

# Den gode dokumentations- proces for genbrugsmaterialer



Denne publikation er udarbejdet på baggrund af rapporten ”Den gode dokumentationsproces for genbrugsmaterialer”, der er udgivet af Social- og Boligstyrelsen i 2023.

Rapporten med tilhørende bilag er udarbejdet af Nina Koch-Ørvad (Værdibyg), Helle Vibeke Andersen, Jørgen Munch-Andersen, Stefan C. Gottlieb og Endrit Hoxha (BUILD – AAU) samt Sigrid Sturlason og Mikael Weiling (Artelia).

Rapporten med tilhørende bilag findes på [www.sbst.dk](http://www.sbst.dk).

#### **Tekst og redaktion**

Nina Koch-Ørvad (Værdibyg)

#### **Foto**

Forside: Lendager, Jørn Kiesslinger

Side 2: Arkitektfirmaet NORD

Side 8 og 11: Torben Eskerod

Side 12 og 15: ATP Ejendomme

Side 28: Jonathan Weimar

Side 29: Inhouse Studios

#### **Layout**

BGRAPHIC

København

Oktober 2023



Den gode dokumentationsproces	1
Indledning og baggrund for publikationen	3
Analyse af materialers ”genbrugspotentiale”	4
Cases	7
Katrinedals Skole	9
Nordeas gamle domicil	13
Tschernings kontorudvidelse	17
Anbefalinger på tværs af cases	20
Afrunding – om det muliges kunst	28

# Den gode dokumentationsproces

Genbrug af byggematerialer spiller en afgørende rolle for at byggebranchen markant kan reducere sit ressourceforbrug, affaldsproduktion og CO<sub>2</sub>-udledning. Men der er fortsat lang vej fra de enkeltstående pilotprojekter, vi ser i dag, til at genbrug bliver en naturlig og integreret del af mainstream-byggeriet.

Med genbrugte byggematerialer følger også en høj grad af usikkerhed om materialets egenskaber, restlevetid, indhold af problematiske stoffer m.v., idet materialets historik og påvirkning over tid i langt de fleste tilfælde er ukendt. Denne usikkerhed er svær for såvel bygherrer som rådgivere og udførende at håndtere, og det betyder ofte, at byggeriets aktører fravælger genbrugte materialer.

Den rette dokumentation af genbrugsmaterialers egenskaber vil bidrage til at nedbryde usikkerhedsbarrieren og således være afgørende for at understøtte mere genbrug i byggeriet. Spørgsmålet er så hvad ”den rette dokumentation” er, og hvordan den tilvejebringes og anvendes igennem byggeprocessen.

Denne publikation har til formål at vise vejen for den gode dokumentationsproces for byggeprojekter med genbrugsmaterialer. Publikationen tager afsæt i den best practice, der findes i byggebranchen i dag og fremhæver de gode – og dårlige – erfaringer, som udvalgte praktikere har gjort sig gennem deres arbejde med dokumentation af genbrugte materialer. Hermed videregives viden, inspiration og anbefalinger til de mange praktikere, der gerne vil arbejde med genbrug, men som synes det er svært.

Publikationens målgruppe er således bygherrer, rådgivere, entreprenører og leverandører, der ønsker ny viden og praksisbaserede handlingsanvisninger til, hvordan dokumentation af genbrugsmaterialer kan tilvejebringes og anvendes.

Værdibyg, 2023







# Indledning og baggrund for publikationen

Denne publikation tager afsæt i en rapport<sup>1</sup>, der er initieret og udgivet af Social- og Boligstyrelsen som et vidensbidrag til National Strategi for Bæredygtigt Byggeri<sup>2</sup>. Rapporten er udarbejdet af Værdibyg, BUILD – AAU og Artelia og har til formål at give et indblik i de udfordringer og løsninger, der er forbundet med dokumentation af genbrugsmaterialer. Rapporten består af tre dele: En analyse, otte casebeskrivelser samt en samling anbefalinger og gode råd.

Publikationen er tænkt som en forkortet version af rapporten med et ønske om at skabe inspiration og konkret vejledning til de mange af byggeriets praktikere, der ønsker at bygge med genbrugsmaterialer. Derfor er fokus i publikationen især på de anbefalinger og gode råd, som rapporten opstiller på baggrund af de otte cases, supplerende interviews, workshop m.v. Indledningsvist opsummerer publikationen kort hovedpointerne fra rapportens analyse og gengiver derefter tre casebeskrivelser.

Ønsker man som læser at vide mere om genbrugs-, skalerings- og bæredygtighedspotentialer ved forskellige materialer, kan man dykke ned i rapporten. Her finder man også yderligere inspiration fra cases, hvor det er lykkedes at genbruge materialer i konkrete byggerier.

## Dokumentationsprocessen i fokus

I publikationen er der et specifikt fokus på dokumentation af genbrugsmaterialer som en af de centrale barrierer for mere genbrug, som byggebranchens aktører møder i dag. Der er mange andre faktorer, der udfordrer genbrug af materialer i byggeriet, men denne publikation fokuserer altså udelukkende på dokumentationsprocessen.

## DEFINITION AF BEGREBER I DENNE PUBLIKATION

**Genbrug:** Når produkter eller materialer bruges igen til samme formål, som de var udformet til, f.eks. mursten der bruges som en mursten. Begrebet dækker her også over byggematerialer, som anvendes i en ny funktion, uden at materialet er forandret, f.eks. tagsten, der anvendes til facadebeklædning. Genbrug af bærende konstruktioner på stedet (renovering og transformation) betragtes ikke i denne publikation.

**Genanvendelse:** Når materialer bliver forarbejdet og derefter indgår i produktionen af nye byggevarer eller -materialer f.eks. træ, der genanvendes til spånpladeproduktion. Genanvendelse betragtes ikke i denne publikation.

**Genbrugsmaterialer:** Begrebet anvendes her for genbrug af både materialer (f.eks. træ) og byggevarer (f.eks. betonelementer).

**Case:** En case forstås i denne sammenhæng som et konkret, dansk byggeprojekt, der som minimum har opnået byggetilladelse (eller som er på et tilsvarende stadie, hvis byggetilladelse ikke er påkrævet) og som på sikker, sund og lovlig vis har anvendt et genbrugsmateriale.

**Dokumentation:** Delbare, specifikke oplysninger om genbrugsmaterialers egenskaber, herunder hvordan de håndteres, indbygges m.v., benævnes dokumentation. Det kan både være oplysninger på skrift, tegningsmateriale eller fysiske modeller (f.eks. mock-ups).

**Dokumentationskrav:** De krav, der stilles til at få eftervist forskellige egenskaber ved genbrugsmaterialet. Her betragtes både krav fra myndigheder, procesmæssige krav og krav fra bygherren eller andre involverede aktører.

**Dokumentationsprocessen:** En samling af hændelser i løbet af byggeprocessen, hvor særlige krav til dokumentation af genbrugsmaterialet opstår og hvor selve dokumentationen udarbejdes.

