er steget med

mere end omkostningerne til selve renoveringen.

CO₂-besparelse

Ved at renovere frem for at rive ned og bygge nyt har man på den bærende konstruktion opnået en CO₂-besparelse på 89% sammenlignet med et tilsvarende nybyggeri. Hovedparten af besparelsen ses i, at de eksisterende mure er bevaret.

Bemærkning

Disposition måtte søges hos kommunen, da den eksisterende førstesal ikke var høj nok til at blive udnyttet til beboelse.

Læs mere om projektet



CASE

Transformation af parcelhus fra 1960'erne

FØR



EFTER



FAKTA

- Opført i 1960'erne
- Oprindelig anvendelse: Bolig
- Eksisterende bærende konstruktion: For- og bagmur i tegl
- Ny anvendelse: Bolig

Børnefamilien i dette vinkelhus på 121 m² fra 1960erne havde behov for mere plads, men ønskede ikke at gøre deres have mindre med en tilbygning.

Arkitektens løsning var her at tilføje en førstesal på dele af huset og etablere loft til kip med ovenlysvinduer

i den anden del af huset. Husets to eksisterende små kamre blev slået sammen til et nyt kontor og alrummet udvidet. Vinduer, døre og tag er skiftet, gulstensmuren pudset op og hele huset moderniseret. Renoveringen gav 70 ekstra kvadratmeter og skabte nogle lyse og åbne fællesarealer.

Den bærende konstruktion

Den oprindelige bygning er et gult murstenshus fra 1964 med en for- og bagmur i tegl. Den oprindelige stue havde et stort glasparti båret af stolper. Ved ombygningen har man lagt et bjælkelag ind over hovedparten af den eksisterende bygning i limtræsbjælker og etableret en førstesal under et nyt skråtag med afstivede gavle. Over den vinklede stue er der etableret loft til kip ved

at indlægge stålrammer og en kipdrager i limtræ.

CO₂-besparelse

Ved at renovering frem for nybyg har man opnået en CO₂-besparelse på 85 % ved at genbruge den eksisterende bærende konstruktion.

Bemærkning

Den eksisterende bygning kunne sagtens bære en ekstra etage, men hvor loftet blev løftet til kip, var der behov for ny forstærkning for at skabe det åbne rum. udnyttet til beboelse.

Læs mere om projektet



Huse med gitterspær

Huse med gitterspær har en tradition, der først starter i slutningen af 1950'erne, da tagbelægninger, såsom bølgeeternit, paptag og stålplader tillader lavere taghældninger.

I forhold til konstruktionerne er det fælles for disse huse med gitterspær, at de består af spær, der spænder fra facade til facade, og at der ikke var nogen mellemunderstøtning inde i huset.

De første generelle anvisninger for bygning af gitterspær blev udgivet af Træinformation i 1958 (Træ 3), hvor dimensioner af spærhoved, spærfod og tænger var angivet og hvordan det skulle samles.

Gitterspær var en optimering af trædimensionerne, da såvel

spærhoved (underlag for tagbeklædning), som spærfod (underlag for loft) bliver mellemunderstøttet i gitterspærets statiske system. Træinformation har gennem årene opdateret vejledningerne. Spærene har altid været designet til den aktuelle tagbelægning, idet der skelnes mellem let og tungt tag.

Let tag er typisk stålplader, paptag og bølgeeternit, mens tungt tag typisk er cementtagsten og lertegl, dvs. spærene er optimeret, så man grundlæggende ikke kan lægge tungt tag på en spærkonstruktion for let tag. Spærtypens gitre gør det praktisk talt umuligt at udnytte tagrummet til anden end oplag.

Gitterspær har siden implementeringen i slutningen af 1950'erne

været en fast bestanddel af byggeriet og principperne bruges den dag i dag, dog anvendes, som ved hanebåndsspærfag, spærtræ (45 mm bredde) og altovervejende som præfab.



Figur 4 - Hus med gitterspær.



Vær opmærksom på!

Ved huse med gitterspær kan de primære konstruktioner normalt bevares uden forstærkninger, så længe de oprindelige belastninger ikke, eller kun begrænset, overstiges. Dette forudsætter selvfølgelig at oprindelige egenskaber i videst muligt omfang bevares.

