

Byggeri Københavns
håndbog i

CIRKULÆR ØKONOMI

Version 2, 3. september 2020



Byggeri København tager forbehold for fejl, ændringer og mangler i teksten.

Byggeri København modtager gerne kommentarer vedr. indholdet i håndbogen.

Kontakt: Jens Runge, y69d@kk.dk eller Anders Østerskov Knudsen, IV94@kk.dk

| | |
|---|-----------|
| Byggeri Københavns indsats for cirkulær økonomi | 4 |
| Introduktion | 4 |
| Formål og tværgående indsatser | 4 |
| Cirkulære principper - til prioritering i byggeprojekt og portefølje..... | 5 |
| Cirkulære principper - gennemgang af oversigten | 8 |
| Byggeri Københavns cirkulære økonomiliste | 16 |
| BETON, nedrevet fraktion og nyt materiale..... | 17 |
| CLT, cross laminated timber, nyt materiale..... | 18 |
| GLAS (vinduer), nedrevet fraktion og nyt materiale | 19 |
| GLASULD, nedrevet fraktion og nyt materiale | 19 |
| MINERALULD, nedrevet fraktion og nyt materiale | 20 |
| MURSTEN, nedrevet fraktion | 21 |
| STÅL, nedrevet fraktion og nyt materiale | 21 |
| TAGPAP, nedrevet fraktion..... | 22 |
| TAGSTEN, nedrevet fraktion | 23 |
| TEGL TIL FACADE, cradle-to-cradle-certificeret, nyt materiale | 23 |
| TRÆ, nedrevet fraktion | 24 |
| Byggeri Københavns vidensopsamling fra cirkulære projekter | 26 |

Byggeri Københavns indsats for cirkulær økonomi

Byggeri København bidrager gennem sit byggeri til udvikling af markedet for cirkulær økonomi.

Introduktion

Københavns Kommunes Borgerrepræsentation besluttede i september 2019, at alle nye byggeprojekter skal screenes for om og hvordan, der skal arbejdes med cirkulær økonomi i projekterne. Det er et grundlag for arbejdet, at der skal forelægge et klart mandat til at gennemføre de cirkulære løsninger i projekterne.

Byggeri København arbejder med, hvordan den cirkulære økonomi håndteres bedst i udbuddene og undersøger mulighederne som udvælgelseskriterier, tildelingskriterier og direkte krav i udbudsmaterialet.

Byggeri København arbejder primært med cirkulær økonomi på bygningsniveau. Cirkulær økonomi på dette niveau skal forstås således, at når en bygning opfylder en funktion, kræver det et input af energi og ressourcer, der normalt fører til et output af affald, CO₂, spildevand og lignende. Cirkulær økonomi handler om at nedbringe outputtet og ideelt set at fjerne det.

Formål og tværgående indsatser

Byggeri København ønsker overordnet at bygge bæredygtigt på alle parametre herunder at bygge cirkulært. I arbejdet med cirkulær økonomi ønsker Byggeri København at bidrage til at

- mindske CO₂-udledningen
- mindske affaldsproduktionen
- mindske brugen af råstoffer

På tværs af projekterne er der følgende strategiske opmærksomhedspunkter:

- Byggeri København arbejder aktivt for på sigt at benytte certificeringssystemet DGNB som ramme om sine byggerier også for at indfri ambitionerne om cirkulær økonomi således, at der ikke skal foretages særskilte screeninger på alle projekter.
- Byggeri København har som strategisk mål at bygge billigere. Det betyder, at Byggeri København er opmærksom på prisseffekten af at indarbejde nye krav til bæredygtighed herunder krav til cirkulær økonomi. Derfor er det afgørende, at der er et klart mandat til at arbejde med potentielt fordyrende tiltag. Mandatet er også vigtigt, fordi arbejdet med cirkulær økonomi sker i et umodent marked, og fordi prissætning af kravene derfor er usikker. Byggeri København ønsker på sigt og i takt med at markedet modnes at håndtere arbejdet med cirkulær økonomi på planlægningsstadiet uden, at der er behov for et eksplicit mandat.
- Byggeri København ønsker at fremme anvendelse af designværktøjer, som styrker cirkulær økonomi herunder det nationalt anerkendte værktøj til livcyklusanalyser, LCAByg, og materialepas, som på sigt skal være med til at give den grundlæggende væsentlige information til at håndtere materialer på vejen gennem deres livscyklus.
- Byggeri København ønsker at deltage i relevante udviklingsprojekter i branchen.

- Byggeri København ønsker at bidrage til at styrke og udvikle markedet.
- Byggeri København følger med i statens arbejde inden for cirkulær økonomi
- Byggeri København deltager i relevante netværk.

Cirkulære principper - til prioritering i byggeprojekt og portefølje

Byggeri København prioriterer sit arbejde med cirkulær økonomi i det enkelte byggeprojekt og i porteføljen i forhold til FN's verdensmål, Københavns Kommunes strategier herunder Økonomiforvaltningens og Byggeri Københavns overordnede strategier og Byggeri Københavns strategi for bæredygtighed.

For at strukturere arbejdet med prioritering af cirkulær økonomi i denne sammenhæng i det enkelte byggeprojekt har Byggeri København lavet oversigten *Cirkulære principper - til prioritering i portefølje og byggeprojekt*.

Cirkulære principper er en retningspil for det enkelte projekt, og det er Byggeri Københavns grundlag for at træffe beslutninger på tværs af sin portefølje om cirkulær økonomi og på den måde sikre udviklingen på tværs.

Forklaring til Cirkulære principper

Cirkulære principper er en samlet operationel opstilling af principper, som Byggeri København og markedet i dag ser i forhold til cirkulær økonomi. Nedenfor gennemgås opstillingen først overordnet, dernæst ses selve opstillingen, og endelig gennemgås hvert enkelt princip i opstillingen mere grundigt.

Principperne indledes med fem principper udviklet af Byggeri København. Det første princip siger, at Byggeri København skal lave en prioritering af cirkulær økonomi i forhold til de andre væsentlige områder, der er i byggeprojektet. Herefter og i høj grad i sammenhæng med dette sættes et ambitionsniveau for arbejdet med selve den cirkulære økonomi.

Dernæst oplistes de tre væsentligt mål, som er reduktion i brug af CO₂, Affald og Råstoffer, som siger, hvad ambitionen skal forholde sig overordnet til.

Dette understøttes i næste niveau af, hvilke overordnede strategier, der er inden for den cirkulære økonomi for at nå disse tre mål. De fire opstillede strategier i dette niveau kommer fra en akademisk teoretisk udvikling af forretningsmodeller inden for cirkulær økonomi.

Herefter oplistes 15 handlemuligheder for cirkulær økonomi delt i tre rækker. Den første række handler om materialerne og konstruktionsprincipperne. Den anden handler om, hvordan vi dokumenterer og videregiver information om bygningen og vedligeholder den, så den opretholder sin værdi. Den sidste række handler om samarbejdet med markedet og nye måder at tænke på og værktøjer for at fremme en cirkulær økonomi.

Opstillingen afsluttes med tre afgørende opmærksomhedspunkter, der handler om innovation, ansvar for byggeriet og leverancesikkerhed under opførelse.

De cirkulære principper er lavet med udgangspunkt og inspiration i den internationale og danske udvikling og forståelse af cirkulær økonomi, både generelt og mere specifikt i byggeriet:

Affaldshierarkiet er udviklet af Europakommissionen i 2008. De fire strategier eller forretningsmodeller i fjerde række er udviklet af en række personer fra 2013 til 2020, hvor Bocken mfl. i 2013 beskriver grundlæggende cirkulære forretningsmodeller, Giessdoerfer mfl. i 2016 kategoriserer et cirkulært system og Konietzko mfl. i 2020 konkretiserer cirkulære forretningsmodeller til praktiske handlemuligheder. Den cirkulære model med de 15 principper kommer fra bogen Building a Circular Future 3. version 2018. Endelig har Byggeri København bidraget med egne principper og delvist bearbejdet dem, som kommer fra de nævnte kilder.

CIRKULÆRE PRINCIPPER

Til prioritering i
byggeprojekt og portefølje

Prioritering

Vurder cirkulær økonomi i forhold til projektets andre prioriteter.

Ambition

Sæt et ambitionsniveau der styrker og udvikler markedet.

mål -----

Affald

Gentænk ved brug af affaldshierarkiet processerne i byggeriet for at mindske affald.

CO2

Brug den bedst mulige løsning med mindst mulig CO2-påvirkning.

Råstoffer

Undgå at anvende jomfruelige ikke fornybare råstoffer.

strategier -----

Mindreforbrug

Brug færre ressourcer, materialer og produkter, smartere m2 og mindre energi fra design til recirkulering.

Holdbarhed

Anvend materialer og produkter i længere tid. Reparer og vedligehold.

Cirkularitet

Bevar materialer og produkter i deres tekniske og biologiske cirkler.

Viden

Styrk produkter, beslutninger og processer med dokumentation og ressourcekortlægning.

handlemuligheder -----

Materialekvalitet

Vælg materialer med egenskaber som sikrer, at de kan recirkulere.

Levetid

Design bygningen med fokus på dens samlede levetid.

Standarder

Design en enkel bygning hvor dele passer ind i et større system.

Samlinger

Vælg samlinger som kan holde til gentagen samling og adskillelse.

Adskillelse

Lav en plan for adskillelse og nedtagning.

Dokumentation

Dokumentér materialerne og ressourcerne for at sikre deres kvalitet.

Identifikation

Identificér de enkelte elementer fysisk så den korrekte information kan genfindes.

Vedligehold

Lav korrekt vedligeholdelsesplan for at sikre værdien af materialerne.

Sikkerhed

Oprethold sikkerhedsprocedurer for at håndtere alle faser af bygningens liv.

Overgangsfaser

Bevar informationen om hvordan materialerne skal håndteres i overgangsfaser.

Forretningsmodeller

Lav nye forretningsmodeller for at fuldende den cirkulære økonomi.

Incitament

Skab positivt økonomisk afkast for alle parter i værdikæden.

Service

Tænk i nye services og ejerformer frem for nye produkter.

Partnerskaber

Skab partnerskaber og samarbejder for at styrke den cirkulære økonomi.

Værktøjer

Udvikl og styrk værktøjer som fremmer cirkulær økonomi.

opmærksomhedspunkter -----

Innovation

Imødekom cirkulær innovation, men vær opmærksom på risici.

Ansvar

Håndter ansvar for materialer og processer i projektet.

Leverancesikkerhed

Sørg for at materialer og produkter kan leveres til projektet.

Cirkulære principper - gennemgang af oversigten

Nedenfor gennemgås hvert enkelt af de 27 principper nærmere.

Prioritering

Vurder cirkulær økonomi i forhold til projektets andre prioriteter.

Projektlederen foretager altid en lang række prioriteringer i byggeprojektet. Med indsatsen om cirkulær økonomi er der endnu et parameter, der skal tages i betragtning. Det er vigtigt, at arbejdet med cirkulær økonomi ses i forhold til de øvrige væsentlige forhold i projektet f.eks.

- Levering af de funktioner som Københavns Kommunes bestillere og borgere har brug for
- Krav fra lokalplan
- Byggeri Københavns strategi om billigere og bedre byggeri til tiden
- Byggeri Københavns overordnede strategi for bæredygtighed

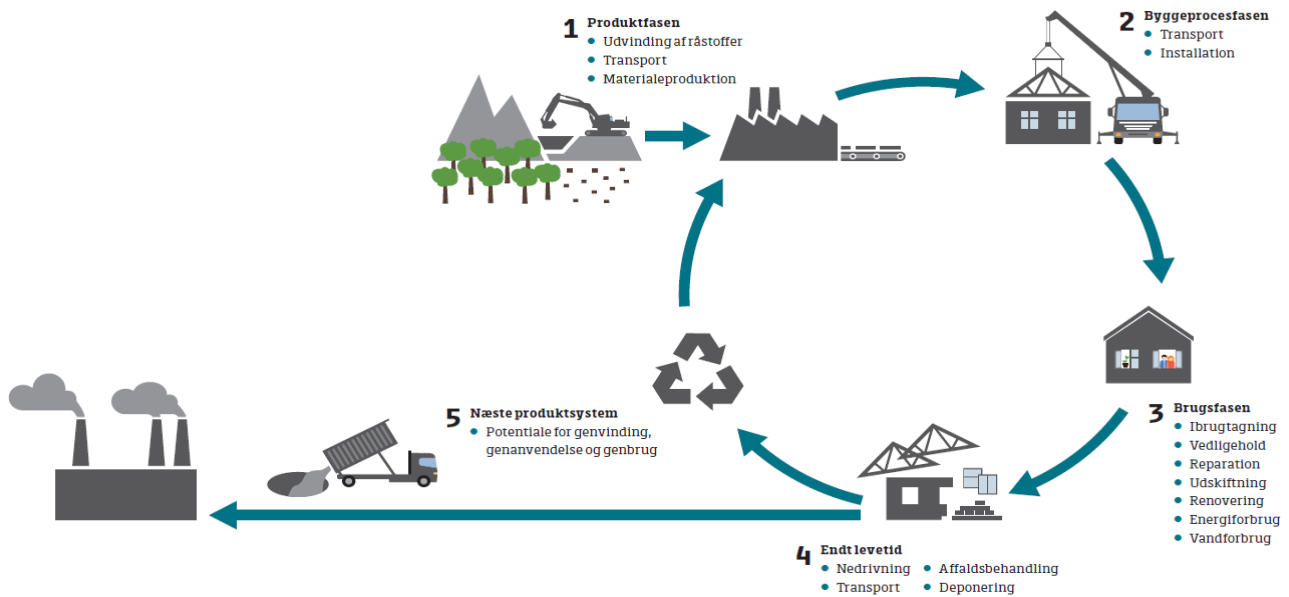
Ambition

Sæt et ambitionsniveau der styrker og udvikler markedet.

Ambitionsniveauet hænger sammen med prioriteringen i projektet. Med ambition tænkes der på, hvad Københavns Kommune vil bidrage med til området herunder til styrkelsen og udviklingen af området. Man kan fastsætte en ambition i sit projekt, hvor man arbejder med ét eller flere forskellige principper fra oversigten, for eksempel multifunktionel brug af de byggede m², et mindre forbrug af materialer, eller arbejde med specifikke cirkulære materialer og produkter. Et eksempel på et ambitionsniveau i et cirkulært byggeri, er Lejerbo, der som bygherre i projektet Circle House, stiller krav om, at 90% af byggeriet er cirkulært, og at materialerne er samlet, så de ikke mister nævneværdig værdi i byggeriets levetid.

Byggeri Københavns cirkulære økonomiliste side 16 og Byggeri Københavns vidensopsamling på cirkulære projekter side 27 vil være gode steder at hente inspiration til at sætte ambitionen i byggeprojektet.

Ud over Byggeri Københavns konkrete vidensopsamling er der to illustrationer, som man kan inddrage i sit projekt for at få inspiration og viden i forhold til at sætte et ambitionsniveau.



Introduktion til LCA på Bygninger, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2016).

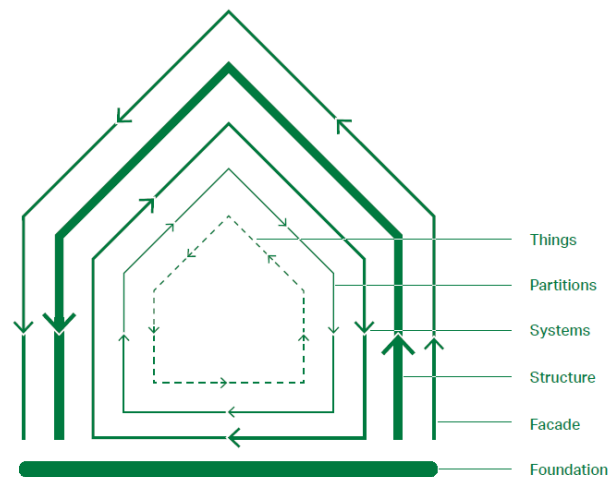
Den første illustration er den klassiske gengivelse og forståelse af materialers og bygningers cirkularitet som et cirkulært system. Den viser de fem faser, som er vigtige at forholde sig til i forbindelse med et byggeri: Produktfase, byggeprocesfase, brugsfase, endt levetid og næste produktsystem. Ved at inddrage denne kan man i byggeprojektet vurdere, hvilke dele man vil arbejde med, og hvad man kan have indflydelse på.

Den anden illustration er Stewart Brands klassiske lagmodel, som også kan være et godt værktøj til prioritering i forhold til byggeprojektet. Den model kan man bruge til at se på, hvilken bygningsdele man vil prioritere.

Affald

Gentænk ved brug af affaldshierarkiet processerne i byggeriet for at mindske affald.

Affaldshierarkiet (side 10) viser de forskellige niveauer, materialer kan recirkuleres på. Jo højere i hierarkiet man kan indplacere materialet, jo mindre forarbejdning kræver det for at få nyt liv, og dermed følger ofte en besparelse i udledningen af CO₂ og en besparelse i råstoffsressourcer.



Stewart Brands lagmodel. Building a Circular Future (2018)

Affaldsforebyggelse eller direkte genbrug

Ved affaldsforebyggelse eller direkte genbrug er materialet endnu ikke blevet til affald i affaldsdefinitionens betydning, jf. Affaldsbekendtgørelsens § 2, stk. 1: "Ved affald forstås i denne

bekendtgørelse ethvert stof eller enhver genstand, som indehaveren skiller sig af med eller agter eller er forpligtet til at skille sig af med."

Forberedelse med henblik på genbrug

Nogle få og enkle handlinger gør materialet i sin nuværende form brugbart igen, f.eks. rensning af brugte mursten. Det vigtige er, at genstanden kan bruges igen til samme formål, som før den blev til affald, uden at skulle smeltes om eller på anden måde nedbrydes.

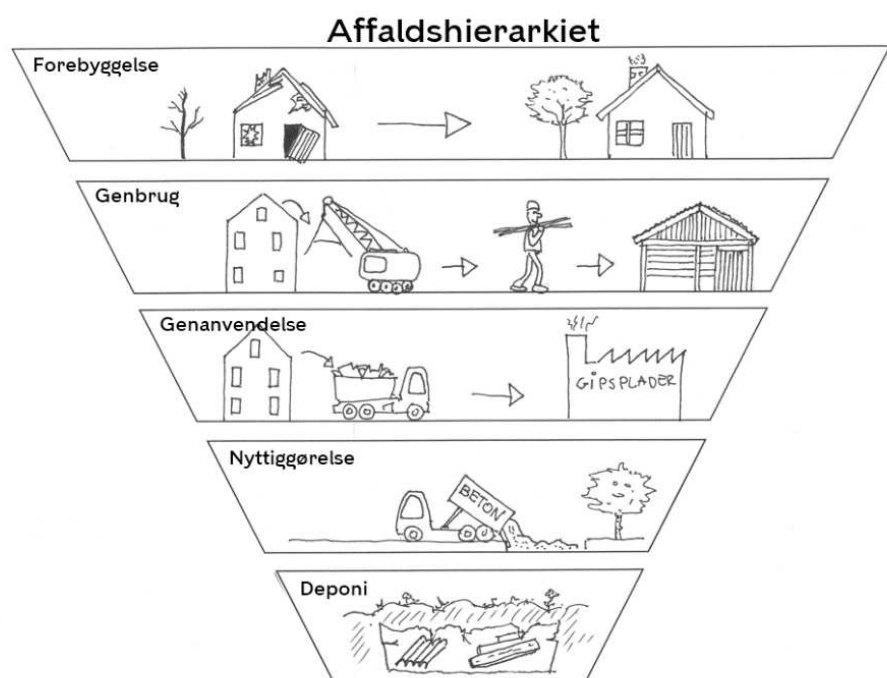
Genanvendelse

Genanvendelse er når affaldsmaterialer omskapes til nye produkter, materialer eller stoffer, uanset om de anvendes til det oprindelige formål eller til andre formål. Materialet nedbrydes eller findeles, f.eks. beton eller gips som knuses og indgår i produktionen af nye betonelementer eller gipsplader.

Anden nyttiggørelse

Anden nyttiggørelse opdeles i to: 1) anden endelig materialenyttiggørelse og 2) forbrænding af affald med energiudnyttelse. I begge tilfælde er der tale om, at materialet efterfølgende ikke kan recirkuleres. