CIRCLE
HOUSE
lab

Design for adskillelse

Green Paper 03 | 06.
Publiceret digitalt, august 2020.
Revideret udgave, september 2020.
Læs mere på: bloxhub.org/circlehouselab.

Vær med i Circle House Lab

Circle House Lab er et partnerskab bestående af 100+ virksomheder fra den danske byggeindustri. Partnerskabet er åbent for alle, der ønsker at bidrage til, at dansk byggeri bliver førende inden for cirkulære løsninger.

Kontakt os, hvis du vil høre mere.
Eller følg med i, hvad der sker hvornår på:
bloxhub.org/circlehouselab

Circle House Lab er finansieret af Realdania og Miljøministeriets MUDP-midler.

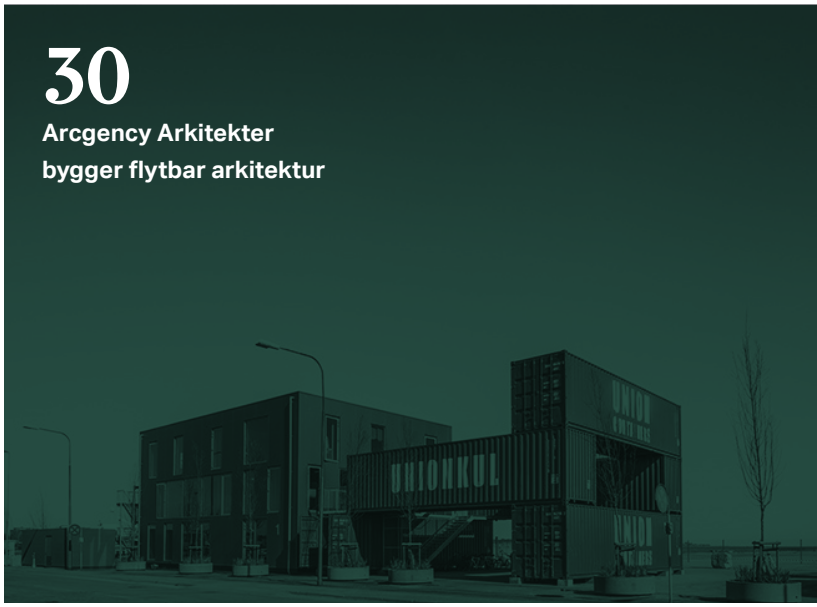
Redaktion

Tine Lange, Responsible Assets.
Trine Beckett, Responsible Assets.
Casper Østergaard Christensen, GXN.
Kåre Stokholm Poulsgaard, GXN.

Design for adskillelse

Circle
House Lab

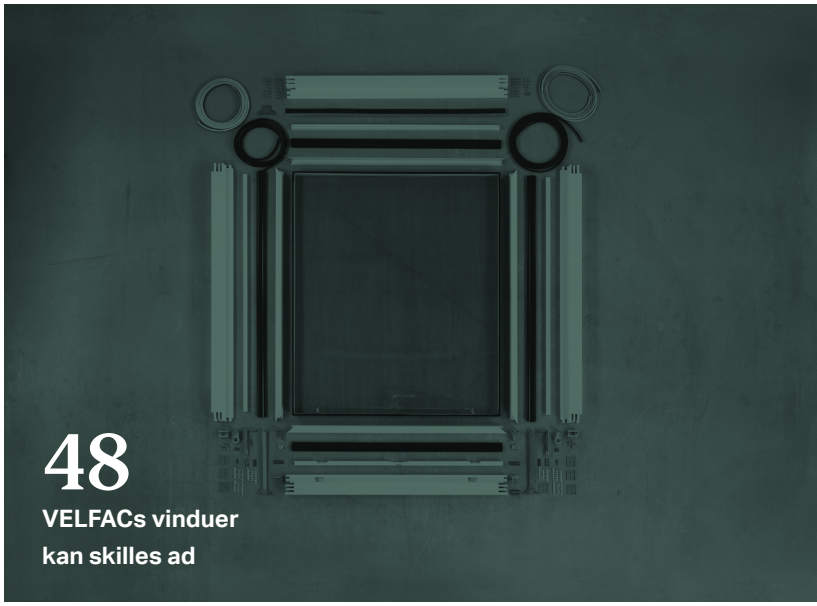
Green Paper 03 | 06.
Publiceret digitalt, august 2020.
Revideret udgave, september 2020.
Læs mere på: bloxhub.org/circlehouselab.



30
Arcgency Arkitekter
bygger flytbar arkitektur



52
Stena Recycling
ser ressourcer, hvor
andre ser affald



48
VELFACs vinduer
kan skilles ad



70
Kom igang med
ny ISO-standard

38
Lejerbo vil bygge adskilleligt
byggeri på markedsvilkår



22
Vigtige initiativer på
nationalt og EU-niveau



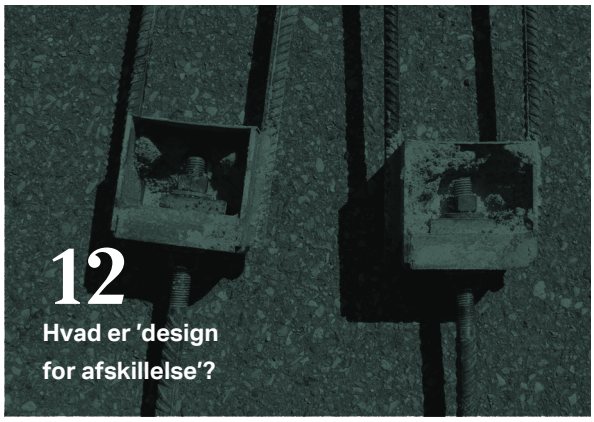
36
Forandring i din smartphone

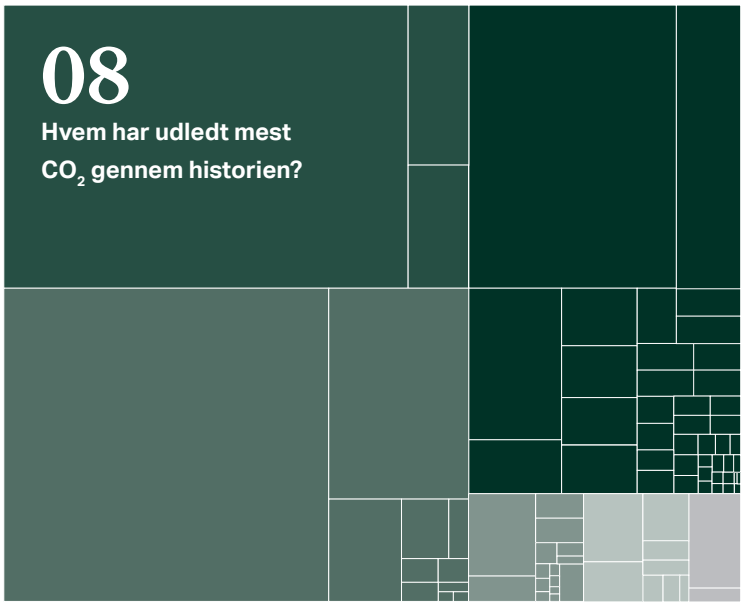
Design for adskillelse —

Indhold

Leder	**05**
01. Status	**6**
De store tal	8
Analyse	12
Surveyresultat	20
Rammeforhold	22
Anbefalinger	24
02. Best Practice	**28**
Arcgency	30
Lejerbo	38
Ropox	42
VELFAC	48
Stena Recycling	52
03. Perspektiv	**58**
CBS	60
DTU	66
Dansk Standard	68
Hvis du vil vide mere	**70**













Præsentation af Arcgencys Stack I og Stack II -projekter. De er designet udfra et princip om, at selvom et byggeri er midlertidigt, skal det have samme følelse af kvalitet som permanent byggeri. Læs mere på side 30.

Leder —

Cirkulær økonomi i byggeriet starter i designprocessen

Design for adskillelse er en af de mest lovende modeller for, hvordan vi skaber øget værdi i byggeriet. Det minimerer byggeriets miljøbelastning og skaber merværdi i form af øget fleksibilitet, bedre drift og vedligehold og mindre spild. Design for adskillelse er en forudsætning for cirkulær økonomi i byggeriet.

Mere konkret ligger der i design for adskillelse, at byggekomponenter, byggesystemer og de færdige byggerier fra starten designes, så de kan demonteres igen. Det kan foregå på flere niveauer. Enten ved:

- At hele byggerier kan demonteres, så elementer fra dem kan bringes i spil til andre formål
- At rum og etager kan omarrangeres og udnyttes til nye formål
- At byggesystemer og komponenter kan skilles ad og genbruges direkte i nye komponenter
- At rene materialer kan isoleres og genanvendes efter endt brug

Danmark har gode muligheder for at opnå en styrkeposition inden for design for adskillelse, da vores bygningsmasse er forholdsvis gennemregistreret. Men design for adskillelse stiller samtidig store og nye krav til alle byggeriets parter.

> “A circular economy is one that by design is restorative and regenerative.”
>
> **Ellen MacArthur Foundation**

Fra materialeproducent til bygherre. I Circle House Lab ønsker vi at hjælpe branchens virksomheder og øvrige beslutningstagere med at omstille byggeindustrien til cirkulær økonomi og design for adskillelse.

Dette Green Paper skaber overblik over, hvad design for adskillelse vil sige, og hvordan og hvorfor virksomheder vælger at arbejde med det. Læs vores analyser, anbefalingerne fra vores laboratorium og vores best practice-cases. Forhåbentlig vil det inspirere mange flere til at gå den cirkulære vej.

Dette Green Paper er nummer 3 i serien, udgivet af Circle House Lab. Temaerne i de to foregående Green Papers er hhv. bygnings- og materialepas og selektiv nedrivning

01.
Status.

“Med principperne for cirkulær økonomi og design for adskillelse ser vi frem til at kunne udvikle vores boliger i en mere bæredygtig retning, til gavn for både vores beboere og samfundet.”

Jesper Kort Andersen
Projektleder, Lejerbo

De store tal —

Ressourceoverblik

Et kæmpe problem eller et kæmpe potentiale?



1.232.000

tons betonaffald genereres hvert år fra bygge- og anlægssektoren i Danmark. Det er den største enkelte fraktion fra sektoren.

Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.



158.000

tons træaffald produceres hvert år fra bygge- og anlægssektoren i Danmark.

Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.

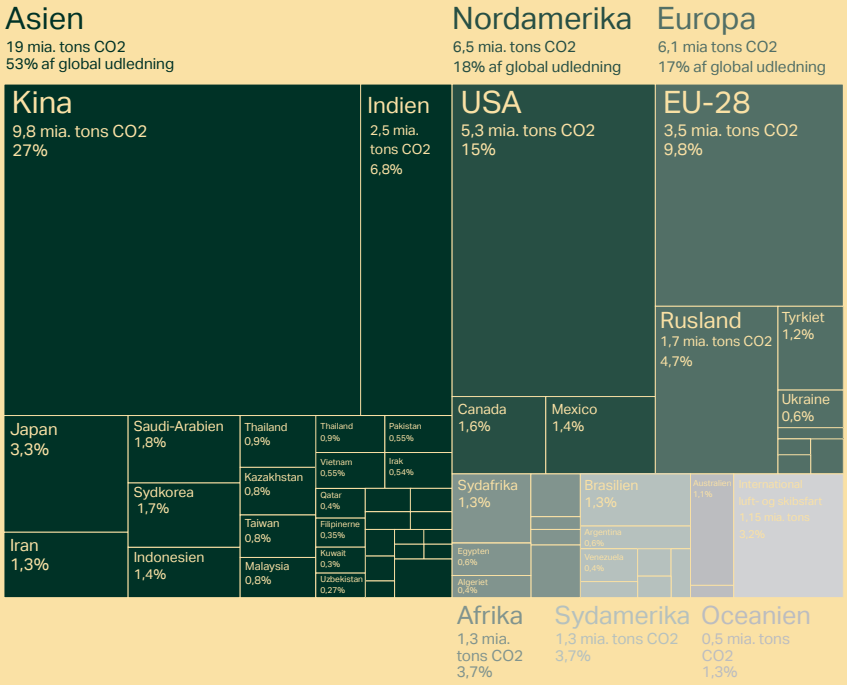


5.000

tons plastaffald genereres hvert år fra bygge- og anlægssektoren i Danmark. Det er den mindste enkelte fraktion fra sektoren.

Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.

Hvem har det største produktionsudslip på verdensplan?



Tallene er baseret på det nationale produktionsudslip i 2017. Produktionsudslippet måler CO_2, udledt fra afbrænding af fossile brændstoffer og cementproduktion. Indeholder ikke udslip fra handel og rejser.

Kilde — Global Carbon Project (GCP) og Carbon Dioxide Analysis Center (CDIAC) Diagrammet er en fortolkning af oprindelig lavet af Our World in Data.

Hvordan går det med genanvendelsen i byggeindustrien?

37%

af affaldet fra bygge- og anlægssektoren bliver genanvendt.

Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.

52%

af affaldet fra bygge- og anlægssektoren ender som "anden endelig materiale-nyttiggørelse", fx vejfyld.