1 Find rapporten "Den gode dokumentationsproces for genbrugsmaterialer" samt tilhørende bilag, analyser m.v. på [www.sbst.dk](http://www.sbst.dk)

2 Læs National Strategi for Bæredygtigt Byggeri på [www.im.dk](http://www.im.dk)

# Analyse af materialers ”genbrugspotentiale”

Analysen, som kan læses i sin helhed i rapporten og dertilhørende bilag,<sup>3</sup> har bl.a. til hensigt at fastlægge, hvilke materialer der har størst ”genbrugspotentiale”. Det er altså de materialer, der kan nedrives i stort omfang, som er efterspurgt i nutidigt og fremtidigt byggeri og hvor der spares betydelig CO<sub>2</sub>e ved at genbruge dem.

## Genbrugs- og skaleringspotentiale

De byggematerialer, der har størst potentiale for at kunne genbruges i stort omfang, skal være:

- At finde i store mængder i de bygninger, der typisk rives ned i dag og fremover.
- Mulige at demontere og udtage forholdsvis nemt.
- Efterspurgte i fremtidige byggeprojekter.

For at kunne vurdere dette skal der både skeles til byggeskik gennem tiden, forskellige materials genbrugspotentiale, prognoser for nedrivning og behovet for materialer i fremtidigt byggeri.

## Forskellige tiders byggeskiks indvirkning på genbrugsmuligheder

Der er stor forskel på de eksisterende byggeriers indhold af materialer, og genbrugspotentialet af disse er afhængig af, hvilken tidsperiode og dermed hvilken byggeskik de er opført i:

### Før 1950

- Bygningerne indeholder store mængder mursten, træ og tagsten.
- Materialerne er forholdsvis lette at udtage og genbruge, bl.a. fordi der er anvendt ren kalkmørtel til murværket, som muliggør at murstenene kan adskilles og afrenses.

### 1950-1977

- Potentielle genbrugsmaterialer fra bygninger i denne periode omfatter beton, gulvbrædder, træ i tagkonstruktioner og tagsten.
- Materialerne har ofte et lavt genbrugspotentiale, bl.a. fordi der anvendes mørtel med mere cement og fordi der introduceres PCB som blødgørere i fugemasse.

### Efter 1977

- Bygningerne består overordnet set af beton, stål og glas.
- Materialernes genbrugspotentiale er bedre, da de indeholder færre kendte miljø- og sundhedsskadelige stoffer. Til gengæld er bygningerne præget af høj teknisk kompleksitet, og antallet af forskellige materialer øges, hvilket komplicerer nedrivnings- og udtagningsprocessen.



## Hvilke materialer kan genbruges?

Det er ikke alle materialer, der indgår i et byggeri, der har lige stort potentiale for genbrug. Her gennemgås kort genbrugspotentialerne og overvejelser ifm. udvalgte materialer.

### Mursten

- Simple at genbruge, men de skal have styrke og holdbarhed (frostfasthed), hvis de skal anvendes i skalmure, som størstedelen af mursten i nybyggeriet anvendes til.
- Man være opmærksom på, at kun omkring en tredjedel af murstenene i et traditionelt byggeri har været eksponeret for vejrlig. Resten kan være 'bagmursten', der er brændt mindre hårdt, og derfor måske ikke er egnede til skalmure eller klimaskærm.

### Træ

- Konstruktionstræ kan genbruges til nye bærende konstruktioner, men det er vanskeligt at fastlægge træets styrke.
- Mængden af genbrugstræ med dimensioner, der gør det egnet som konstruktionstræ, vurderes meget lille ift. behovet i nybyggeriet<sup>4</sup>.
- Gulvbrædder er simple at genbruge.

### Tagsten

- Tagsten af tegl kan genbruges, hvis de er ubeskadigede.
- Den største mængde potentielle genbrugstagsten kommer ikke fra nedrivninger, men fra tagudskiftninger, hvor mange af stenene stadig vil være brugbare.

### Beton

- Der genbruges i dag stort set kun præ-fabrikerede betonelementer og ikke f.eks. støbte fundamenter.
- Der er på nuværende tidspunkt ikke en gængs praksis for, hvordan betonelementer genbruges.

### Andre materialer

- Industri- og avlsbygninger indeholder ofte stålkonstruktioner eller større trækonstruktioner, men den samlede mængde er beskedent. Dokumentation af svejsninger vil blive et problem, så valsede stålprofiler er mest oplagt til genbrug.
- Vinduer er svære at genbruge i nybyggeri, fordi isoleringsegenskaberne ikke er tilstrækkelige til at opfylde dagens krav. En del anvendes i stedet til sekundært byggeri.

## Hvor meget river vi ned?

Det estimeres, at der årligt nedrives 1,7 mio. m<sup>2</sup> byggeri, hvilket svarer til 0,2 % af det samlede bygningsareal. Fra de nedrevne bygninger skønnes det, at følgende mængder ressourcer årligt har potentiale for genbrug:

- 100 mio. stk. mursten
- 50.000 m<sup>2</sup> tagsten
- 40.000 m<sup>3</sup> konstruktionstræ
- 0,5 mio. ton beton over sokkelhøjde.

<sup>4</sup> Samlet skønnes mængden af konstruktionstræ til genbrug at ligge omkring 40.000 m<sup>3</sup>/år. Til sammenligning anvendes der årligt ca. 1,3 mio. m<sup>3</sup> træ i byggeriet med en stigende tendens.

## Hvad er behovet for materialer i fremtidigt byggeri?

En prognose viser, at det i høj grad er beton, der kommer til at blive anvendt i byggerier fremover, bl.a. fordi beton både indgår i terrændæk, etagedæk, fundament og ydervægge.

### Bæredygtighedsvurdering

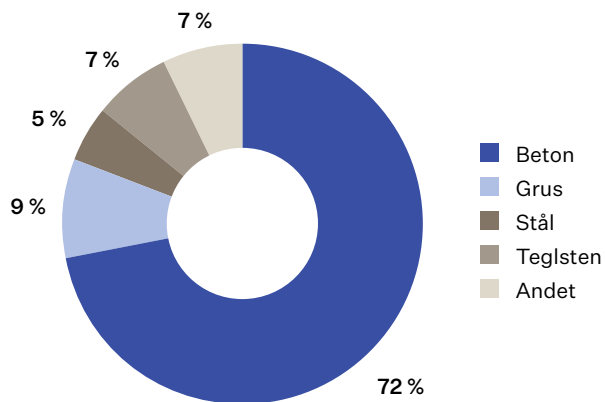
Baseret på prognosens fremtidige materialebehov kan der opstilles en top-5 over materialer med det største Global Warming Potential (GWP).