Tagkonstruktionerne kan normalt bevares uden omfattende tiltag. Opmærksomheden skal dog være på en eventuel ekstra last (egenvægt), hvis f.eks. der ønskes etableret fast undertag under et tegltag, eller hvis let tag (Eternit/tagpap eller lign.) udskiftes med tungt tag (tegl mm.).

Undertag kan alternativt etableres med banevarer, som har en yderst begrænset egenvægt.

Se i øvrigt tjekliste i afsnittet *Den gode proces*.

Huse med flade tage og håndtering af tagbelægninger

I slutningen af 1970'erne og i 1980'erne blev det moderne med flade tage med tagpap.

Denne løsning var designmæssigt populær og havde en simpel tagopbygning, som var prismæssigt konkurrencedygtig.

Design var tydeligt inspireret af Sydeuropa og amerikanske stater som Californien og Florida. I begyndelsen forventede man, at tagfladen kunne bygges helt vandret, og at tagpappen ville have tilstrækkelig robusthed og tæthed.

Det viste sig imidlertid, at Sydeuropa ikke har samme klima som Danmark, hvor vi over året har uendelige mange tø/frost overgange, som slider på samlinger og

overflader af tagpappen.

Dertil kom at afløb fra tagfladen typisk blev placeret praktisk ved en søjle eller lignende, som desværre også var det sted, som deformede mindst, hvorved det var mere reglen end undtagelsen, at dette punkt blev det højeste punkt, og derved stod der ofte vand på taget lang tid efter nedbør. Dette udfordrede tagbelægningen ved tø-/frostovergangene.

Mange tage er efterfølgende blevet ændret, så der er fald på taget. I forbindelse med normsættet omkring 1984 og de tilhørende bygningsreglementer blev det fastslået, at 'alle vandrette overflader skal udføres med fald'. Minimumsfald blev ved den lejlighed fastlagt at

skulle være mindst 1:40, dvs. 2,5 cm/m og fald ved skotrendeopbygning 1:100, dvs. 1 cm/m. Disse regler er gældende den dag i dag.

Tagbelægninger

Eternitplader (asbestplader) blev udrullet i stor volumen i samme takt som det store boom af enfamiliehuse i 60'erne og 70'erne. I samme periode kom betontagsten også frem som alternativ til lertagsten.

Tagpap tog med de flade tage også deres del af markedet.



Vær opmærksom på!

Huse med flade tage og pulttage

De primære konstruktioner kan normalt bevares uden forstærkninger, så længe de oprindelige belastninger ikke, eller kun begrænset, overstiges. Dette forudsætter selvfølgelig at oprindelige egenskaber i videst muligt omfang bevares.

Tagkonstruktionerne kan normalt bevares uden omfattende tiltag. Opmærksomheden skal dog være på en eventuel ekstra last (egenvægt), hvis f.eks. der udlægges ekstra tagpap eller laves tagterrasser.

Se i øvrigt tjekliste i afsnittet *Den gode proces*.



Vær opmærksom på!

Tagbelægninger

Tagsten af ler eller beton kan normalt udskiftes og bortskaffes uden yderligere tiltag.

Naturskiffer kan overordnet behandles som tagsten. **Eternittage af asbestholdigt materiale** skal demonteres og deponeres efter strenge forskrifter, som skal følges, uanset om det gøres som privatmand eller som håndværker.

Tagpap, særligt ældre typer, kan indeholde tjærestoffer, som skal bortskaffes med lempe.

Se i øvrigt tjekliste i afsnittet *Den gode proces*.




For dig der vil vide mere

Ønsker du at blive endnu klogere på renovering med genbrug af bærende konstruktioner?

Nedenfor har vi samlet en række relevante hjemmesider, vejledninger, eksempler mv., som kan være relevante at læse, hvis du ønsker at vide mere om genbrug af bærende konstruktioner.

På sidste side finder du desuden litteraturlisten, hvor du også kan dykke mere ned i dokumentationen for denne guide, hvis du ønsker at vide mere.

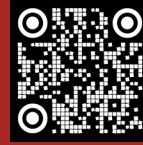
Vi håber, du kan bruge både guiden og den udarbejdede samling af yderligere information, så vi sammen kan lykkes med at genbruge endnu flere bærende konstruktioner, end vi gør i dag.