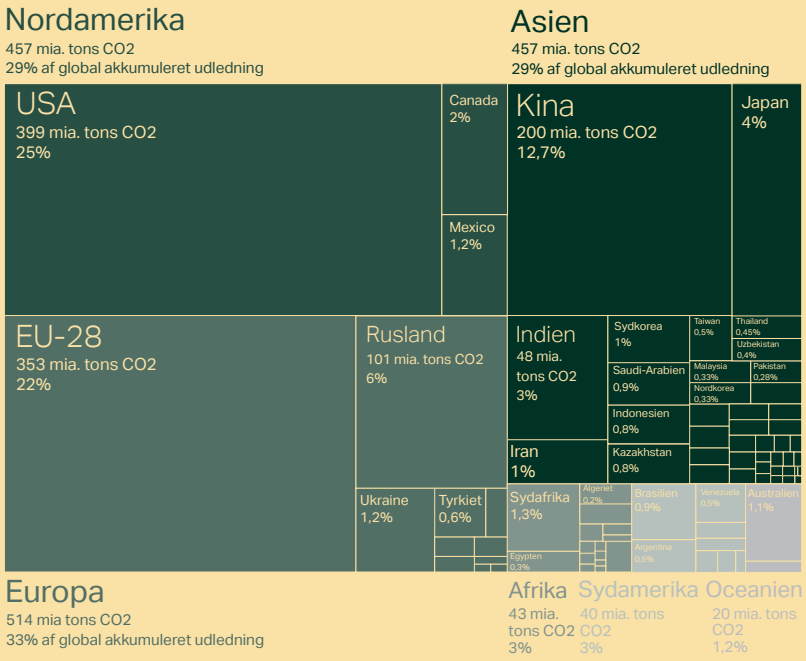
Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.

4%

steg den samlede procentandel til "genanvendelse" og til "anden endelig materialenyttiggørelse" fra 2017 til 2018

Kilde: Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2018.

Hvem har udledt mest CO_2 gennem historien?



Landenes akkumulerede CO_2-udslip fra 1751 til 2017. Tallene måler CO_2, udledt fra afbrænding af fossile brændstoffer og cementproduktion. Indeholder ikke udslip fra handel og rejser.

Kilde — Global Carbon Project (GCP) og Carbon Dioxide Analysis Center (CDIAC) Diagrammet er en fortolkning af oprindelig lavet af Our World in Data.





På Circle House Lab-workshoppen diskuteres mulighederne i design for adskillelse. Arrangementet blev på grund af covid-19 pandemien afholdt udendørs, så der kunne sikres god afstand mellem deltagerne.

Analyse —

Hvad er 'design for adskillelse'?

Design for adskillelse indebærer, at produkter eller byggerier kan skilles ad og genbruges. Det udfordrer den måde, vi bygger på, men er afgørende for cirkulær økonomi i byggebranchen.

Design for disassembly - på dansk kaldet design for adskillelse – er helt afgørende for cirkulær økonomi i byggeriet. Designet indebærer, at byggerier, byggesystemer, byggekomponenter og materialer konstrueres og behandles, så de kan skilles ad igen og genbruges eller genanvendes. Alt sammen for at mindske mængden af affald og øge fleksibiliteten i byggeriet.

Design for adskillelse skal implementeres på alle niveauer i et byggeri. På bygningsniveau betyder det, at disponeringen kan ændres, når behovet ændrer sig. På system- og komponentniveau betyder det, at alle enkeltdele kan tages fra hinanden. På materialeniveau betyder det, at materialer ikke må være skadelige eller blandes sammen.

Formålet med at konstruere byggerier, så de kan skilles ad, er at få hvert byggeri, system, hver komponent og materialedel til at leve længst muligt og at genanvendelsen sker på det højest muligt niveau i affaldshierarkiet. Det vil sige, at mest muligt genbruges direkte og mindst muligt bortskaffes.

Fakta —

5 kilder til inspiration

Her kan du få mere viden om design for adskillelse.

Building a Circular Future
Læs bogen her: buildingacircularfuture.com

The Circular Design Guide
Tjek hjemmesiden her: circulardesignguide.com

How to Design for Disassembly and Recycling
Se videoen her: knowledge.autodesk.com

IDEKATALOG over designstrategier for design for disassembly i præfabrikeret byggeri
Læs publikationen her: innobyg.dk

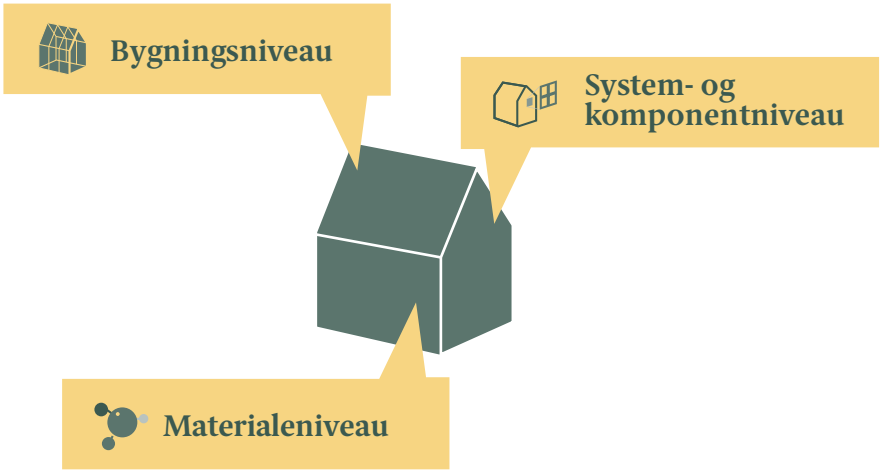
DESIGN FOR DISASSEMBLY — Håndbog om affaldsforebyggelse i byggeriet
Læs håndbogen her: teknologisk.dk

11 indsatsområder, der hjælper til design for adskillelse

Der er udviklet en lang række principper, som kan samles under 11 indsatsområder og hjælpe bygherren, arkitekten, ingeniøren, entreprenøren og materialeproducenten med at få designet byggeri og byggeprodukter, så de lever op til design for adskillelse. Tabellen nedenfor oplister temaerne og forklarer, hvad de indebærer:

Indsatsområde	Det vil sige
Brug genanvendte og genanvendelige materialer	Overvej hvilke materialer, der bedst lever op til genanvendelighed og hvilke genbrugte materialer, der kan benyttes
Simplificer	Minimer antallet af forskellige materialer, komponenter og samlinger
Undgå giftige og farlige materialer	Undgå materialer, der er sundhedsskadelige eller på anden måde skadelige for mennesker og miljø
Brug samme materialer	Udfør dele, der ikke kan skilles ad i samme materiale og undgå overfladebehandling
Identificer og bevar oplysninger	Identificer indholdet i materialer og komponenter i materiale- og bygningspas
Brug genanvendelige samlinger	Brug mekaniske og ikke kemiske samlinger. Og design dem, så de kan genanvendes
Undgå specialdesign	Brug åbne byggesystemer, præfabrikerede produkter og almindeligt værktøj
Benyt modulært design og standarder	Brug modulære byggeelementer
Benyt parallel adskillelse	Adskil bærende strukturer fra beklædning
Sikr nem adgang til samlinger	Giv adgang til alle dele og samlinger, og design efter byggeriets forskellige livscyklusser, så komponenter med en lang levetid ikke dækker for komponenter med kort levetid.
Benyt enkel håndtering af komponenter	Gør det enkelt og let at vedligeholde ved at gøre komponenter enkle at komme til, finde reservedele til, osv..

Design for adskillelse bør finde sted på alle niveauer i et byggeri



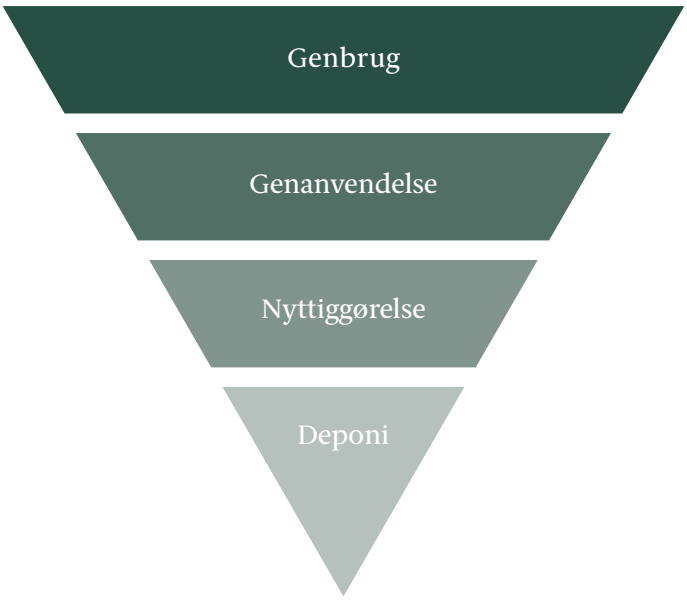
Niveau 1 — Bygningsniveau
Et byggeri, som er designet for adskillelse, har en længere forventet levetid, fordi det kan tilpasses mange forskellige behov og gå fra en funktion til en anden ved at flytte på vægge, etager, funktioner.

Niveau 2 — System- og komponentniveau
Hvis vinduer, køkkenelementer, aptering, mv. sættes sammen, så enkeltdele kan skilles ad igen, kan komponenterne enten genbruges i deres helhed (en dør, et vindue), eller de kan skilles ad og indgå i nye produkter.

Niveau 3 — Materialeniveau
Hvis materialer som f.eks. beton, træ, gips kan isoleres fra andre materialer, kan de nedknuses og genbruges i nye lignende materialer.

Det er svært at vurdere præcis, hvordan de enkelte dele bedst genbruges om fem, ti eller halvtreds år. Princippet i design for adskillelse handler om overhovedet at gøre det muligt at genbruge og genanvende.

Affaldshierarkiet



Niveau 1 — Genbrug
Hele komponenter eller systemer, der anvendes til det samme som det oprindelige formål. Fx hele vægge, døre, vinduer, etager eller mursten, der kan genbruges direkte.

Niveau 2 — Genanvendelse
Genanvendelse af dele af komponenter eller systemer uden bearbejdning. Fx genbrug af glasset fra et vindue, dørhåndtaget fra en dør, bordpladen fra et bord.

Niveau 3 — Nyttiggørelse
Udnyttelse af materialer, der bruges til nye produkter længere nede i værdihierarkiet. Fx nedknust tegl eller beton, der bruges som vejfyld. Eller affald, der bruges i kraftvarmeværker til energiproduktion

Niveau 4 — Bortskaffelse
Affald til deponi.

En stor del af det danske byggeaffald, 52%, falder i kategorien "nyttiggørelse". Under 10% bortskaffes. Design for adskillelse kan hjælpe til, at stadig flere byggesystemer, komponenter og materialer ikke blot bliver nyttiggjort i vejfyld eller på forbrændingsanlægget, men også bruges i nye byggeprodukter og til nye byggerier.



Bogen 'Building a Circular Future' rummer fem simple principper for design for adskillelse i byggeriet.



Materialer
Vælg materialer med egenskaber, som sikrer, at de kan genanvendes.

Service
Bygningen skal designes med fokus på hele dens samlede levetid.

Standarder
Design en simpel bygning som passer ind i et 'større og sammenhængende' system.

Samlinger
Vælg reversible samlinger, som kan holde til gentagen brug og adskillelse.

Adskillelse
Lige så vel som der laves en plan for opførelse, skal der laves en plan for adskillelse.



På Circle House Lab-studieturen blev det afprøvet og demonstreret, hvor hurtigt og enkelt det er at fjerne kalkmørtel fra Peikko-beslag. Det tog 10-15 sekunder at blotlægge møtrikkerne. Læs mere om konceptet på side 57.







Surveyresultat —

Design for adskillelse i Circle House Lab

Circle House Lab har taget pulsen på branchens ledende virksomheder og i et survey undersøgt, hvordan medlemmerne arbejder med design for adskillelse.

Deltagerne i Circle House Lab arbejder aktivt med at udvikle design for adskillelse. De er langt, når det kommer til fx brug af rene og genanvendelige materialer, men kortere i forhold til opbevaring af data i materiale- og bygningspas, som er en forudsætning for, at design for adskillelse faktisk medfører en større grad af genbrug.

Det er konklusionerne i den survey-undersøgelse, som blev gennemført blandt Circle House Labs medlemsvirksomheder i februar 2020.

Undersøgelsen viser, at virksomhederne i høj grad eller meget høj grad arbejder eller rådgiver med forudsætningerne for design for adskillelse.

Metode for spørgeskemaundersøgelse —

Medlemmerne i Circle House Lab har modtaget et spørgeskema.

Undersøgelsen blev gennemført blandt 70 virksomheder og havde en svarprocent på 34, svarende til 24 virksomheder. Heraf var 1/3 rådgivere, 1/3 materialeleverandører. Resten fordelte sig mellem bygherrer, medlemsorganisationer og entreprenører.



Demonterbare samlinger er allerede nu en integreret del af branchen

80% af de adspurgte har design for adskillelse som del af en strategisk målsætning for virksomheden.

50% arbejder med mekaniske samlinger frem for kemiske'

50% arbejder med komponenter, der kan skilles ad.



Sunde, rene og genanvendte materialer

90% undgår giftige stoffer i deres byggerier og byggematerialer

70% arbejder med genanvendte og genanvendelige materiale

50% undgår overfladebehandling af deres produkt.



Data er et fokus for at sikre oplysninger til fremtiden.

40% arbejder med opbevaring af data om deres produkter og bygninger.

Rammeforhold —

CO_2-reduktion er på den lovgivningsmæssige dagsorden både i EU og hos den danske regering

Få et overblik over vigtige initiativer på nationalt og EU-niveau.

Europæisk klimalov
EU-Kommissionen barsler med lanceringen af en europæisk klimalov og har som ambition at blive verdens første klimaneutrale blok inden 2050.

Med den europæiske klimalov foreslår Kommissionen et retligt bindende mål om drivhusgasneutralitet inden 2050 – et mål, som EU-institutionerne og medlemsstaterne i fællesskab forpligtet til at træffe de fornødne foranstaltninger for at opnå på europæisk og nationalt plan for at nå målet."

Læs mere om den nye europæiske klimalov på dette LINK.

Danske klimapartnerskaber
Regeringen har fået oplæg fra de 13 klimapartnerskaber, der er etableret med erhvervslivet, hvor man samarbejder om tiltag, der reducerer udledningerne af drivhusgas og styrker virksomhedernes grønne konkurrenceevne.

Oplægget fra klimapartnerskaberne skal omsættes til initiativer og lovgivning.

Læs anbefalinger fra Klimapartnerskabet for bygge- og anlægssektorens anbefalinger til regeringen på dette LINK.

Ny international standard
Men både i EU og i den danske regering handler indsatserne om CO2-reduktion og kun indirekte om cirkulær økonomi. Design for adskillelse er ikke lovgivningsstof.

I hvert fald ikke endnu. Indsatsen forventes at blive drevet frem af standarder, mærkninger og certificeringer – som blandt andet den ISO-standard for "*design med henblik på afmontering og tilpasning"*, der netop er lanceret.

Læse mere om ISO-standarden på side 61 i dette Green Paper.



Really og Kvadrat Soft Cells fremviser deres produkter på studieturen.

Fakta —

Regeringens klimapartnerskaber

Som led i den danske klimaindsats har regeringen etableret 13 klimapartnerskaber med erhvervslivet samt et Grønt Erhvervsforum.

Landtransport og logistik — Formand: Jens Bjørn Andersen, CEO, DSV Panalpina.
Service, IT og rådgivning — Formand: Eva Berneke, CEO, KMD.
Luftfart — Formand: Simon Pauck Hansen, formand CEO, SAS Danmark.
Bygge- og anlægssektoren — Formand: Jesper Kristian Jacobsen, adm. direktør, Aarsleff.
Life Science og biotek — Formand: Lars Fruergaard Jørgensen, CEO, Novo Nordisk.
Handel — Formand: Michael Løve, Group CEO, Netto International.
Produktionsvirksomhed — Formand: Mads Nipper, CEO, Grundfos.
Finanssektoren — Formand: Torben Möger Pedersen, CEO, PensionDanmark.
Energi- og forsyningssektoren — Formand: Henrik Poulsen, CEO, Ørsted.
Det Blå Danmark — Formand: Søren Skou, CEO, Mærsk.
Energitung industri — Formand: Michael Lundgaard Thomsen, Managing Director, Aalborg Portland.
Fødevarefremstilling og landbrug — Formand: Jais Valeur, Group CEO, Danish Crown.
Affald, vand og den cirkulære branche — Formand Camilla Haustrup Hermansen, direktør, Plus Pack.

Arkitekt Camilla Lemb fra Arcgency viser eksempler på, hvordan de har arbejdet med design for adskillelse i deres Stack-projekter. Arrangementet blev på grund af covid-19 pandemien afholdt udendørs, så der kunne sikres god afstand mellem deltagerne.




P&O Ferry

Laboratoriets anbefalinger.

Partnervirksomhederne i Circle House Lab har på "laboratorier" som studieture og workshops dykket ned i muligheder for design for adskillelse.

Nogle af de vigtigste pointer herfra er samlet her som anbefalinger.

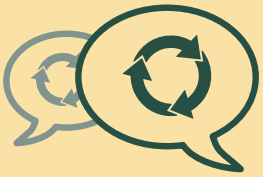
Circle House Labs anbefalinger er redaktionens udtræk af de diskussioner, der har været på workshoppen og studieturen. Anbefalingerne er altså ikke nødvendigvis et udtryk for en samlet holdning fra alle laboratoriets medlemsvirksomheder.



Anbefaling 01 —

Ny arkitektur, der sætter Danmark på landkortet

Dansk arkitektur er kendetegnet ved rene flader og unikaløsninger. Design for adskillelse indebærer, at samlinger kan ses og en højere grad af standardmål. Begge dele for at understøtte genbrug af byggeprodukter og materialer. Der er derfor brug for stjerne-projekter, der viser arkitekturen og skønheden i det adskillelige byggeri.



Anbefaling 02 —

Skab et fælles sprog for branchen

Branchen har behov for et fælles sprog for design for adskillelse, så alle ved præcist, hvad begrebet dækker og hvordan det kan dokumenteres, når det anvendes i udbud og kontrakter.



Anbefaling 03 —

Sørg for øget grad af standardisering

Der er brug for innovation af bygningsdesigns, som bygger på standardisering. Samme princip som hos de stadig flere køkkenproducenter, der udvikler designede fronter og flader til køkkenelementer med standardiserede mål.

02.
Best practice.

> Jo færre lag og jo enklere løsninger, des mere lever vi op til design for adskillelse i praktisk forstand.

Mads Møller
Arkitekt MAA og Grundlægger, Arcgency

Argency Arkitekter —

Arcgency Arkitekter bygger flytbar arkitektur

Arcgency siger nej til konkurrencer og går efter at være med til at udvikle byggeprojekter helt fra starten. På den måde kan de sikre både bæredygtighed og forretning.

Arcgency arkitekter huser ti arkitekter og bygningskonstruktører, som arbejder for bæredygtig byudvikling. Virksomheden, der er otte år gammel, har valgt en alternativ tilgang til nye opgaver.

"Vi deltager aldrig i konkurrencer, da bæredygtighed – eller mangel på samme - allerede er defineret hér. I stedet opsøger vi mulige udviklere og bygherrer, når vi ser grunde og områder, hvor der er et særligt potentiale for bæredygtigt byggeri, og udvikler kriterierne for bæredygtighed sammen," forklarer en af virksomhedens grundlæggere, Mads Møller.

Målet for Mads Møller og Arcgency er at ændre branchen, så design for adskillelse er fast del af ethvert byggeri:

"Bæredygtighed for os er, at byggeri skal kunne skilles ad og genbruges. Det betyder, at funktionaliteten i et byggeri skal kunne ændres og bygges op efter andre behov. For selvom alle arkitekter ønsker, at de bygninger, de tegner, skal stå de næste mange 100 år, må vi erkende, at det sjældent går sådan med det nye byggeri, der opføres. Vi har derfor specialiseret os i at udvikle byggerier, der er fleksible."

> "Prioriteringen af, hvordan vi får mest bæredygtighed, fællesskab og herlighed ind i byggeriet for de penge, der er, ligger jo i programmets udformning."

Mads Møller
Arkitekt MAA og grundlægger



Stack I-kontoret fungerer også som Arcgencys eget kontor, som de deler med en række andre firmaer.

Går efter enkle løsninger

Arcgency er bl.a. involveret i et ungdomsboligprojekt på Refshaleøen, "CPH Village", hvor opdraget er, at boligerne skal flyttes efter ti år. Den viden, arkitektvirksomheden udvikler her, kan derefter videreføres i projekter med mere permanent byggeri. Et mantra for arkitekterne er at vælge de enkle løsninger.

"Hvis et byggeri skal kunne tages ned og produkterne genbruges, er det afgørende, at det ikke indeholder komplekse løsninger. Jo færre lag og jo enklere løsninger, des mere lever vi op til design for adskillelse i praktisk forstand," fortæller Mads Møller, der også er optaget af at strømline løsninger og koncepter i en grad, at det smitter af på prisen.

"Vi får ikke mest bæredygtighed ved at lave håndholdte løsninger med særlige og ikke masseproducerede materialer. Nogle skal selvfølgelig stå for innovationen her, men vi synes, at det er særligt interessant at høste de resultater, som industriens teknologiske løsninger bibringer byggeriet. Vi afsøger i dybden, hvilke enkle koncepter og industrielle løsninger, som kan bibringe størst bæredygtighed i et byggeri," forklarer Mads Møller.

Udnytter Industrielle byggeprodukter

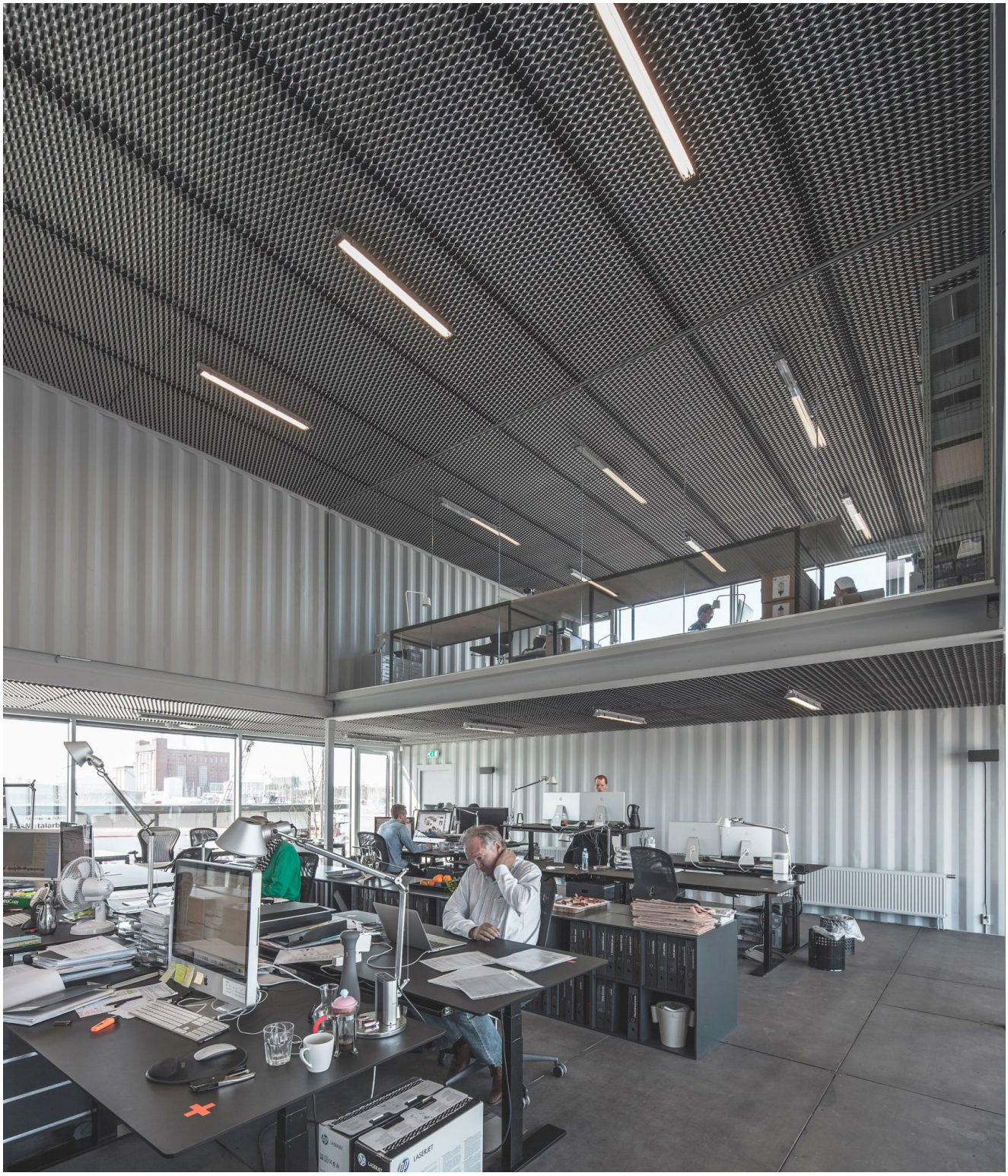
Arcgency finder især de industrielle byggeprodukter interessante. De vælger produkter, der er lige til at tage ned af hylden og har den bedste profil i forhold til holdbarhed og kvalitet. Og bruger dem så flest mulige steder. Frem for at gå efter certificerede materialer fokuserer virksomheden på solide produkter, der har demonstreret en holdbarhed og kan bruges i lang tid, i flere forskellige funktioner.

I Arcgencys eget domicil tæt på Skudehavnen i Nordhavn har de valgt at bruge facadeplader som gulvbelægning, da de ligner glittet beton, men i modsætning til betonen kan skrues af og på. I tegnestuens loftsplader har de brugt strækmetal akustikregulerende. Det giver samtidig et genskin til rummet, fordi den skinnende overflade leder lys. Begge produkter er masseproducerede, industrielle og hviler på en detaljeret og løbende kvalitetsudvikling.

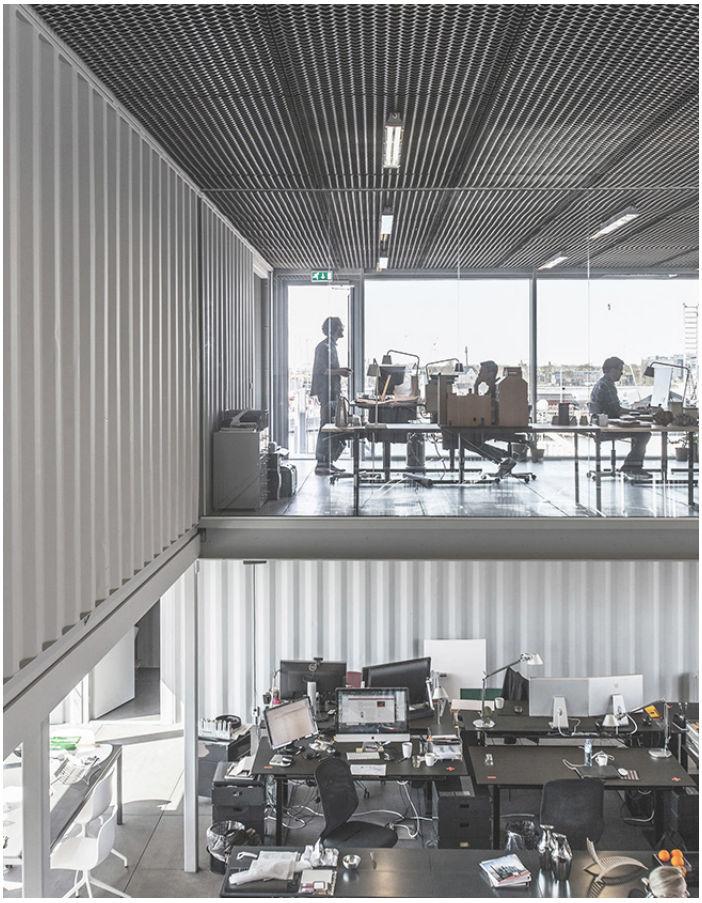


Stack I lokaliseret på Nordhavn i København.


UNIONKUL
XXXX 954347 4561
XXXX 942795 4561
CAUTION 9'6" HIGH



Billeder rummene inde i Stack II.





Skaber programmet med kunden
Arcgency arbejder lige nu sammen med NREP, By & Havn og Unionkul om at udvikle Tunnelfabrikken på Nordhavn. Tunnelfabrikken er en gammel hal, der skal omdannes til samlingssted for restauranter, kontorer, en børnehave, en skole, event-rum, udstillinger og meget mere.

Tunnelfabrikken bygges, så funktionaliteten kan ændres og tilpasses nye behov over tid. Byggeriet betragtes som en sættekasse. Det betyder bl.a., at alle vægge er fleksible og kan flyttes og genbruges forskellige steder i bygningen. Væggene udvikles, så de er brandsikre og giver akustisk kvalitet, samtidig med at de er flytbare. For at det kan lade sig gøre, skal væggene konstrueres af få lag og med mekaniske samlinger og ingen behandlede overflader. Det ender ud i en ny arkitektur, som bryder med de rene linjer og flader og som vinder mere og mere frem, vurderer Arcgencys grundlægger.

Bæredygtighed og herlighed
Arcgency arbejder primært for private bygherrer, da de offentlige er bundet af at skulle udbyde deres byggerier. En præmis som kan være hæmmende for den bæredygtige innovation. Arcgencys forretningsmodel kræver, at arkitekterne er med fra starten i et byggeprojekt. Dvs. før byggeprogrammet er udviklet.

"Prioriteringen af, hvordan vi får mest bæredygtighed, fællesskab og herlighed ind i byggeriet for de penge der er, ligger jo i programmets udformning. Ved at være med fra start bliver det en samlet pakke, vi tager stilling til. Og ikke kun arkitekturen. Vi er lige så aktivt deltagende i, hvordan der skabes en attraktiv økonomi i de projekter, vi udvikler," siger Mads Møller.

Vil du vide mere —

Mads Møller Arkitekt MAA og Grundlægger
Kontakt moller@arcgency.com
Placering København
Web arcgency.com/



Minicase —

Forandring i din smartphone

En smartphone er en forbrugsvare, der ofte smides ud, når den skal opgraderes eller når der kommer et nyere produkt. I gennemsnit udskifter vi vores smartphones med et 24 måneders interval.

Fairphone går den modsatte vej. Telefonen er designet og samlet af modulære komponenter, der kan skilles ad og skiftes ud, hvis noget går i stykker eller skal opgraderes. Med i æsken følger en skruetrækker og på hjemmesiden sælges officielle reservedele, så du kan købe en ny skærm, højtaler eller et nyt batteri og udskifte det selv.

Nogle af Fairphone-telefonens mest bæredygtige funktioner kan man ikke se. De er fremstillet af materialer, der er enten genbrugte eller udvundet på fair vis under bedre arbejdsforhold end ved normal smartphone-fremstilling og med fokus på reduktion af elektronikaffald.

Fairphone
Placering Amsterdam, Holland
Web fairphone.com

Minicase —

Belysning til en cirkulær fremtid

En stor analyse fra Danmarks Tekniske Universitet viser, at ved at genbruge armaturer og ombygge dem med LED-indsatser, kan man spare op til 42% CO2-udledning. Det gør Fischer Lighting.

Delene i et armatur er oftest holdt sammen af magneter eller hurtige gevind, der kan skrues af med håndkraft, så man kan udskifte delene og opgradere elektronikken. Efter endt levetid er det ligeledes let at dele armaturet op i rene materialefraktioner for at sikre den bedste genanvendelse.

Fischer Lighting har desuden i samarbejde med 3XN / GXN skabt en lampe, som er designet efter cirkulære principper og består af genbrugte armaturer og genanvendte fiskenet. Lampen er den første af flere i en serie og har allerede vundet flere bæredygtighedspriser og anerkendelser.

Fischer Lighting
Kontakt Lars Elmvang, Partner, Director of Strategy
Mail lel@fischer-lighting.com
Placering København, Danmark
Web fischer-lighting.com





Minicase —

Open-source-design til en krisetid

Under COVID-19-krisen opfordrede myndighederne over hele verden til, at vi arbejdede hjemme for at forhindre virussen i at sprede sig yderligere. Dette skabte et presserende krav om at finde nye måder at oprette arbejdsstationer på.

Den danske startup Stykkas svar er et skrivebord, produceret udelukkende i pap, der er 100% genanvendeligt. Skrivebordet sendes som flatpack og samles på få minutter med nogle få strips. På virksomhedens hjemmeside er det også muligt at downloade aproduktionsfilerne, så du gratis kan "printe" dit eget skrivebord her og nu.

Stykka har efter samme principper designet et ansigtsvisir, der kan beskytte mod virus. Det kan også bestilles billigt fra hjemmesiden eller produceres derhjemme med open-source produktionsfiler.

Stykka
Placering Glostrup, Danmark
Web stykka.com

Lejerbo —

Lejerbo vil bygge adskilleligt byggeri på markedsvilkår

Byggeriet Circle House skal designes, så 90% kan genanvendes efter endt brug. En af udfordringerne er at afdække markedet for brugte byggematerialer.

Lejerbo har udbudt 60 boliger i Århus, der skal bygges efter principperne i design for adskillelse. Projektet "Circle House" har som overordnet målsætning, at 90 % af boligernes byggekomponenter og materialer skal kunne skilles ad og genanvendes til højst mulige værdi. Det har rejst en række spørgsmål i processen, fortæller projektleder i Lejerbo, Jesper Kort Andersen.

"En af de ting, vi har drøftet indgående op til udbuddet, er, hvilket niveau for adskillelse, vi efterstræber. Er det tilstrækkeligt, at vinduerne kan pilles ud af facaden? Eller skal vinduerne også kunne adskilles? Et andet spørgsmål, der har været drøftet er hvilke dele af enterprisen, der skal være omfattet: Er det både råhus, aptering, vådrum og el-installationer, der skal kunne skilles ad, eller kun de dele, hvor genbrug er væsentligst? " forklarer Jesper Kort Andersen og fortsætter:

"Hvis et vindue kan bruges i sin helhed efter endt brug, er det måske ikke nødvendigt, at det kan skilles ad. Men en af udfordringerne her er, at det er meget svært at afdække markedet for fremtidens brugte byggeprodukter og materialer.

Uanset om vi taler beton, jern, brusekabiner, vinduer eller varmesystemer, vil vi ikke kunne validere tilbudsgivernes vurdering af, hvad det er værd i fremtiden. Vi ved bare, at markedet efter brugte byggematerialer er voksende på grund af stigende efterspørgsel og vigende adgang til primære ressourcer," forklarer Jesper Kort Andersen.

> "Byggeriet skal altså ikke alene leve op til, at de enkelte materialer og komponenter kan adskilles. Det skal også bygges op, så det er logisk at komme til de bygningsdele, der hurtigst skal skiftes ud."

Jesper Kort Andersen
Projektleder, Lejerbo



Jesper Kort Andersen foran Circle House Demonstratoren.

Tilbudsgivere sætter niveauet for adskillelse
I udbudsmaterialet lader Lejerbo det være op til tilbudsgiverne at argumentere for niveauet for adskillelse og hvilke dele af enterprisen, som skal indgå. Tilbuddene skal leve op til projektets målsætning om, at 90% af byggeriets byggekomponenter og materialer skal kunne skilles ad, men derudover kommer tilbudsgiverne til at konkurrere på, hvordan de går til opgaven.

Udbuddet af Circle House indebærer to faser: Først en prækvalifikation, hvor fire totalentreprenører udvælges, og dernæst en tilbudsrunde. Tilbudskriterierne i udbuddet er kvalitet, pris, organisation og byggeproces, hvor kvalitet – og hermed kravene til, at byggeriet skal være adskilleligt – vægter 50%.

Fakta —

Design for adskillelse i Circle House

Circle House arbejder med næsten alle kriterierne for design for adskillelse:

— **Genanvendte materialer**
Genanvendte materialer får point, fordi de i LCA analysen vil score højt.

— **Simplificering**
Tilbudsgivere skal aflevere manual for nedtagning af byggeriet. Nedtagning kræver en simpel byggekonstruktion.

— **Undgå farlige stoffer**
Lejerbo har vedlagt black-liste fra Cradle to Cradle, der viser de farlige stoffer, som ikke må benyttes i byggeriet.

— **Samme materialer**
Materialer, der er kompositte eller indeholder sandwichelementer, vil score lavere end rene materialer.

— **Materiale- / bygningspas**
På produkttilbudslisten skal det oplyses, om materialet har et matrialepas. Der udarbejdes også et bygningspas for hele byggeriet.

— **Samlinger**
Tegninger over byggeriets konstruktion og byggeteknik vil afsløre samlinger og adgangen til disse. Enkle samlinger vægter højst på pointskalaen.

— **Undgå specialdesign**
Det er ikke et kriterium, men prisen gør, at industrielt design og modulært design er en nødvendig del af Circle House.

— **Åbne byggesystemer**
Circle House er open source. Hele innovationsprocessen op til udbuddet, som er finansieret af MUDP og Realdania, bliver bilagt udbudsmaterialet.

Tilbudsgivere redegør for kvalitet
Under kvalitetskriteriet skal tilbudsgiverne redegøre for følgende:

A. I hvor høj grad deres forslag lever op til Lejerbos målsætning med byggeriet.

B. Montering og byggeteknik i tegninger af 1:5 – herunder hvordan demontering af byggeriet kan foregå.

C. Livscyklusanalyser af de foreslåede materialer.

D. En produktliste, der gennemgår de foreslåede produkter i forhold til farlige stoffer, adgang til materialepas, mv.

Store krav
Projektlederen ved godt, at det stiller store krav til tidbudsgiverne. Derfor har Lejerbo været nødt til at prioritere nøje.

"I udvælgelsen af tildelingskriterier har vi forsøgt at begrænse os. Eksemelvis har vi sagt, at hvis en tilbudsgiver vælger at benytte allerede brugte materialer, belønnes det i LCA (Life Cycle Analysis). Så genanvendelse er ikke et selvstændigt tildelingskriterium. Og bl.a. derved har vi kunnet reducere antallet af tildelingskriterier," forklarer han.

Ser frem til markedets bud
Lejerbo har som almen boligforening et fast rammebeløb at bygge for. Og hos Lejerbo ser man nu frem til at få markedets bud på, hvor meget kvalitet, der kan opnås inden for prisen.

"Med principperne for cirkulær økonomi og design for adskillelse ser vi frem til at kunne udvikle vores boliger i en mere bæredygtig retning til gavn for både vores beboere og samfundet. Udbuddet af Circle House vil give os svar på, hvor langt vi kan komme i det første projekt", slutter Jesper Kort Andersen.



Circle House Lab på rundtur i Demonstratoren.

Vil du vide mere —

Jesper Kort Andersen Projektleder
Placering Valby, Danmark
Web lejerbo.dk
Email jea@lejerbo.dk

Lejerbo

Ropox —

Behov for fleksibilitet fører til design for adskillelse

Virksomheden Ropox har specialiseret sig i handicapvenlige møbler og hjælpemidler. Design for adskillelse understøtter produkternes funktionalitet.

For virksomheden Ropox er fleksibilitet et nøgleord, og det har medført, at en række af virksomhedens produkter er designet, så de er adskillelige. Blandt flytbare vægge, der er udviklet ud fra et ønske om at skabe ældreboliger, der kan tilpasses nye krav over tid. Det forklarer Business Development Manager Peter Bjaldby:

"For os har det været vigtigt at kunne tilbyde plejeboliger fleksible vægge, der gør det muligt fx at ændre på soveværelsets størrelse. En beboer, der ikke er sengeliggende, vil typisk helst have mere plads i stuen i forhold til en beboer, der er sengeliggende. Når en væg kan flyttes af én person på under to timer bliver det muligt at tilpasse boligen til den enkeltes behov," siger Peter Bjaldby.

Montering tænkt ind i design for adskillelse
Væggen består af to produkter: Ecophon akustikplader og Ropox-designede aluminiumsrammer, der er sat sammen med beslag og skruer. Enkeltdelene vejer maksimalt syv kg. Væggen fastgøres kun øverst, hvorfor udbedringen efter flytning er minimal.

Ud over at den flytbare væg betyder, at man kan ændre boligens rumindretning og derved forlænge dens levetid, er væggenes materialer genanvendelige. Ecophon-pladerne består af 70% genbrugsglas samt et plantebaseret bindemiddel, og har samtidig fine egenskaber til at optimere akustik. Materialet må ikke overfladebehandles, hvis det skal virke akustisk. Derfor det kan genanvendes til andre formål efter endt brug. Aluminiumsrammen genbruges med 95-98%.

"Resterne fra vores produktion af metaller, herunder aluminium, sælger vi til Stena Recycling (se case side 45) for den aktuelle markedspris pr. kg. Og da vi er leverandør til deres genbrugsforretning, har de tilbudt os rådgivning i, hvordan vi kan forfine designprocessen omkring vores produkter, så mest muligt kan genbruges til højst mulig kvalitet," forklarer Bjaldby.



Ropox fleksible vægge med skydedøre.

> Vi gør det, vi gør, fordi vi mener, at det er det rigtige, og fordi vi er overbeviste om, at det bliver en del af fremtidens marked at producere uden at skade miljøet.

Peter Bjaldby
Development Manager

Vil du vide mere —

Peter Bjaldby Development Manager
Email pb@ropox.dk
Placering Næstved, Danmark
Web ropox.dk

ROPOX™



Billeder af Ropox fleksible vægge i en lejlighed.

Parat til fremtidens marked
Ropox har endnu ikke oplevet en efterspørgsel efter produkter, der er cirkulært producerede.
"Vi gør det, vi gør, fordi vi mener, at det er det rigtige, og fordi vi er overbeviste om, at det bliver en del af fremtidens marked at producere uden at skade miljøet," forklarer Peter Bjaldby, der heller ikke oplever stigende priser på ressourcer, der ikke er genanvendelige:

"Vi oplever intet prisincitament for at genbruge. Det er primært et ønske om at bruge genanvendte ressourcer for at bidrage til bæredygtigheden i det samfund, vi er en del af, der driver os. Og det vil vi selvfølgelig også gerne fortælle omverdenen. Fordi vi mener, at det er den rigtige måde at producere på" slutter Peter Bjaldby.

Ropox flytbare vægge lever op til kriterierne i design for adskillelse —

1. Brug af genanvendelige materialer: 99-100%.
2. Brug af genanvendt aluminium.
3. Minimering af antallet af materialer - primært to.
4. Ingen forskellige materialer, der ikke er adskillelige.
5. Ingen overfladebehandling.
6. Alle dele kan skilles ad via beslag og skruer. Ingen lim.
7. Simpel, modulær konstruktion.
8. Produktets materialer kan identificeres gennem produktblade.
9. Designet er skabt til genanvendelse.





Minicase —

Cirkulært design anno 2017

Da ABN AMRO, Hollands tredjestørste bank, i 2014 skulle opføre en ny bæredygtig pavillon uden for hovedkontoret i Zuidas, traf de en stor beslutning, som de ikke på dette tidspunkt vidste præcis hvad betød: pavillonen skulle være cirkulær. Sammen skabte arkitekterne Cie., entreprenøren BAM og universitetet TU Delft Circl Pavillon.

Bygningen, som er det første eksempel på bæredygtig og cirkulært design i praksis, har, siden den stod færdig i 2017, været et benchmark for cirkularitet i byggebranchen. Designstrategien har været at undgå affald – at bruge genanvendte materialer og designe med fokus på genbrug.

Pavillonens trækonstruktion er designet for adskillelse og fremstillet i lokalt produceret lærketræ. Trægulvene er kasserede trærammer, som er savet til og lavet til nye trægulve. Klinkegulvene er lavet af genanvendt beton. Alle elevatorer er leasede og kan afleveres tilbage til fabrikanten efter 10 år.

Circl
Placering Amsterdam, Holland
Web circl.nl

Minicase —

Cirkulært design anno 1967

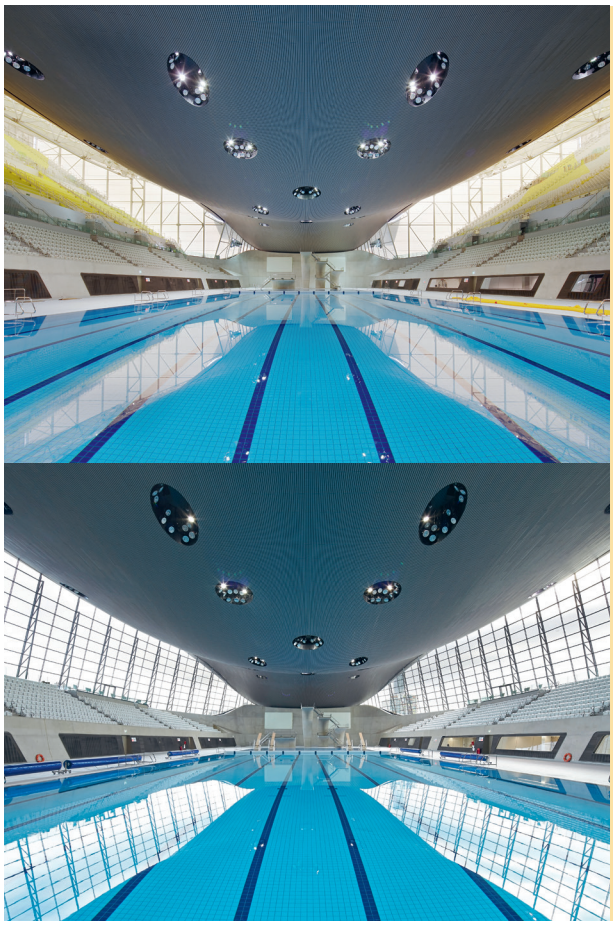
Det gamle pædagogseminarium, UCC Ballerup seminarium fra 1967, er ved at gennemgå en total ombygning, der omdanner det til nye bo- og dagtilbud for udviklingshæmmede.

Byggeriet er i sin tid opført efter cirkulære principper af Fællestegnestuen, som tegnestuen Vandkunsten udspringer af. Den oprindelige arkitektur er designet i betonelementer, der kan skilles ad og væggene kan pilles ned, renses og flyttes for at rum og bygninger kan ændres til de nye behov.

Tegnestuen Vandkunsten, som står for at lave lejligheder i de tidligere klasselokaler, får i arbejdet med omdannelsen vigtige erfaringer med de praktiske udfordringer i omstillingen til cirkulært byggeri. For det er ikke alle de gamle bygningsprincipper, der lever op til nutidens standarder.

Vandkunsten
Kontakt Anne-Mette Manelius, arkitekt
Mail am@vandkunst.dk
Placering København, Danmark
Web: vandkunsten.com





Minicase —

Det olympiske eftermæle

Hvert fjerde år er ét sted i to uger genstand for hele verdens opmærksomhed – den Olympiske By der huser de Olympiske Lege. Værtsbyen bruger enorme mængder ressourcer på at konstruere OL-byen, og når de to uger er forbi, står en række store bygninger tilbage uden et klart formål.

Da London i 2012 var OL-værter, ville de gøre det anderledes. Deres bud var fra starten fokuseret på legenes eftermæle (legacy) og de anvendte design for adskillelse for at sikre, at de opførte stadions både havde kapacitet til legene og efterfølgende kunne tilpasses byens og borgernes behov.

Det Olympiske Stadion, tegnet af Populous arkitekter, kunne under legene rumme 80.000 tilskuere. Nu huser det fodboldklubben West Ham og kan rumme 60.000 tilskuere. Arkitekten Zaha Hadids svømmestadion, London Aquatic Centre, kunne ligeledes omdannes fra 17.500 tilskuere i "olympisk tilstand" til 2.500 tilskuere i "eftermæle-tilstand" som offentlig svømmehal.

Queen Elizabeth Olympic Park
Placering London, England.
Web queenelizabetholympicpark.co.uk

VELFAC —

VELFACs vinduer kan skilles ad

VELFAC har i mange år arbejdet med design for adskillelse for at sikre funktionalitet, holdbarhed og ansvarlig ressourceudnyttelse.

I midt 80'erne var det et ønske om øget funktionalitet og materiale-effektivitet, der motiverede vinduesproducenten VELFAC til at arbejde effektivt med ressourceudnyttelse og de første elementer af design for adskillelse.

"Det var vigtigt for os, at vores produkter havde høj kvalitet og lang holdbarhed, og samtidig understøttede en ansvarlig ressourceudnyttelse," fortæller Peter Grønlund, leder af LIVINGlab - bæredygtigt videnscenter for DOVISTA Gruppen, hvor VELFAC indgår.

Vinduer holder 40-50 år

VELFACs vinduer holder i gennemsnit 40-50 år. Og Peter Grønlund er glad for, at miljø, helhedssyn og Life Cycle Assessment (LCA) er blevet markedsdrivere, når der skal købes byggeprodukter.

For sådan har det ikke altid været. Op gennem 00'erne og 10'erne var det primært energieffektivitet, der drev produktudviklingen i branchen. To-lags-glas blev erstattet af tre-lags-glas og sammen med stadigt større krav til tætning og isolering medførte energikravene, at der blev eksperimenteret med og introduceret flere produkter med sammenlimning af kunst- og kompositmaterialer. En udvikling, der ikke harmonerede med VELFACs ønsker om at lave produkter, der består af naturlige materialer, som kan skilles ad, sorteres i rene materialefraktioner og genanvendes.

"Det har i perioder været fristende, ud fra en pris- og marketingsovervejelse, at erstatte træet i vinduet med fx et korkmateriale eller et oliebaseret kunststofprodukt, der i nogle situationer kan være marginalt mere isolerende og billigere. Men det ville være at gå på kompromis med vores helhedssyn, livscyklustankegang og miljøfokus og ønske om at holde os til kendte rene materialekategorier, der let kan genanvendes. Vi vil ikke gå den vej og bruger i dag kun kunststoffer dér, hvor der ikke er renere alternativer. Bl.a. til tætningslister og kuldebro-afbrydelse," forklarer Peter Grønlund.

Markedet efterspørger dokumentation

Bæredygtighedschefen oplever, at certificeringer som DGNB har fået byggeriets øjne op for, at produkter skal bidrage til helhedsorienterede løsninger, der kan underlægges LCA-beregninger og dokumenteres bl.a. med henblik på genbrug og genanvendelse. VELFAC har som de første i vinduesbranchen og byggeriet udviklet en dokumentationspakke for deres mest solgte produkt VELFAC V200, hvor alle tal, der skal anvendes i en DGNB-certificering, fremgår.



VELFAC 200 vindue monteret i facade.

> Affaldshåndtering vil undergå en enorm udvikling i de kommende år. Teknologien vil udvikle fintmaskede kategoriseringssystemer, og når vi på et tidspunkt forhåbentlig begynder at sortere efter de samme fælles principper i danske kommuner og mellem de europæiske markeder, så sker der for alvor noget.
>
> **Peter Grønlund**
> Bæredygtighedschef, Velfac

"En stor del af VELFACs kunder udgøres af arkitekter, ingeniører og de store entreprenørvirksomheder, der i dag arbejder for professionelle bygherrer. De er optaget af at få dokumenteret bæredygtigheden i deres produkter. Dem og vores øvrige kunder vil vi gerne servicere så godt og professionelt som muligt, også når det gælder bæredygtighed," forklarer bæredygtighedschefen.

Stadig finere sortering er vejen frem

Cirkulær Økonomi og design for adskillelse er en strategisk prioritering for VELFAC.

"Det er ikke en påtrængende ressourceknaphed, der driver os. Den kan vi ikke rigtig mærke endnu. Vi fokuserer rigtig meget på fortsat at kunne basere vores produkter på træ, som vi synes er et vidunderligt materiale, og derudover er ingen af de hoved-materialekategorier, som vores vinduer består af, for nærværende knappe ressourcer. Det kommer måske, men det har ikke sat sig igennem i markedet endnu. Det er ansvaret for vores fælles klode og ønsket om at sætte vores kunder i stand til at bygge bæredygtigt, der for alvor ligger os på sinde," fortæller Grønlund, der vurderer at genanvendelse og sortering i stadig finere materialekategorier er vejen frem.

Skalerbare systemer nødvendige

Peter Grønlund peger på, at en forudsætning for, at byggeindustrien kan indarbejde genanvendte ressourcer, er, at der findes skalerbare systemer, relevant materiale-volumen og dermed forsyningssikkerhed.

"I dag går vores dygtige træ-eksperter rundt i de nordeuropæiske skove og udvælger de fyrretræer, som vi skal producere vinduer af om to år. Anvendelse af genbrugte materialer kan ikke planlægges i samme grad endnu, ligesom de ikke umiddelbart lever op til de dokumentations- og kategoriseringskrav der er nødvendige i fx en CE-mærkning."

Fremtidens genbrug kommer ifølge bæredygtigheds-chefen i langt højere grad til at handle om at genanvende materialer end om at genbruge fx skruer som skruer og hele vinduer som hele vinduer.

"Den teknologiske udvikling gør, at det er stort set umuligt at forudsige, hvordan et helt vindue vil blive håndteret efter 1. brugsfase om måske 50 år. Det er svært at gætte på hvilke adskillelses-teknologier vi har udviklet til den tid. Men at der er brug for metallerne, træet, og glasset som råstoffer - det føler jeg mig helt sikker på," siger Grønlund.



Et VELFAC 200-vindue adskilt i materialefraktioner.



VELFAC lever op til de fleste af de kriterier, der definerer design for adskillelse i deres produkter.

1. Genanvendelse: 93% af et typisk VELFAC-vindue kan umiddelbart genanvendes. De sidste 7% består af kunststoffer, der anvendes for at holde vinduerne tætte og kuldebro-afbrudte. Nogle af de 7% kan genanvendes, når gamle vinduer ender på genbrugsstationer, men bliver det i dag typisk ikke.

2. Brug af genanvendte materialer: Det er i dag svært at få genanvendte materialer, der kan styrkeklassificeres, så de kan CE-mærkes. Men i fx den vejrligsafskærmning, der i dag bruges på nogle af VELFACs produkter, indgår der 30-40% genanvendt aluminium.

3. Minimering af antallet af materialer: VELFACs vinduer består primært af træ, glas og aluminium. De øvrige materialer er nødvendige for at sikre funktionalitet, kuldebroafbrydelse og tæthed.

4. Overfladebehandling: VELFAC maler sine vinduer med vandbaserede malings-systemer. Fyrretræ skal behandles, hvis det skal holde i det danske klima.

5. Dele kan skilles ad: VELFAC bruger fortrinsvis beslag og skruer og undgår sammenlimning, hvor det er teknisk muligt, og i overensstemmelse med tekniske standarder.

6. Simpel, modulær konstruktion: VELFACs vinduer er simple og modulære.

7. Undgå giftige materialer: VELFAC har et meget stærkt miljøfokus og minimerer anvendelsen af kemikalier, hvor det er praktisk muligt. VELFAC overholder naturligvis alle gældende regler og lovgivninger indenfor kemikalier og tilsætningsstoffer. VELFAC er indeklimamærket, og leverer døre og vinder til både Svanemærket- og DGNB-byggeri, samt til andet bæredygtighedscertificeret byggeri i Sverige, Norge, Tyskland, England og Irland.

Vil du vide mere —

Peter Grønlund Bæredygtighedschef
Mail peg@dovista.com
Placering Horsens, Danmark.
Web velfac.dk

VELFAC®

Stena Recycling —

Rådgivning i design for adskillelse er naturlig del af kundekontakten

Engang var Stena Recycling skrothandler, der opkøbte jern og andre metaller fra industrien i form af fejlproduktioner, afklip og spåner. I dag er handlen med metaller suppleret af handel med elektronik, plastik og byggeaffald, Stena Recycling er også en rådgivningsvirksomhed og findes mere end 200 steder i 10 lande.

Siden 1939 har Stena Recycling genbrugt ressourcer. Hvor andre så affald, så virksomheden forretning. Og helt fra begyndelsen har det været en naturlig del af virksomheden også at rådgive kunderne om, hvordan de designer deres produkter, så restmaterialerne bliver mest muligt værd. Eller med andre ord – rådgive om principperne i design for adskillelse eller design for recycling, som det kaldes i virksomheden i dag.

"Vi har jo kundernes produkter mellem hænderne, når vi afhenter rester fra produktionen. Og vores forretning er baseret på at skille produkter ad for at genanvende enkeltdelene. Derfor ved vi nøjagtigt, hvad det indebærer af værktøj og timer at skille noget ad. Den viden gør det let at hjælpe kunderne til at designe produkterne, så de kan få så høj en værdi ud af restmaterialer som muligt," forklarer miljø- og arbejdsmiljøchef Lise Lyngfelt Molander.

Hjælper kunderne til højest mulig værdi

Helt konkret kan Stena Recycling hjælpe kunderne med at undersøge, hvilke materialer og sammenhæftninger, der kan give produkterne størst værdi, når de skal genanvendes. Det kan handle om at foreslå en skrue i stedet for lim, fjerne overfladebehandling eller benytte et lidt renere materiale, siger Lise Lyngfelt Molander.

"Forløbet er typisk, at den første kontakt går gennem vores salgsfolk. Hvis der er interesse her, inddrager kunden sine produktions- og bæredygtighedsfolk. Sammen med dem finder vi frem til den bedste løsning og underviser også gerne relevante medarbejdere i design for adskillelse og hvordan man opnår den største renhed i produktionen."

Ingen skrift på plastikposen

I 2018 etablerede Stena Recycling en egentlig rådgivningsydelse i, hvordan man designer for adskillelse og dermed for genbrug og genanvendelse. En af kunderne er dagligvarevirksomheden Nemlig.com. Her handler samarbejdet om de plastikposer, som Nemlig.com udbringer varer i.

"Poserne er af en sådan renhed, at de kan indsamles næste gang, Nemlig.com er ude med varer, for derefter at blive renset, granuleret og klar til ny plastikposeproduktion. Det er ikke muligt, hvis poserne puttes i plastikcontainere sammen med alverdens andre plasttyper," siger Lise Lyngfelt Molander, der også fortæller, at virksomheden har anbefalet



Plastikaffald upcyclet til plastikgranulat, der kan anvendes i nye produkter.

Nemlig,com ikke at skrive på plastikposerne, at de bliver genanvendt. For farven fra skriften forurener plasten, så den ikke kan bruges til klare plastikposer.

"Vi ser det som et konkurrenceparameter, at vi er i stand til at rådgive vores kunder, så de materialer, de leverer til os gennem restproduktion eller skrot er så rene som muligt," konstaterer Lise Lyngfelt Molander.

Nye forretningsområder

Stena Recycling er et godt eksempel på, hvordan nye forretningsområder udvikler sig i takt med en større opmærksomhed på ressourceforbrug. Både med nye typer ydelser og nye typer af materialekategorier.

I efteråret 2019 har Stena Recycling åbnet et teknologicenter i Halmstad, Sydsverige, hvor de bl.a. behandler plastaffald. Centret har en langt større forsyning af plast, end hvad maskinerne endnu kan nå at bearbejde til plastgranulat til brug for plastindustrien.

"Det er stadig en forretning i sin vorden. Men plastaffald er en vigtig samfundsdagsorden både i Danmark, EU og på verdensplan og derfor vigtig for vores kunder og os", siger Lise Lyngfelt Molander.

> "Vi ser det som et konkurrenceparameter, at vi er i stand til at rådgive vores kunder, så de materialer de leverer til os gennem restproduktion eller skrot er så rene som muligt"
>
> **Lise Lyngfelt Molander**
> Miljø- og arbejdsmiljøchef

Vil du vide mere —

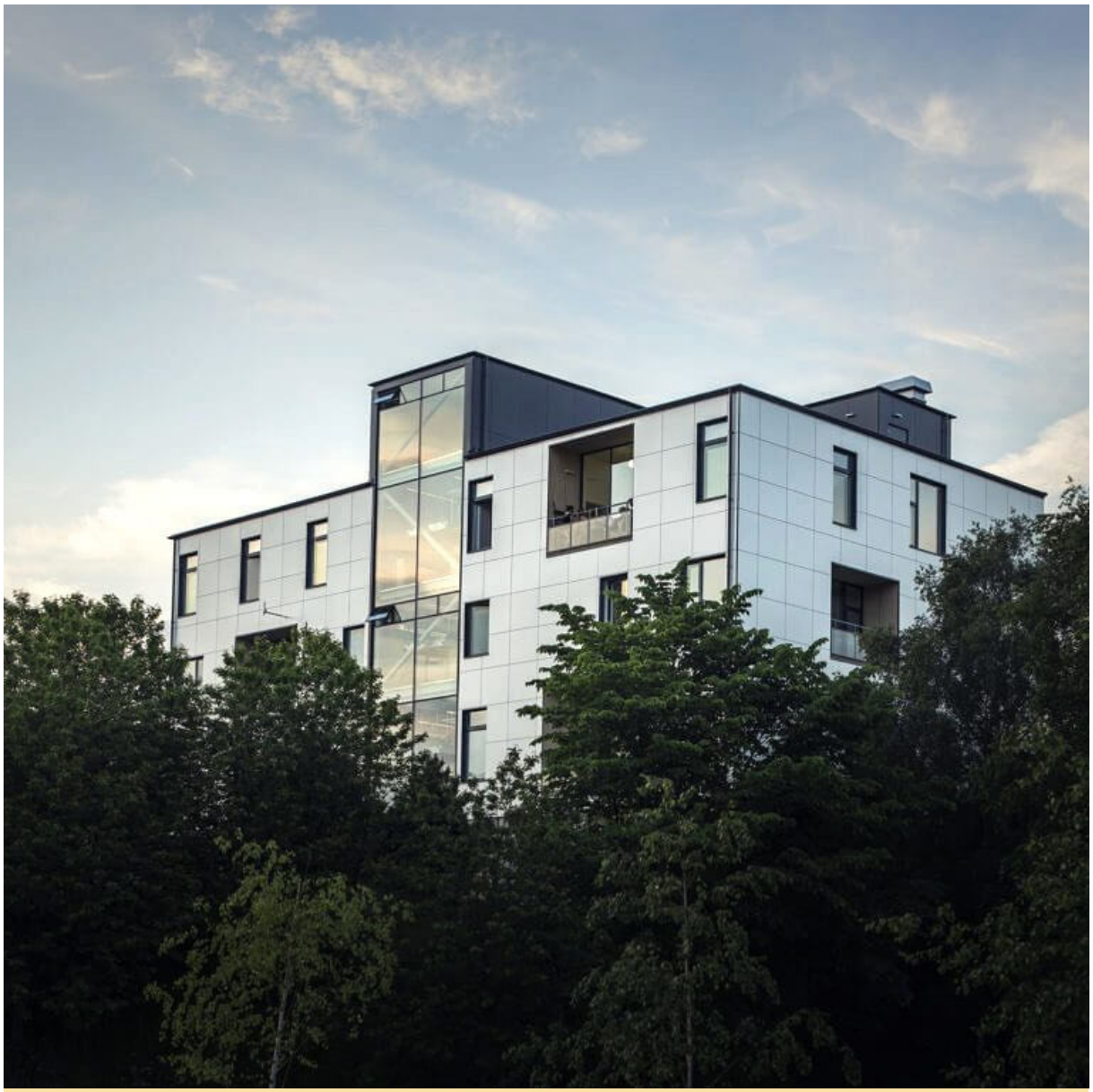
Lise Lyngfelt Molander Miljø- og arbejdsmiljøchef
Mail Lise.L.Molander@stenarecycling.com
Placering Brøndby, Danmark
Web stenarecycling.dk

STENA





Et bjerg af plastikaffald er et bjerg af ressourcer for Stena Recycling.



Minicase —

Et levende laboratorium for fremtidens bæredygtige boliger

På Chalmers Campus i Göteborg ligger HSB Living Lab. Her bor studerende og forskere permanent side om side med ca. 2.000 sensorer, mens der forskes på dem døgnet rundt.

HSB Living Lab er et ægte og unikt testmiljø for fremtidens bæredygtige boformer. Selve huset er opbygget af moduler og har kun en midlertidig byggetilladelse. Om ti år kan og skal huset flyttes et andet sted hen, også fordi det er en del af forskningen at studere processer for og teknikker til forretningsmodeller for flytbare boliger, der kan bidrage til at løse boligmanglen i Sverige.

Alle husets dele og vægge er udskiftelige. Arkitekturen viser, at bygningen konstant skifter – alle moduler og installationer er synlige, facader kan erstattes med solceller, og huset kan hurtigt ændre form. Blandt andet er der 12 udskiftelige vægafsnit, hvor hele væggen kan løftes af for at blive erstattet af en ny. Så man nemt kan studere effekten af forskellige facadematerialer, vægsystemer og isolering.

HSB Living Lab
Placering: Chalmers, Göteborg, Sverige.
Web: hsb.se/hsblivinglab/

Minicase —

Cirkulære løsninger til betonelementer

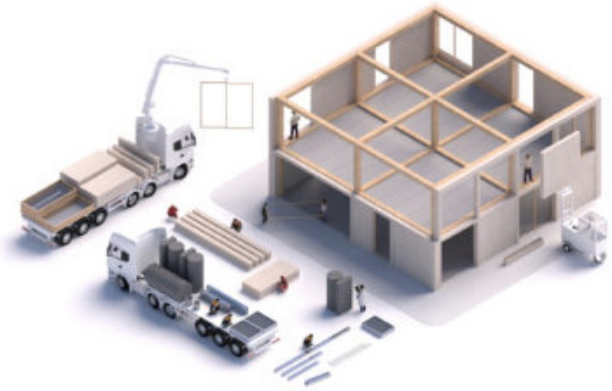
Betonbyggeri i Danmark består typisk af elementer, der produceres på en fabrik, hvorefter de køres til byggepladsen, stables, armeres og støbes sammen, så de fremstår som én uadskillelig enhed.

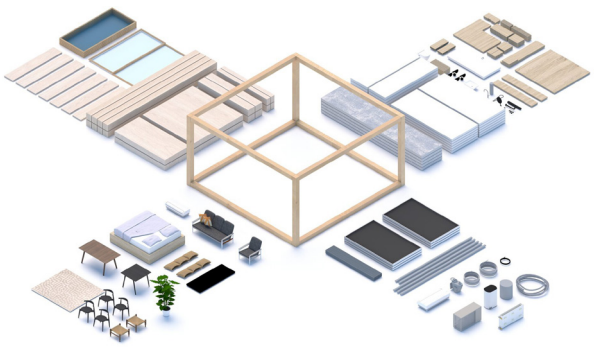
Finske Peikko leverer markedsklare boltede samlinger til betonelementer. Beslagene klarer statikken og gør det muligt at demontere betonelementerne igen. Samlingerne støbes ud, så de er tætte og kan overholde kravene til lyd og brand. Det gøres enten med en kalkmørtel, der kan spules væk på få sekunder, eller coating, der påsmøres elementerne og sikrer, at betonudstøbningerne kan slippe elementerne igen.

Peikko vurderer, at nogle af løsningerne kan reducere tykkelsen på betonelementer med helt op til 30%. Derved mindskes både materialeomkostninger og miljøpåvirkninger.

Peikko
Kontakt Jonas Høg, Direktør
Mail jonas.hog@peikko.com
Placering Odense, Danmark
Web peikko.dk







Minicase —

En vision for fremtidens cirkulære boliger

Arkitekterne Space10 og Effekt har sammen udtænkt en vision for, hvordan vi designer, bygger, finansierer og deler vores fremtidige hjem, kvarterer og byer. Projektet kalder de The Urban Village Project og målet er at skabe billigere boliger, der gør det lettere at leve bæredygtigt.

Det modulære bygningssystem i The Urban Village Project er et cirkulært materialekredsløb, hvor næsten alle bygningskomponenter og materialer kan demonteres og udskiftes, genbruges og genanvendes gennem bygningens levetid.

Dette minimerer ikke blot mængden af byggeaffald. Det giver også folk mere frihed og fleksibilitet i deres bolig. Som beboer kan du føje til og redigere dit hjem, som det passer dig – hvis du for eksempel får lyst til et gulv til loft-vindue, en balkon eller et nyt køkken.

The Urban Village Project
Web: urbanvillageproject.com

03.
Perspektiv.

> Ved at indføre design for adskillelse i byggeindustrien, har vi mulighed for at påvirke mindst halvdelen af den bygningsmasse, der findes i 2030.

Dr. Kristjan Jespersen
PhD, Assistant Professor, Copenhagen Business School

Copenhagen Business School —

Hvordan prisfastsætter vi bedst design for adskillelse?

Vi har mulighed for at påvirke mindst halvdelen af den bygningsmasse, der eksisterer i 2030, ved at bygge efter design for adskillelse. Udfordringen er, hvordan vi bedst prissætter værdien af genanvendelige byggekomponenter.

Af — Dr. Kristjan Jespersen, PhD, Assistant Professor, Copenhagen Business School.

46% af den samlede mængde affald, der produceres i Europa, stammer fra byggesektoren. Design for adskillelse skal bidrage til at nedbringe denne mængde betragteligt ved at byggematerialer og delkomponenter kan adskilles efter endt brug for at blive genanvendt.

En af udfordringerne i forhold til markedet for disse genanvendelige byggeprodukter og materialer er, hvordan værdi- og prisfastsættelsen foregår mest effektivt. Spørgsmålet er lidt forsimplet om det bedst sker ved at genbruge komponenter én til én så vidt muligt? Eller om det er ved at upcycle eller downcycle allerede brugte materialer til nye produkter?

Afhængigt af hvilke byggeprodukter og materialer, der er tale om, vil svaret være forskelligt. Ligesom en effektiv udnyttelse af brugte materialer vil udvikle sig i takt med nye teknologiske muligheder for forarbejdning over tid.

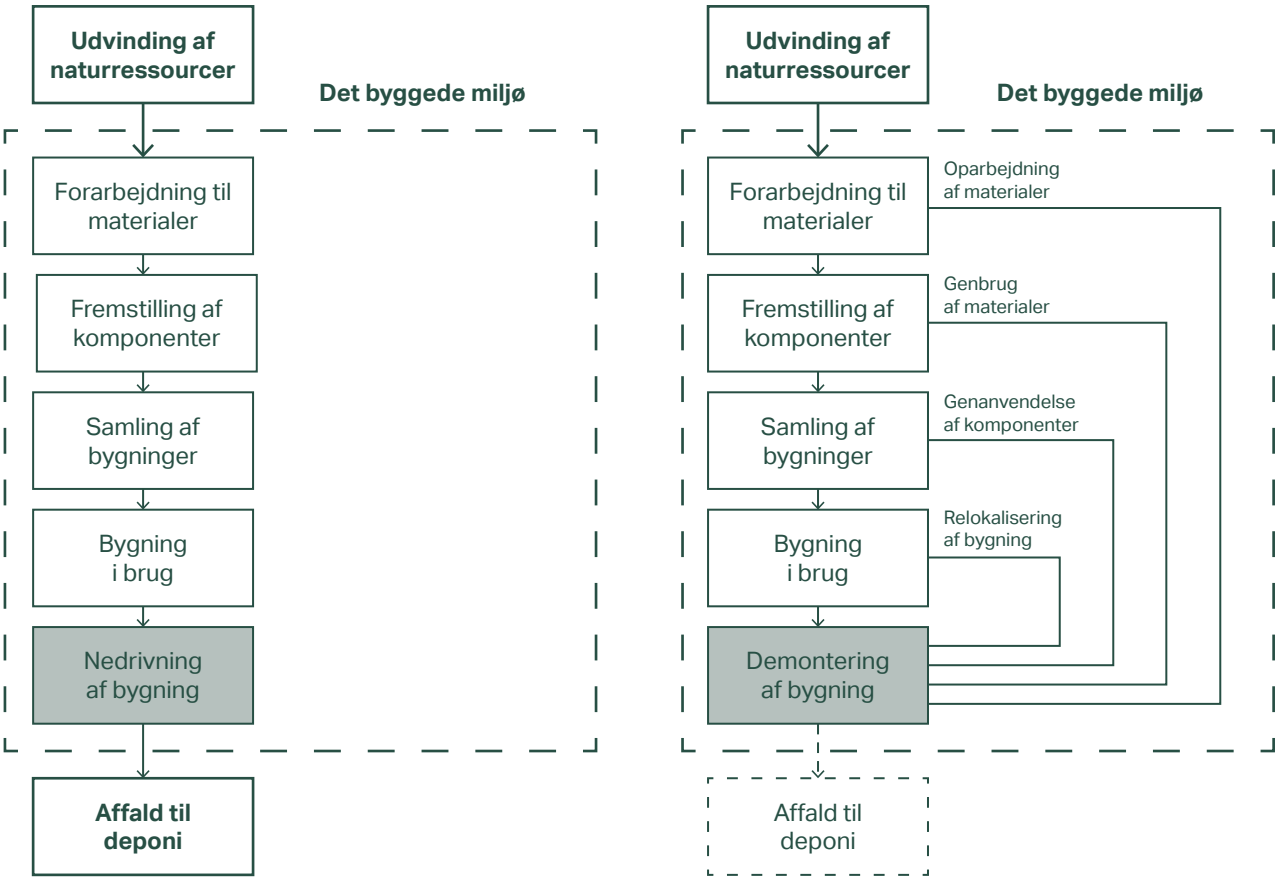
Forskellen mellem et lineært design og et cirkulært design, hvor enkeltdele kan recirkuleres og genbruges illustreres i figuren på modsatte side.

Design for adskillelse er relevant i og med at 27% af de bygninger, der eksisterede i 2000, i 2030 vil være erstattet af nye bygninger. Og fordi over 50% af de bygninger, der eksisterer i år 2030 vil være bygget efter år 2000. Ved at indføre design for adskillelse i byggeindustrien, har vi derfor mulighed for at påvirke mindst halvdelen af den bygningsmasse, der findes i 2030.

Omkostningerne til adskillelse skal strømlines

Omkostningerne ved demontering af bygningsdele til brug for genanvendelse er generelt større end omkostningerne ved montering. Dette fordi man mister stordriftsfordele. Siden Henry Fords dage er monteringsanlæg og arbejdsprocesser blevet optimeret og forfinet.

Men når man demonterer, vil hver opgave være forskellig på grund af materialernes mangfoldighed og forskellige tilstand. Det kræver kvalificeret personale og ekspertise at kunne dekonstruere effektivt og miljøvenligt.



Linær livscyklus.

Cirkulær livscyklus.

Ændring af livscyklusopfattelsen for bygninger fra en lineær til cyklisk model gennem demontering (Crowther, 2005).

Ud over udfordringen med organisation, logistik og styring i demonteringsprocessen, er det en udfordring at skabe komponenter med et interface, der kan genbruges over tid og holde gennem flere generationer af produkter.

Hvis bygninger kunne følge det samme princip som LEGO, hvis byggeklodsers stik er forblevet uændret i mange år, vil det være ideelt. På næste side er eksempler på, hvordan der er arbejdet med design for adskillelse i stor skala:

R 128 House, Tyskland 2000'erne
R 128 House fra Tyskland er med sin teknologi og sit miljøbevidste design et enfamiliehus, hvis komponenter er fuldstændigt genanvendelige og udledningsfri.

Huset er selvforsynende med varme og øvrig energi, og de primære konstruktionsmaterialer, der inkluderer 20 ton glas og 12 ton stål, er udledningsfrie og genanvendelige, hvilket er muliggjort gennem tap-samlinger og bolt-samlinger.

Huset kan altså samles og demonteres i sin helhed, og delkomponenterne kan holde gennem adskillige generationer af produkter.

Marie Short House, Australien 1970'erne
Marie Short House fra Australien kan let demonteres, flyttes og genskabes. Det er opbygget i moduler med let tilgængelige konstruktionsforbindelser, herunder bolte, der har gjort demontering og genopbygning mulig med en begrænset indsats og uden affald.

Marie Short House er bygget af simple, lettilgængelige, lokale materialer, såsom træ fra et nærliggende savværk og justerbare stålskinner, der kontrollerer ventilationen.

Intelligent arbejdsplads ved Carnegie Mellon University
Den intelligente arbejdsplads blev designet som en tagudvidelse til campus på Carnegie Mellon University og fungerer som et kontorlandskab og et levende laboratorium for forskning og udvikling inden for bæredygtige bygningssystemer.

For at imødekomme de stadigt skiftende behov for klasseværelser, kontorer, mødelokaler og laboratorieområder er det meste af interiøret sammensat af modulære, stabelbare og mobile komponenter. Kontorområder afgrænses ved brugen af båse – arrangeret som enkelt, dobbelt, eller 4-personers – og anvender præfabrikerede, 100% genvundne open-web stålspær (OWSJ), der spænder over hele bygningens bredde.

Bygningerne udnytter naturlige energiformer og energiproduktionssystemer.

Kilder

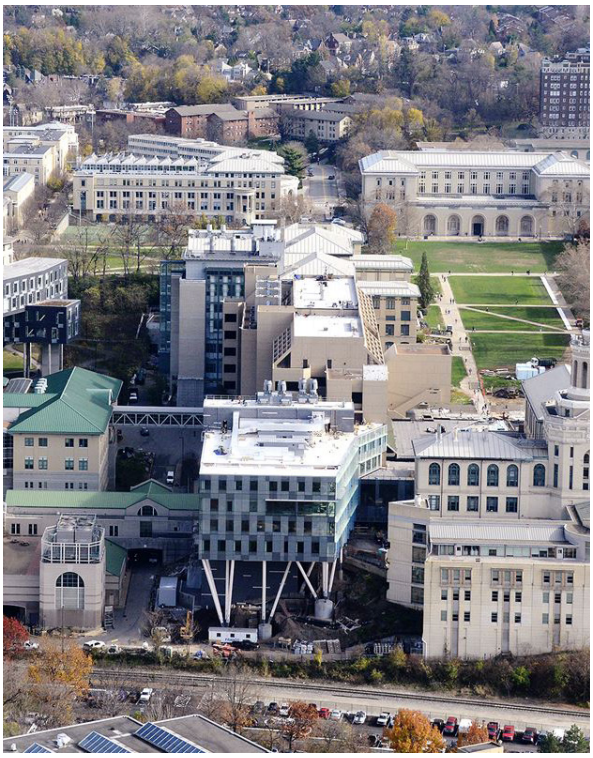
— lifecyclebuilding.org/docs/DfDseattle.pdf
— onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ad.994
— researchgate.net/publication/26901602_Living_in_the_Intelligent_Workplace_Structuring_and_Managing_Building_Operation_Information



R128 House, af Werner Sobek.



Marie Short House, designet af Glenn Murcutt.



Gates-Hillman Complex at Carnegie Mellon University.



På taget af BLOX, diskuterer Circle House Lab-deltagerne best practice eksempler på integration af design for adskillelse.



Danmarks Tekniske Universitet —

Fire tiltag, der kan fremme design for adskillelse

Debatten om design for adskillelse handler i dag primært om de strukturelle og tunge dele af byggeriet, men strategien kan udfoldes til også at dække fx aptering og renovering. Det kræver fokuseret forskning og udvikling af værktøjer til vurdering af både økonomi og miljø. Fire tiltag kan fremme design for adskillelse.

Af — Lisbeth M. Ottosen & Lotte Bjerregaard Jensen.

1. Udvikling af værktøjer til vurdering af design for adskillelse
Der skal udvikles beregningsmetoder, dokumenteret miljøvurdering og operationelle Life Circle Analysis (LCA) og Life Cycle Costing (LCC)-systemer, således at effekten af at vælge en strategi frem for en anden hurtigt kan vurderes.

Redskaberne skal kunne måle strategier for design for adskillelse i forhold til både økonomi og miljøpåvirkning i en almindelig designproces.

2. Sæt fokus på aptering, facader og renovering
Strategier for design for adskillelse bør inkludere genbrug af materialer, komponenter og installationer, som anvendes i f.eks. apteringsprocessen. De dele af en bygning, der oftest skiftes i bygningens levetid, knytter sig til netop aptering, facader og installationer. Apteringen giver over tid typisk den største CO2-belastning, fordi den oftest skal udskiftes. Det kan vise sig at have positiv betydning for indeklimaet at aptere med genbrugsmaterialer frem for jomfruelige materialer, idet afdampningen fra de genbrugte materialer må forventes at være mindre. Denne mulige gevinst skal kvantificeres og dokumenteres.

Renoveringsstrategier med afsæt i design for adskillelse åbner for nye muligheder. Alle materialer er unikke og ikke mindst de genanvendelige, som har en historik med sig til næste brugsfase fra ekstern påvirkning. Der kræves udvikling af robotter og testmetoder, der kan håndtere den ekstra arbejdsbelastning fra det ikke-standardiserede og unikke. Her kan forskning bidrage, ligesom den kan bidrage til udvikling af strategier for design til adskillelse og renovering.



DTU har sammen med InnoBYG lavet 'IDEKATALOG — over designstrategier for design for disassembly i præfabrikeret byggeri'.

3. Opret materialebanker

For effektivt at kunne anvende de materialer og komponenter, der skal adskilles og sættes op et andet sted, skal der nyudvikling til.

De scanningsværktøjer, som i dag anvendes til at skabe geometriske modeller af en eksisterende bygning, skal udvides. Screening skal suppleres med billedgenkendelse og databehandling, så materialerne kan dokumenteres digitalt i en materialebank, som lister fx mængder og antal af forskellige komponenter.

Hvis man ydermere knytter sensorer til scanningsværktøjet, så man kan identificere fx miljøgifte og skimmelsvamp, vil man kunne kvalificere indholdet i materialebanken i den specifikke bygning yderligere.

Man kan desuden med ikke-destruktive tests definere væsentlige unikke materialeegenskaber eller vurderinger af tilstanden for komponenter og således udvide materialebanken yderligere.

4. Integrer design for adskillelse i BIM

De BIM-systemer, som vi kender i dag, kan sammenkobles med materialebankerne, så de bliver et aktiv i forhold til den cirkulære tilgang til materialer.

Der skal forskes i, hvordan vi får mere ud af de lovbefalede BIM-modeller, som i mere end et årti har dokumenteret større offentlige byggerier. Og hvordan vi kan bringe officielle, danske databaser til anvendelse i materialebank-regi.

Det, at de danske bygninger er så forholdsvis gennemregistrerede i BBR (Bygnings- og bolig-registeret), kan danne baggrund for en dansk styrkeposition inden for design for adskillelse på højt internationalt niveau. BBR kan være udgangspunkt for best practice i forhold til automatiseret materialeregistrering, hvilket kan bruges i designprocessen.

En udvidet og nuanceret brug af kendte systemer som BBR til en gennemregistrering af bygninger skal inkludere både de strukturelle dele og de dele, der er knyttet til renoveringer og aptering.

Dansk Standard —

Ny ISO-standard danner afsæt for arbejde i Dansk Standard

Såfremt Dansk Standard udvikler en standard for design for adskillelse, vil det ske med udgangspunkt i en netop offentliggjort ISO-standard.

Af — Birgitte Ostertag & Charlotte Vartou Forsingdal.

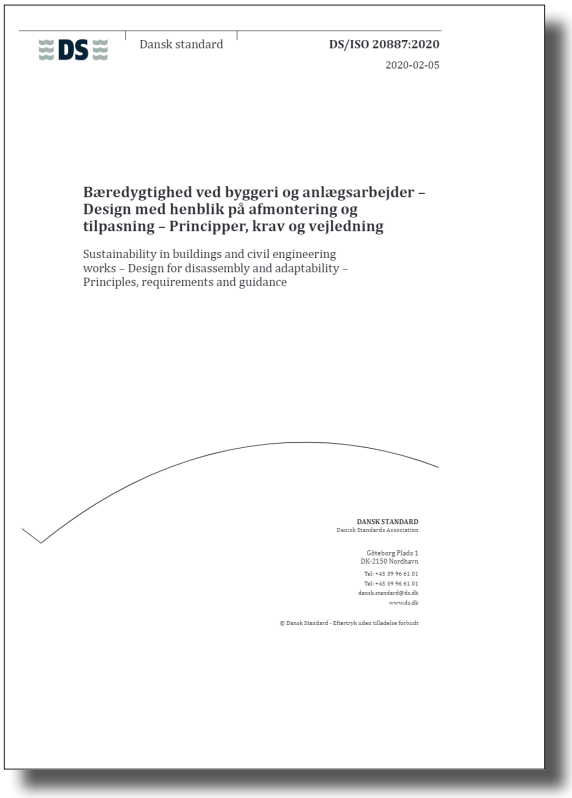
Dansk Standard arbejder fortsat på at samle de europæiske lande om at udvikle standarder for cirkulær økonomi i byggeriet. Herunder en opdateret standard for design for adskillelse. Standarderne skal forankres i det europæiske standardiseringsorgan CEN.

ISO – det internationale standardiseringsorgan, som CEN og Dansk Standard er en del af, har – februar 2020 udgivet en standard for design for adskillelse i byggeriet. Standarden hedder "DS/ISO 20887:2020 — Bæredygtighed ved byggeri og anlægsarbejder – design med henblik på afmontering og tilpasning – principper krav og vejledning".

ISO-standarden indeholder beskrivelser af alle dele af en designproces, der skal ende ud i et byggeprodukt eller et byggeri, der kan demonteres helt eller delvist for at forblive brugbart. Enten fordi det gennem en fleksibel opbygning bliver flerfunktionelt eller fordi komponenter og materialer kan udskiftes og genanvendes i andre sammenhænge og produkter.

ISO-standarden er derfor et godt sted at komme i gang, hvis man som virksomhed ønsker at certificere sit produkt efter retningslinjerne for design for adskillelse.

Den nye ISO-standard findes kun på engelsk og kan købes gennem fx Dansk Standards webshop.



DS | Dansk standard | DS/ISO 20887:2020
2020-02-05

Bæredygtighed ved byggeri og anlægsarbejder – Design med henblik på afmontering og tilpasning – Principper, krav og vejledning

Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance

DANSK STANDARD
Danish Standards Association

Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel: +45 39 96 61 01
Tel: +45 39 96 61 01
dansk.standard@ds.dk
www.ds.dk

© Dansk Standard - Eftertryk uden tilladelse forbudt

I februar 2020 udkom den første internationale standard for design for adskillelse.

Fakta —

Uddrag fra standarden

Standarden rummer fem sider med definitioner af termer fra det cirkulære byggeri. Her er et uddrag relateret til design for adskillelse.

3.13 Design for disassembly
approach to the design of a product or constructed asset [3.8] that facilitates disassembly [3.12] at the end of its useful life, in such a way that enables components [3.7] and parts to be reused, recycled, recovered for energy or, in some other way, diverted from the waste stream.

3.2 Adaptability
ability to be changed or modified to make suitable for a particular purpose.

3.5 Circular economy
economy that is restorative and regenerative by design, and which aims to keep products, components [3.7] and materials at their highest utility and value at all times, distinguishing between technical and biological cycles

Kilder og referencer —

Hvis du vil vide mere

Publikationer

Building a Circular Future
Udgiver — Støttet af MUDP.
Publiceret — 2016
Link — buildingacircularfuture.com

DS/ISO 20887:2020 — Bæredygtighed ved byggeri og anlægsarbejder – design med henblik på afmontering og tilpasning – principper krav og vejledning
Udgiver — Dansk Standard
Publiceret — 2020
Link — webshop.ds.dk

Cirkulært byggeri — Materiale, arkitektur, tektonik
Udgiver KADK
Publiceret — 2019
Link — shop.arkitektforeningen.dk

IDEKATALOG — over designstrategier for design for disassembly i præfabrikeret byggeri
Udgiver — InnoBYG
Publiceret — 2018
Link — issuu.com/www.innobyg.dk

DESIGN FOR DISASSEMBLY — Håndbog om affaldsforebyggelsei byggeriet
Udgiver — Teknologisk Institut
Publiceret — 2016
Link — vcob.dk

Design for Disassembly - Themes and Principles
Udgiver — Philip Crowther
Publiceret — 2005
Link — researchgate.net

Manual of Recycling
Udgiver — Detail
Publiceret — 2019
Link — shop.detail.de

Websites

Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet
Link — vcob.dk

The Circular Design Guide
Link — circulardesignguide.com

How to Design for Disassembly and Recycling
Link — knowledge.autodesk.com

Bag dette Green Paper —

Bidragsydere

Medvirkende

Ane Torgård, Praktikant, GXN
Ann-Britt Vejlgaard, Praktikant, GXN
Annette Hastrup, CEO & Owner, Vugge til Vugge
Anne-Mette Manelius. Arkitekt, Vandkunsten
Birgitte Ostertag, Seniorkonsulent, Dansk Standard
Camilla Lemb, Arkitekt, Arcgency
Casper Østergaard, Arkitekt og projektleder, GXN
Charlotte Vartou Forsingdal, Seniorkonsulent, Dansk Standard
David Gryth, Arkitekt
Jens Runge, Chefkonsulent, Københavns Kommune
Jesper Kort Andersen, Projektleder, Lejerbo
Jesper Ring, Adm. Direktør, Frame
Jeppe Kongstad Hjort, Arkitekt, 3XN
Johannes Greisen, Senior manager circular economy, Peikko
Jonas Høg, Director, Peikko
Kasper Guldager, Senior Partner 3XN og grundlægger GXN
Kasper Sánchez Vibæk, Quality & sustainability, Kvadrat Soft Cells
Kristjan Jespersen, Assistant Professor, CBS
Kristian Hebsgaard, Teknisk konsulent, Green Building Council
Kristine Ohrt, Senior Consultant, Ramböll
Kåre Stokholm Poulsgaard, Head of Innovation, GXN
Lars Elmvang, Partner, Director of Strategy, Fischer Lighting
Lasse Lind, arkitekt maa og partner, GXN
Lisbet Poll Hansen, Senior Technical Specialist. COWI
Lisbeth Ottosen, Professor, DTU
Lise Lyngfelt Molander, Miljø- og arbejdsmiljøchef, Stena Recycling
Lone Feifer, Director of Sustainability & Architecture, VELUX
Louise Askær-Hune, Sustainability Manager, Stark Group
Mads Møller, Arkitekt MAA og Grundlægger, Arcgency
Maria Hørman, Materials & Relations, The Upcycl
Mikkel Guldager, Arkitekt, Københavns Kommune
Michael Aastrup, Nordisk direktør. Tarkett
Morten Erikstrup, Salgsdirektør. Spæncom
Nathalie Henriksen, Teknisk konsulent, Green Building Council
Nina Viltoft Overgaard, Praktikant, GXN
Nichlas Moos Heunicke, Arkitekt, GXN
Nikolaj Callisen Friis, Arkitekt, Lendager ARC
Peter Bjaldby Development Manager, Ropox
Rasmus K. Jørgensen, CEO, KALK
Rasmus Krag, Udviklingschef, Tscherning
Rikke Ullersted, Co-founder The Upcycl
Signe Risager, Junior Product Manager, VELUX
Sigurd Andersen, Chefrådgiver, Orbicon
Sofie Witte, Sustainability Manager, Knauf
Søren Barsøe, QR Ingeniør, RGS Nordic
Tim Magnusson, Design Engineer, Fisher Lighting
Tine Lange, Grundlægger og Partner, Responsible Assets
Trine Becket, Konsulent, Responsible Assets
Wickie Meier, Director and Partner, Really


Realdania
PensionDanmark
BOLIUS
DS
DANSK STANDARD
BLOXHUB
BeResourceful
AY
Arcgency
ERHVERVSSTYRELSEN
Miljø- og Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen
Really.
BYGHERRE PARTNER
THE UPCYCL
EGEN VINDING & DATTER
REGNESTUEN
HAUKOHL & KØPPEN
BOLIG KONTORET ÅRHUS
akt II
BEWi
Synbra
FORENINGEN FOR BYGGERIETS SAMFUNDSANSVAR
DTU
3XN
Lejerbo
EBK
HORTEN
Caverion
DDC
Danish Design Centre
AART
Vandkunsten
Frame
ORBICON
KOMPROMENT
TAG OG FACADE
peikko
group
KØBENHAVNS KOMMUNE
RAMBØLL
VELFAC
LAURITZEN ADVISING
kebony
RGSNORDIC
Scan Underlay
ENKL
VUGGE TIL VUGGE
KNAUF
NCC
MTHøjgaard
DOVISTA
THERMO CELL
ROCKWOOL
Troldtekt
ENERGY ACADEMY
Matter
BY&HAVN
AARHUS KOMMUNE
ege
convert
KORKBYG.DK
CBS
CIRCLE HOUSE lab
UPCYCLING SCANDINAVIA
CFBO
S R & P
Skau Reipurth & Partnere
CLIMATE RECOVERY
Minor Change Group
GI
BRANCHEFORENINGEN DANSKE BYGGECENTRE
aalborgportland
CEMENTIR HOLDING
GREEN BUILDING COUNCIL DENMARK
wehlers
VELUX
TRÆ Information
Enemærke & Petersen a/s
Foreningen af Rådgivende Ingeniører FRI
VCØB
REXCON SYSTEM
TSCHERNING
Byg
Tarkett
STARK
NORLUND
Upcycling forum
DERBIGUM
COWI
LENDAGER ARKITEKTER
DLA PIPER
TEKNOLOGISK INSTITUT
KALK
GXN
CONSOLIS SPÆNCOM
kvadrat
dansk byggeri
Bech·Bruun
FISCHER LIGHTING
FOR A BRIGHTER FUTURE
dansk beton
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN
SAINT-GOBAIN
CBIDanmark
Cellulose Baseret Isolering
Responsible Assets*
RÅDGIVNING I VIRKSOMHEDERS SAMFUNDSANSVAR
INGENIØRHØJSKOLEN AARHUS UNIVERSITET
KONSTRUKTØR FORENINGEN
DANSKE TEGL

Circle House Lab

Green Paper 03 —
Design for adskillelse

Udgivet af GXN og Responsible Assets
Med støtte fra Realdania og MUDP

Publiceret digitalt, august 2020.
Revideret udgave, september 2020.
1. oplag i 1.000 eksemplarer.

Copyright © 2020 by GXN
All rights reserved.

Print
Trykt i Danmark af KLS PurePrint.

Denne bog er Cradle to Cradle®
Silver Certified™ ved brug af
Svanemærket papir og
overholder FSC standarder.

ISBN
978-87-971365-3-9

Vær med i Circle House Lab

Circle House Lab er et partnerskab bestående af 100+ virksomheder fra den danske byggeindustri. Partnerskabet er åbent for alle, der ønsker at bidrage til, at dansk byggeri bliver førende inden for cirkulære løsninger.

Circle House Lab løber over to år, og du kan deltage på flere måder:

- Læs vores Green Papers, der udkommer tre gange om året og stiller skarpt på temaer som bygningspas, selektiv nedrivning, takeback ordninger og forretningsmodeller.
- Deltag i vores laboratoriedage, hvor vi deler viden og erfaringer og diskuterer best practices, muligheder og barrierer.
- Vær med til vores årlige summits, hvor vi samler den nationale og internationale byggebranche.

Kontakt os, hvis du vil høre mere.
Eller følg med i, hvad der sker, hvornår på:
bloxhub.org/circlehouselab

Circle House Lab er finansieret af Realdania og Miljøministeriets MUDP-midler.

CIRCLE
HOUSE
lab