Beton er det mest anvendte materiale i fremtidige bygninger, og det har også det højeste globale opvarmingspotentiale med et bidrag på 31 %. Isolering har det næsthøjeste GWP, men der er endnu ikke gængs praksis for at genbruge isolering.

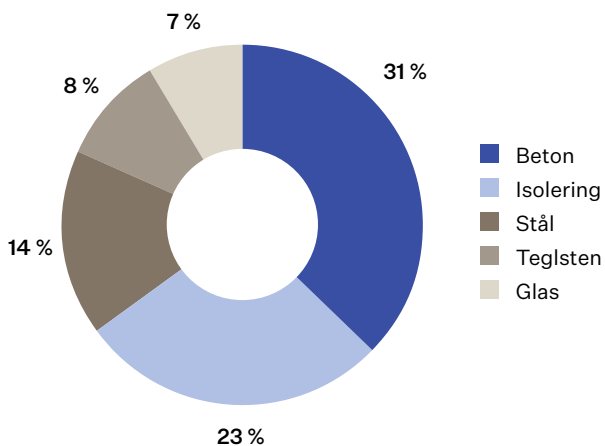
### De fire materialer med størst ”genbrugspotentiale”

Set på tværs af analysens mange pointer, konkluderes det her, at mursten, træ, tagsten og beton har størst ”genbrugspotentiale”. Herunder er angivet, i hvor store mængder de fire materialer skønnes at kunne genbruges årligt, samt den potentielle årlige CO<sub>2</sub>e-reduktion ved at erstatte nye produkter med genbrugte materialer.

	Skønnet mængde med genbrugspotentiale pr. år	Sparet CO <sub>2</sub> -udledning ved genbrug pr. år
Mursten	100 mio. stk.	50.000 t CO <sub>2</sub> e
Træ	40.000 m <sup>3</sup>	2.000 t CO <sub>2</sub> e
Tagsten	50.000 m <sup>2</sup>	750 t CO <sub>2</sub> e
Beton	250.000 m <sup>3</sup>	100.000 t CO <sub>2</sub> e



Estimeret fordeling af fremtidige materialebehov ift. materialetype



Fordeling af GWP ift. materialer i fremtidigt byggeri

# Cases

I det følgende er gengivet tre ud af de i alt otte cases, som rapporten beskriver. En case forstås her som et byggeprojekt, der er lykkedes med – eller er ved at lykkes med – at implementere et genbrugsmateriale i det endelige byggeri. Det er en forudsætning i casene, at genbrug af byggematerialer er håndteret på en miljømæssig og økonomisk såvel som sundheds- og sikkerhedsmæssig forsvarlig måde. I en case følges ét specifikt genbrugsmateriale med fokus på at kortlægge det aktuelle materiales dokumentationsproces, dvs. de udfordringer og løsninger, der har relateret sig til dokumentation af genbrugsmaterialets egenskaber.

## FAKTORER BELYST I CASENE

For at komme bredt rundt om de udfordringer, der typisk vil opstå ifm. dokumentation af genbrugsmaterialer, er der i casene sat fokus på en række udvalgte faktorer:

- Hvilket materialer genbruges
  - mursten, træ, tagsten eller beton?
- Hvilken bygningstype er der tale om
  - primært eller sekundært byggeri?
- Hvordan anvendes genbrugsmaterialet
  - som bærende konstruktion, til ind- eller udvendig beklædning, eller som tagdækning og ikke-bærende?

Disse faktorer er væsentlige at belyse, fordi det oftest er dokumentation af genbrugsmaterialets bæreevne og brandegenskaber, der giver udfordringer. Dokumentationskravene afhænger af typen af genbrugsmateriale og dets nye anvendelse, især om der er tale om sekundære eller primære bygninger. Typisk kan dokumentationskravene være mere lempelige ved sekundære bygninger end ved anvendelse i primære bygninger, hvis byggeriet er under 50 m<sup>2</sup>.

I rapporten er følgende cases beskrevet:

Mursten	<b>Katrinédals Skole</b> Børnehuset Svanen
Træ	<b>Nordeas gamle domicil</b> Upcycling Orangeri #1 Næste skure
Tagsten	Made in Aarhus
Beton	Upcycling Orangeri #2 <b>Tscherning kontorudvidelse</b>

De tre cases, som beskrives i denne publikation (herover markeret med fed), er udvalgt så de dækker bredt over de forskellige faktorer, som er i fokus i casene. Har man lyst til mere inspiration, kan det anbefales at læse de resterende cases i rapporten.





# Katrinedals Skole

Katrinedals Skole i Vanløse skulle ifm. en helhedsrenovering udvides med nye tilbygninger. Arkitekten ønskede tilbygningen udført med respekt for arkitekturen af de oprindelige, bevaringsværdige bygninger på matriklen.

## Genbrugte mursten uden deklaration

Det var et ønske fra arkitekten at benytte genbrugsmursten til facaderne på de nye bygninger for at opnå et facadeudtryk, der lagde sig op ad de oprindelige bygninger. Genbrugsmurstenene kom bl.a. fra et nedrivningsprojekt på Bispebjerg Hospital.

Det var på daværende tidspunkt ikke et krav fra bygherre, at der skulle benyttes genbrugte mursten. Ifølge arkitekten var der ikke meget præcedens for at benytte genbrugsmursten på tidspunktet for projektet. Derfor var der fælles interesse fra projektparterne i at arbejde med genbrugskonceptet og sætte nye fælles standarder.

### FAKTA OM PROJEKTET

**Bygningsanvendelse:** Skole  
**Bygherre:** Københavns Kommune  
**Lokation:** Vanløse  
**Byggeperiode:** 2013-2017

**Genbrugsmateriale:** Mursten  
**Bygningstype:** Primær  
**Anvendelse:** Udvendig beklædning

**Interview:**  
JJW Arkitekter (totalrådgiver/arkitekt)  
Gamle Mursten ApS (leverandør)

## Tillid til tradition og kvalitet

Gamle Mursten stod som materialeeksperten og rådgav om udvælgelsesproces og behandling af genbrugsmurstenene samt vurdering af risici. Ifølge JJW Arkitekter foregik den grove frasortering af ikke genbrugsegnete mursten ved nedrivningsprojektet på Bispebjerg Hospital. Derefter udførte man en stikprøvekontrol på et udpluk af oplaget for at teste styrkemæssige egenskaber – en procedure baseret på en BYG-ERFA-vejledning. Det var en accepteret risiko, at der ikke kunne laves kontrol med samtlige genbrugte sten.

Det blev arkitektens prioritering at finde en rådgiver, der kunne projektere opmuringen med kalkmørtel. Ønsket var at gå helt bort fra funktionsmørtel, ”som typisk er så stærkt, at man nærmest ikke behøver at regne på det”. Med kalkmørtel ville det blive en mulighed både at sikre en nænsom adskillelse i slutningen af byggeriets livstid og samtidig også give mulighed for nemt at udskifte enkelte mursten, hvis de skulle forvitte. Anvendelsen af kalkmørtel ville altså ifølge arkitekten opveje for den manglende produktgaranti for murstenene.

Ifølge Gamle Mursten blev genbrugsmurstenene en bygherrelevance, hvilket betyder, at bygherren tog fuldt ansvar for produktet og montagen. Der er gammel tradition for teglproduktion i Danmark, og der er generelt tillid til råstofophav, produktkvalitet og til de forhold (vejrlig og miljømæssigt), som murstenene har været udsat for, før de genbruges. Derfor kan det være nemmere for bygherre at acceptere manglende dokumentation for materialebeskaffenhed på et relativt homogent materiale som mursten i modsætning til andre byggevarer.

Og netop fordi mursten er så homogene i geometri og materialesammensætning, har det også været muligt at udvikle en standardiseret mærkning for genbrugsmursten med Gamle Mursten i spidsen. CE-mærkede genbrugsmursten er siden projektet på Katrinedals Skole blevet en normalitet på markedet.

## Entusiasme og mod til at gå forrest

Spørger man Gamle Mursten, må best practice på dette projekt (og alle projekter med genbrugsmursten i øvrigt) være bygherrens entusiasme og mod til at påtage sig produktansvar og at gå forrest med at stille krav til, at alt murværk i deres portefølje så vidt muligt skal være med genbrugsmursten og opmures med kalkmørtel for ressourcebevidst disassembly.

JJW Arkitekter stemmer i og tilføjer, at genbrugsmursten og kalkmørtel hænger uløseligt sammen, netop fordi brugen af kalkmørtel kompenserer for den manglende viden om stenenes egenskaber.

Ifølge JJW Arkitekter handler det også om at engagere og aktivere sine underrådgivere og leverandører tidligt i projektet. Leverandørens særlige viden er ofte indgående og man kan få en del ud af at lade leverandøren følge projektet og de tekniske løsninger tæt.

**Situationen i dag er en helt anden end ved projektet på Katrinedals Skole. Den nye situation er den ”rigtige” situation. Alle gamle sten, vi anvender til nyt byggeri, er CE-mærket, så der er sådan set ikke nogen udfordring med dokumentation længere.**









# Nordeas gamle domicil

Nordeas tidligere domicil, Christiansbro, er et ejendomskompleks, der ligger ved Københavns Inderhavn. Ifm. genudlejningen til en større dansk virksomhed, igangsatte ejer og bygherre, ATP Ejendomme, en større istandsættelse af ejendommen.

## Knirkende egetræsparket

Som en del af istandsættelsen skulle det oprindelige parketgulv renoveres, idet brugen gennem årene havde gjort, at gulvkonstruktionen knirkede. Bygherren besluttede derfor, at de ca. 5.000 m<sup>2</sup> egetræsgulv skulle udskiftes. Ud fra et bæredygtighedsaspekt ønskede ATP Ejendomme at få afdækket hvilke muligheder, der var for at genanvende det massive egetræsgulv.

### FAKTA OM PROJEKTET

**Bygningsanvendelse:** Kontor

**Bygherre:** ATP Ejendomme

**Lokation:** København

**Byggeperiode:** 2022-23

**Genbrugsmateriale:** Træ

**Bygningstype:** Primær

**Anvendelse:** Indvendig beklædning

### Interview:

ERIK Arkitekter (rådgiver/arkitekt)

ATP Ejendomme (bygherre)

Trægulvet fejlede i princippet ikke noget, udover at den oprindelige gulvkonstruktion ikke var hensigtsmæssig ift. brugen. På baggrund af ATP Ejendommens ønske, foreslog ERIK Arkitekter, at man kunne forsøge at pille gulvet forsigtigt op og genmontere det på en anden måde, der var bedre afstemt med brugen. At genbruge gulvet gav også en tidsmæssig fordel i projektet, idet der i den pågældende periode, efteråret 2022, var forsyningsproblemer med nye egetræsgulve.

## Udløbet garanti

Der var tale om et egetræsparketgulv af høj kvalitet, som var lagt på strøer og sømmet i feren. Sømmet sled træets underside og slog flager af, hvorfor en ny læggete metode skulle besluttes.

Da der var tale om genbrug af et mere end 20 år gammelt gulv, var det ikke muligt at fremskaffe en ny montagevejledning fra gulvproducenten.

Hverken rådgiverne eller entreprenørerne på projektet havde erfaring med genlægning af genbrugsmaterialer, så de havde svært ved at rådgive om en alternativ lægge metode. Derfor blev Teknologisk Institut hyret ind som specialist for at finde en ny læggete metode. Ifølge ERIK Arkitekter blev der brugt lang tid med at drøfte mulighederne, mens der også var meget dialog om, hvem der skulle levere montagevejledning og dermed påtage sig ansvaret for udførelsen.

Parterne blev enige om at lave en 20 m<sup>2</sup> mock-up af en udtænkt teknisk løsning. Her kunne man pille gulvet forsigtigt op og genlægge gulvet på et nyt undergulv.

På baggrund af den udførte mock-up og ikke mindst de afledte drøftelser mellem parterne, nåede man frem til en ny læggete metode, ligesom det blev besluttet, at de genbrugte parketstave indgik som en bygherreleverance.



## Hvem skal tage ansvaret?

Den primære barriere for at nå i mål med genbrug af trægulvet på dette projekt var ifølge ERIK Arkitekter, at de som rådgivere blev bedt om at påtage sig ansvar for løsningen pga. de aftaleforhold, man normalt arbejder under.

## Mock-up som dialogværktøj

ERIK Arkitekter mener, at løsningen på udfordringerne endte med at være banal. En mock-up af det nye gulv var et simpelt værktøj til at teste funktion og form. Men det betød også noget, at trægulvet var fra bygherrens eget materialeoplag. Gulvet havde ligget i bygningen, fra det var helt nyt, så bygherren havde vished om oprindelse og den påvirkning, gulvet havde været under i dets levetid. Dette var væsentligt i bygherrens interne risikovurdering af leverancen og for at nå i mål med genbrugskonceptet.

**Der er kommet en tradition for, at man udfører alt efter leverandørens anvisninger – men der er ikke nogen leverandør, når man laver genbrug.**







# Tschernings kontorudvidelse

## Genbrug egne materialer

Tscherning A/S er i gang med at bygge nye kontorlokaler som tilbygning til deres domicil i Hedehusene. Lokalerne bygges i en eksisterende værkstedshal, der støder op til den oprindelige bygning. Byggeriet består af en indskudt konstruktion i to etager inde i værkstedshallen. Dertil ombygges hallens facader med vinduesåbninger.

Det er Tschernings ønske at eksperimentere med projektet. Som nedrivningsentreprenør har Tscherning adgang til et stort materialekatalog og ambitionen er at genbruge så meget af deres eget eksisterende materialeoplæg som muligt.

## Beton af mange støbninger

Tscherning fortæller ved en rundvisning i det igangværende projekt, at den indskudte konstruktions bærende dele består af betonelementer, der er skåret ud fra nedrivningsprojekter og ført direkte over i byggeprojekt. Dette er udført ved at skære elementerne op i armeringsfugen. Nogle af elementerne er huldæk, der er sat på højkant som skillevægge, hvorefter hullerne er udstøbt. Der er også nye in-situ støbte betondæk lavet med nedknust beton.

### FAKTA OM PROJEKTET

**Bygningsanvendelse:** Kontor

**Bygherre:** Tscherning A/S

**Lokation:** Hedehusene

**Byggeperiode:** Igangværende

**Genbrugsmateriale:** Beton

**Bygningstype:** Primær

**Anvendelse:** Bærende konstruktion

### Interview:

Tscherning (bygherre/entreprenør)

AKI Rådgivning (rådgiver)

## Dokumentation og myndigheder

Projektet har en certificeret statiker tilknyttet, som Tscherning har en tæt dialog med om beregningerne, og ifølge Tscherning ser statikeren muligheder frem for begrænsninger.

AKI Rådgivning, som står for de statiske beregninger, fortæller, at der ikke er nogle af de genbrugte betondele, der er kritiske ift. gældende materialekrav for de bærende konstruktioner.

AKI Rådgivning er ikke færdig med de egentlige statiske beregninger, der skal medsendes sluteklæringen. Derfor kan den konkrete dokumentationsproces ikke beskrives nærmere.

## In-situ planlægning

I dette projekt har man generelt set muligheder frem for udfordringer. Men Tscherning nævner dog, at der pga. økonomien og logistikken omkring udtagning af betonelementer fra en gammel bygning er en udfordring i, at betonelementerne skal tilskæres det specifikke projekt (hvor de skal genbruges) on-site ved nedrivningen. Skæreflader er skrøbelig og diamantsnittet koster mange penge, så man skærer ikke bare uden at vide, om det er det rigtige snit og uden et direkte aftagerprojekt, som kan specificere geometrien. Dette kræver løbende vurdering af metode og opdatering af arbejdsbeskrivelser, hvilket projektparterne har løst gennem meget tæt samarbejde.



## Det gode samarbejde

Ifølge Tscherning er best practice ift. at nå i mål med genbrug af byggematerialer, at man som bygherre skal starte med at vurdere, hvad man har i sin eksisterende materialeporteføljer – skal noget rives ned, skal den eksisterende bygningsmasse tænkes ind i den nye. Tscherning pointerer også, at det er alfa og omega med gode samarbejdspartnere, der deler genbrugsvisionen og indgår i tæt dialog om løsninger – både i mødelokalet og på byggepladsen.

**Både på tryk- og træksiden er vi så langt fra at komme i nærheden af kritiske forhold, da alle de genbrugte elementer er meget overdimensionerede til formålet. Jeg behøver ikke at sætte styrkekoeficienterne særlig højt i mine statiske beregninger.**





# Anbefalinger på tværs af cases

De følgende anbefalinger og gode råd har til hensigt at give et overblik over, hvad man som bygherre, rådgiver eller entreprenør typisk møder af dokumentationsudfordringer i løbet af en byggeproces og gode, praksis-baserede råd til, hvordan disse udfordringer kan løses. Bemærk, at anbefalingerne er baseret på alle otte cases, hvoraf kun tre er beskrevet i denne publikation, samt supplerende interviews, workshop m.v.

Anbefalingerne er puljet i tre kategorier af krav, der stilles til dokumentation af genbrugsmaterialerne:

- **Myndighedskrav:** Krav til dokumentation der relaterer sig til gældende lovgivning.
- **Proceskrav:** Krav til dokumentation vedr. arbejdsprocesser, udførelse, montage m.m.
- **Bygherres eller andres krav:** Krav til dokumentation der stammer fra et særligt ønske eller krav fra bygherren eller en anden part, der har væsentlig betydning for byggeprojektet.

## Myndighedskrav

Myndighedskrav betegner her de krav, som stilles gennem lovgivning, herunder bygningsreglementet. For at kunne vise, at et byggeri lever op til gældende regler, er det ofte nødvendigt at kende til de anvendte materialers egenskaber eller ydeevne vedr. mekanisk modstandsdygtighed og stabilitet, brandsikring, sundhed og miljø, energibesparelser og varmeisolering m.v. I casene har det særligt været ydeevne vedr. brand og konstruktioner, som har været svære at fastslå for genbrugsmaterialerne.



## DEKLARERING AF YDEEVNE OG CE-MÆRKNING

En måde at deklare en byggevares egenskaber på er ved en CE-mærkning. Køber man en nyproduceret byggevare, vil denne være underlagt byggevarerforordningen, som stiller krav om, at alle byggevarer, der er omfattet af harmoniserede standarder, skal være CE-mærket.<sup>5</sup> De harmoniserede standarder udgør en ensartet struktur for, hvordan en byggevares væsentlige egenskaber skal deklarerer og dokumenteres. CE-mærkningen er altså ikke et kvalitetsstempel, men et udtryk for, at byggevarens ydeevne er deklareret og dokumenteret iht. lovgivningens retningslinjer. Om byggevaren er egnet til det aktuelle formål, så bygningsreglementet er overholdt, skal naturligvis vurderes fra sag til sag.

Hvis der ikke foreligger en ydeevneerklæring for en byggevare, skal de relevante egenskaber ved materialet dokumenteres på anden måde. Det gælder også genbrugte materialer, som ikke er omfattet af de harmoniserede standarder og hvor der altså ikke findes strukturerede retningslinjer for, hvordan ydeevner deklarerer.



**Myte om genbrug og CE-mærkning**  
Bygningsreglementet kræver ikke,  
at byggevarer er CE-mærkede!

**Myte om genbrug og dispensation**  
Genbrug alene er ikke en grund til  
at søge dispensation hos kommunen!

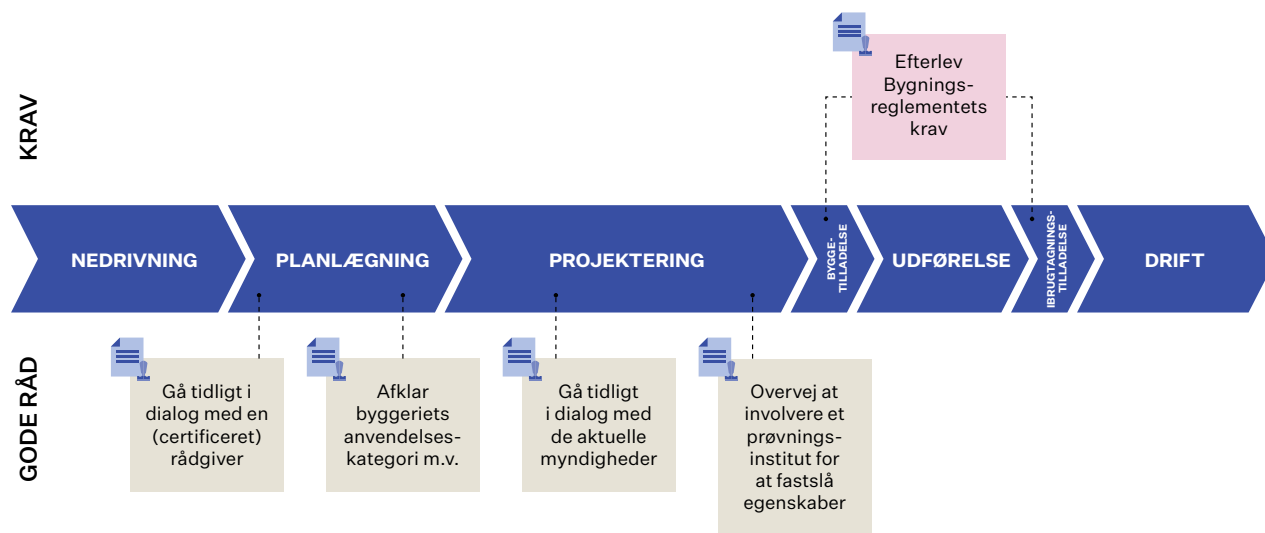
Myndighederne vil således typisk forlange en anden form for dokumentation for, at genbrugsmaterialet opfylder diverse krav til ydeevne, så det kan eftervises, at bygningsreglementet er overholdt i den aktuelle sag. Udfordringen ligger her i at få kendskab til og dokumentation af ydeevner for genbrugsmaterialer, som jo har ”levet et liv”. Det er derfor ofte vanskeligt at vurdere genbrugsmaterialets restlevetid, styrke, brandegenskaber osv., da produktionsmetode, belastning over tid og vedligeholdelse (eller mangel på samme) kan være ukendt.

Der findes ikke en entydig praksis for, hvordan genbrugsmaterialernes ydeevne fastlægges og dokumenteres. Det afhænger i høj grad af det enkelte materiale og konteksten, herunder den aktuelle anvendelse, bygningstype og den tilknyttede rådgivers erfarings- og vidensniveau.

### **GODE RÅD TIL AT FASTSLÅ OG DOKUMENTERE GENBRUGSMATERIALERS YDEEVNE – SÆRLIGT VEDR. BRAND OG KONSTRUKTIONER**

- Bygherre bør – evt. sammen med en rådgiver og evt. i dialog med kommunen – tidligt få afklaret de grundlæggende rammer for byggeriet og dermed få fastlagt hvilke krav byggeriet skal leve op til. Det kan f.eks. være anvendelseskategori, om der er tale om sekundær eller primær bebyggelse og konstruktions- og brandklasser.
- Overvej at prioritere anvendelse af genbrugsmaterialer i sekundært byggeri i stedet for i primært. Her er materialekravene lempeligere og der er færre risici forbundet med at anvende et materiale, hvor man ikke fuldt ud kan dokumentere dets tekniske egenskaber.
- Tag en tidlig dialog med din (certificerede) rådgiver om, hvilke egenskaber, der er nødvendige at kende for at anvende det aktuelle genbrugsmateriale i det konkrete byggeprojekt. Overvej om der er fordele ved alternative anvendelser, f.eks. ved at anvende genbrugsmaterialet som facadebeklædning i stedet for i bærende konstruktioner.

- Tag en tidlig forhåndsdialog<sup>6</sup> med den aktuelle kommunale sagsbehandler, der som myndighed skal udstede bygge- og ibrugtagningstilladelse for byggesagen – og tag rådgiveren med! Drøft her hvordan kommunen ønsker dokumentation af relevante egenskaber for genbrugsmaterialet, hvordan disse egenskaber kan fastslås og om der er andre rammer for byggeprojektet, f.eks. anden lovgivning, der skal afklares. Gør det gerne tidligt i projekteringsfasen, så der er tid og mulighed for at få udarbejdet den nødvendige dokumentation og evt. tilpasse projektet, så genbrugsmaterialet kan indgå, inden for meget er låst fast. Anbefalingen er klart, at jo tidligere og tættere dialog, jo bedre.
- Hvis muligt – f.eks. når der er tale om store partier ens genbrugsmaterialer – kan det være nyttigt at involvere et relevant prøvningsinstitut. Prøvningsinstituttet tager udgangspunkt i standarden for tilsvarende nye produkter og kan herved prøve et repræsentativt antal emner af genbrugsmaterialet. Forinden er det dog vigtigt at få fastlagt, hvilke egenskaber der skal dokumenteres.





## Proceskrav

Proceskrav omhandler dokumentation, der vedrører arbejdsprocesser, udførelse, montage m.m. – altså processen hvorved genbrugsmaterialerne kan håndteres.



### ARBEJDSBESKRIVELSER

Det er vigtigt med dokumentation for, hvordan genbrugsmaterialer skal håndteres, monteres osv. – f.eks. gennem præcise arbejdsbeskrivelser – så der ikke opstår uklarhed om rolle- og ansvarsfordeling. Dette er særligt vigtigt, når det drejer sig om genbrugsmaterialer, hvor løsninger og metoder fortsat er nye og uafprøvede for de fleste, og hvor man ikke bare kan gøre ”som man plejer”.

### GODE RÅD TIL AT UDARBEJDE ARBEJDSBESKRIVELSER FOR GENBRUGSMATERIALER

- En mock-up er et rigtig godt udgangspunkt for at kunne udarbejde arbejdsbeskrivelser, lægge- og montagevejledninger m.m. Mock-up'en kan give ”syn for sagen”, så både bygherre, rådgiver og udførende kan få en forståelse af den endelige løsning. Herved kan mange spørgsmål afklares, både ift. montering, vedligehold m.v., så der efterfølgende kan laves klare og præcise aftaler om hvem, der skulle gøre hvad og hvordan. Det er vigtigt at beskrive mock-up udfaldskravet, gerne i samarbejde med de relevante parter.
- Når der skal udføres byggearbejde med genbrugsmaterialer, f.eks. opmures med genbrugsmursten, kan det være en god idé at involvere leverandøren af genbrugsmaterialet eller en anden fagperson, der har erfaring med at arbejde med genbrugsmaterialet. Disse kan give kvalificeret rådgivning til, hvordan arbejdsbeskrivelser udarbejdes, så der tages hensyn til, at genbrugsmaterialer nogle gange skal håndteres lidt anderledes end nye materialer.
- Hvis et genbrugsmateriale skal håndteres og renses on-site, f.eks. hvis det skal anvendes samme sted, hvor en bygning rives ned, så er det vigtigt at få denne arbejdsproces præcist beskrevet ifm. entrepriseudbuddet. Både nedrivningen, rensningen, stabling på paller, opbevaring, transport, kontrolplaner m.v. skal fastlægges og beskrives, så der ikke opstår tvivl om, hvordan genbrugsmaterialet skal håndteres eller hvem, der står for det.
- Udtagning af materialer til genbrug skal gerne ske uden at ydeevnen kompromitteres. Hvis muligt, kan arbejdsbeskrivelser for demontage ske med udgangspunkt i det eksisterende tegningsmateriale. Aldrende tegningsmateriale er dog ofte upræcist (hvis det overhovedet findes), så det er også vigtigt at gøre brug af sund fornuft og evt. supplere med en nedrivers eller rådgivers kompetencer til at vurdere, hvordan og hvor komponenter er samlet, og hvilken påvirkning dette har for genbrugspotentialet.
- Ifm. udtagning af materialer bør forskellige af genbrugsmaterialets egenskaber desuden registreres, f.eks. dimensioner, mængder og om materialet er testet for miljøskadelige stoffer.

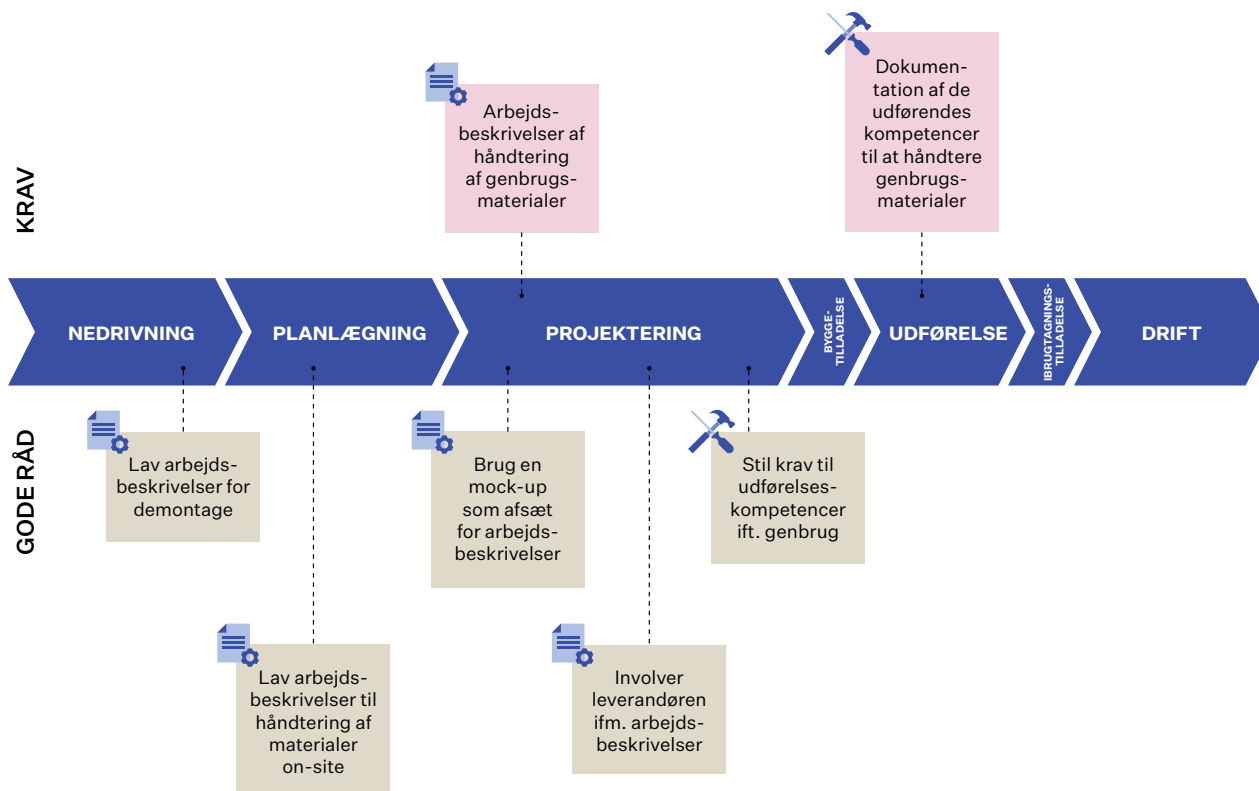


## UDFØRELSE GENERELT

Det er vigtigt, at de udførende har et fyldestgørende grundlag og de rette kompetencer til at håndtere genbrugsmaterialer. Dette bevirker, at genbrugsmaterialerne bliver bygget ind korrekt, hvorved risiko for efterfølgende svigt minimeres og vedligeholdelsesprocessen optimeres. Her skabes der også potentiale for fremtidig genbrug – f.eks. at genbrugsmursten mures op med kalkmørtel, så de kan skilles ad igen.

## GODE RÅD TIL AT SIKRE KOMPETENT HÅNDBETING AF GENBRUGSMATERIALER IFM. UDFØRELSE

- Bygherren skal være præcis i sin kravstillelse – både hvad angår kompetencer og arbejdsbeskrivelser. Udnyt muligheden for at gå i dialog med markedet inden udbuddet,<sup>7</sup> hvis der er tvivl om, hvilke kompetencer og processer der er nødvendige.
- Vær tydelig om krav til design for adskillelse i form af adskillelige materialer og samlinger ifm. udførelsen. Er der først muret op med cementmørtel eller brugt lim, er det rigtig svært at få skilt materialerne ad igen.



## Bygherres eller andres krav

Denne type dokumentationskrav omhandler særlige ønsker eller krav fra bygherren eller en anden part, der har væsentlig betydning for byggeprojektet. Herunder krav om bæredygtigheds-certificering, der afføder en række krav til dokumentation af genbrugsmaterialer, som skal passe ind i de forskellige certificeringsordningers kriterier og skabeloner.



### BYGHERRES KRAV

Krav til dokumentation kan komme fra f.eks. bygherren selv, der har brug for at sikre sig, at løsningerne med genbrugsmaterialerne bliver som ønsket mht. udseende, funktionalitet, vedligehold osv.

### GODE RÅD TIL AT DOKUMENTERE LØSNINGER MED GENBRUGSMATERIALERS UDSEENDE ELLER FUNKTIONALITET

- Lav en mock-up! Det kræver tid og skal være tænkt ind i planlægningen og processen. Men det løser meget at få afprøvet 1:1 hvordan et genbrugsmateriale eller en løsning opfører sig, f.eks. i forskelligt vejr.



### FORSIKRING

Forsikringsselskaber har ofte brug for dokumentation af særligt en bygnings brand- og konstruktionsmæssige egenskaber for at kunne beregne byggeriets risikoprofil og dermed forsikringspræmien. Er dokumentationen ikke tilstrækkelig, kan man risikere, at forsikringsselskabet ikke ønsker at dække byggeriet og så går hele projektet i stå.

### GODE RÅD TIL AT IMØDEKOMME FORSIKRINGSSKABERS KRAV TIL DOKUMENTATION

- Bygherre bør tidligt involvere sit forsikringsselskab i projektet – særligt når der skal anvendes genbrugsbyggematerialer. Jo tidligere dialogen starter, jo bedre mulighed er der for at informere og betrygge forsikringsselskabet og for at tilpasse projektet efter forsikringsselskabets krav.
- Hvis der er krav fra forsikringen om garantistillelse på genbrugsbyggevarer, f.eks. genbrugstagsten, kan et relevant prøvningsinstitut, med udgangspunkt i standarden for tilsvarende nye produkter, prøve et antal emner af genbrugsmaterialet. Udfaldskrav bør aftales før prøvningen udføres, så forsikringsselskabet får den information og dokumentation, de har brug for.



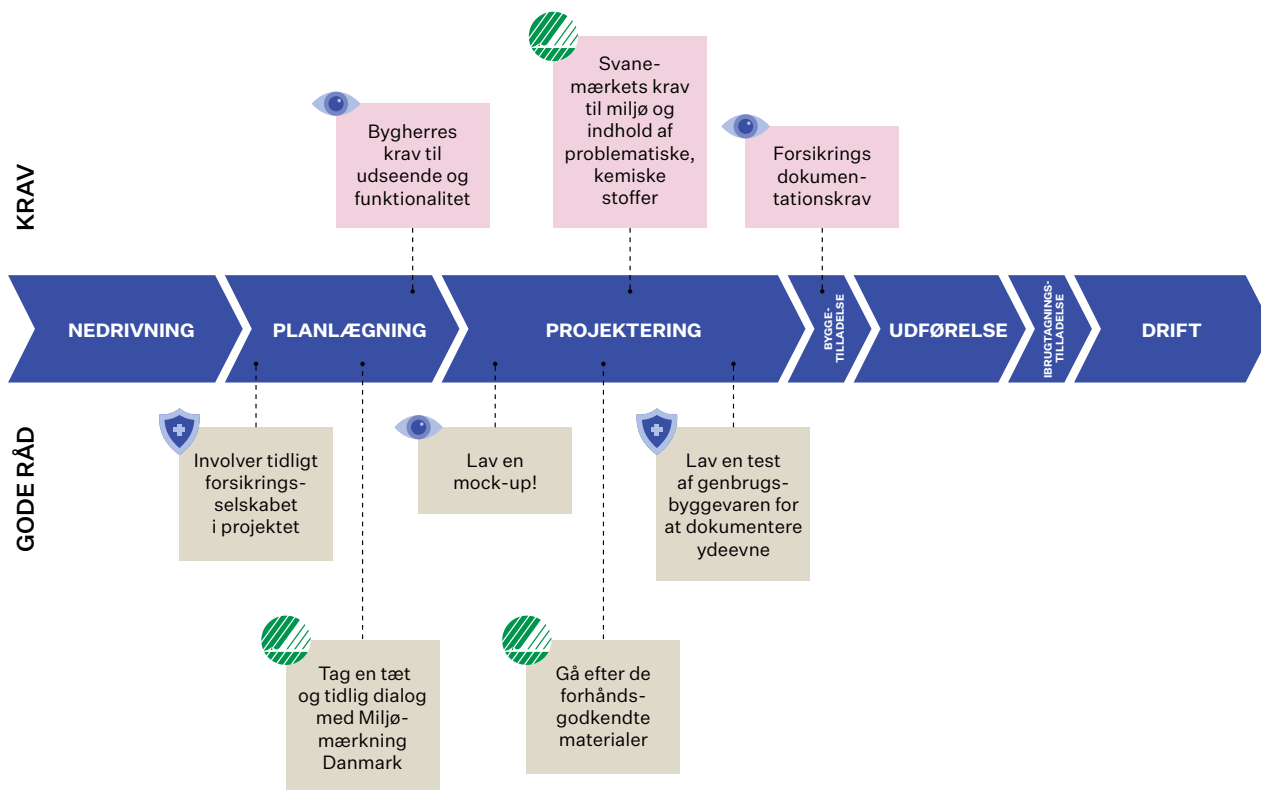


SVANEMÆRKET

Her stilles der høje krav til bl.a. indhold af problematiske, kemiske stoffer i materialerne. Det kan være vanskeligt at måle og dokumentere for genbrugsmaterialer, da det ofte er uvist, præcis hvordan et materiale f.eks. er blevet malet eller imprægneret, eller om materialet tidligere har været i kontakt med f.eks. fuger, der har indeholdt skadelige stoffer.

GODE RÅD TIL DOKUMENTATION IHT. SVANEMÆRKET

- Tag en tæt og tidlig dialog med Miljømærkning Danmark. De kan både guide igennem de forskellige kriterier – og hjælpe med at finde alternative løsninger, så genbrugsmaterialer kan accepteres
- Gå efter de forhåndsgodkendte materialer



# Afrunding – om det muliges kunst

Set på afstand og på tværs af de forskellige cases er det tydeligt, at genbrug af materialer i byggeriet skal tilgås med en stor portion pragmatisk fornuft. Ydeevne, arbejdsbeskrivelser, funktionalitet m.m. må vurderes fra sag til sag og fra genbrugsmateriale til genbrugsmateriale. Udfordringer må løses i takt med, at de opstår. Det har således været svært at udlede generelle og standardiserede anbefalinger af de otte cases, som har været rapportens og publikationens præmis og de konkluderende anbefalinger giver langt fra svar på alle udfordringer.

Derudover har det været slående, hvor svært det har været at finde frem til otte cases, hvor det er lykkedes at bygge med genbrugsmaterialer. Særligt når genbrug og cirkulært byggeri fylder så relativt meget i byggeriets medier og diskurser. Men faktum er, at genbrug i byggeriet er noget vi snakker om, snarere end noget vi gennemfører i praksis.

Det skal således understreges, at publikationens anvisninger er et udtryk for oplevet praksis i dag og at både erfaringer og kontekst – f.eks. lovgivning og standarder – kan ændre sig betydeligt fremover.

Forhåbentlig kan denne publikation bidrage med gode råd fra praksis til, hvordan centrale udfordringer i dokumentationsprocessen kan overkommes. Og forhåbentlig kan det lette vejen til mere genbrug i byggeriet, både for de få, der allerede har erfaringer, og især for de mange, som gerne vil arbejde med genbrug men (med rette) synes det er svært.











Denne publikation giver et praksisbaseret indblik i de udfordringer og løsninger, der er forbundet med dokumentation af genbrugsmaterialer, som er en af de centrale barrierer for mere genbrug i byggeriet i dag. Formålet er at give inspiration, anbefalinger og gode råd til de mange af byggeriets praktikere, der ønsker at bygge med genbrugsmaterialer.

Publikationen tager afsæt i en rapport, der er initieret og udgivet af Social- og Boligstyrelsen og omfatter en analyse, otte casebeskrivelser samt en samling anbefalinger og gode råd.