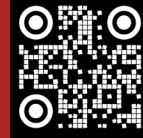
Få endnu mere viden om renovering og genbrug af bærende konstruktioner!

Regler, byggemetoder og databaser

Bygningsreglementet



Videncentret Bolius



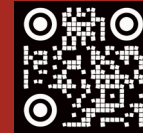
Dansk Byggeskik



Danske Bygningsmodeller



Byggeguide for fredede og
bevaringsværdige bygninger



Videncenter for Cirkulær Økonomi



Bygnings- og Boligregistret (BBR)



Filarkiv - arkiv over tidligere byggesager



Undersøgelser & beregninger

Helhedsvurdering ved reovering



BUILD levetidstabel



Klimapotentialet ved reovering kontra nedrivning med nybyg



Miljøfarlige stoffer

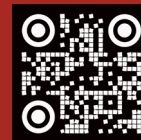
Affaldsbekendtgørelsen



Vejledning om PCB-holdigt affald i byggeriet



PCB-guiden



Kortlægning af brancher, der anvender PFAS

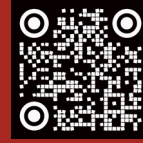


Renover sikkert

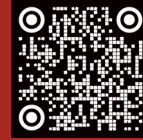


Inspiration & cases

Kulturarv – Eksempler på bæredygtige renoveringer, restaureringer og transformationer med økonomisk, social og miljømæssig merværdi



Arkitektur med merværdi



Litteraturliste

Astrup, T.F., Butera, S., Draborg, S. & Hvenegaard, C. (2021): Energiefektivisering – Vurdering af konsekvenser for energi, økonomi og miljø i et livscyklusperspektiv. Udarbejdet af Teknologisk Institut for Forenet Kredit

Birgisdóttir, H. & Rasmussen, F.N. (2015): Livscyklusvurdering af større bygningsrenoveringer. Miljømæssige konsekvenser belyst via case-studier. SBI 2015:29

Eberhardt, L., Garnow, A., Birgisdóttir, H., Rose, J. & Kragh, J. (2022): Klimapotentialet ved renovering kontra nedrivning med nybyg. BUILD Rapport 2022:37

Indenrigs- og Boligministeriet (2021): National strategi for bæredygtigt byggeri. Lokaliseret på: <https://im.dk/Media/637787884257325807/National%20strategi%20for%20b%C3%A6redygtigt%20byggeri-a.pdf>

Københavns Kommune (2015): Vejledning om PCB-holdigt affald i byggeriet. Lokaliseret på: <https://shorturl.at/jEGY0>

Nilsson, M.S., Høiby, L. & Maagaard, S. (2023): Emissionsfaktorer – El, fjernvarme og ledningsgas 2025-2075. Udarbejdet af Artelia A/S for Social- og Boligstyrelsen.

Social- og Boligstyrelsen (2023): 'Cases – Eksempler på genbrug af bærende konstruktioner' (Social- og Boligstyrelsen, 2023). Udarbejdet af ABC Rådgivende Ingeniører og Teknologisk Institut.

Strateginetværk for Bæredygtigt Byggeri (2023): Roadmap for udvikling af metode til beregning af bygningers klimabelastning

Sørensen, L. & Mattson, M. (2020): Analyse af CO₂-udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg. Renovering på dagsordenen. Udarbejdet af Rambøll for branchepartnerskabet Renovering på Dagsordenen

Tozan, B., Brisson Jørgensen, E. & Birgisdóttir, H. (2021): Klimapåvirkning fra 60 bygninger: Opdaterede værdier baseret på nyere data og danske EPD'er. BUILD Rapport 2021:13

Om

Guide til genbrug
af bærende konstruktioner
– til den private bygningsejer

Denne guide giver et overblik over den gode proces, og hvilke spørgsmål man skal forholde sig til, når man planlægger en renovering med genbrug af de bærende konstruktioner.

Guiden beskriver desuden typiske enfamiliehuse i perioden 1930–95 og giver forskellige gode eksempler på renoveringer med genbrug af de bærende konstruktioner.

Guiden er målrettet private bygningsejere.

Guiden er udformet af Teknologisk Institut og ABC RådgivendeIngeniører og udgivet af Social- og Boligstyrelsen.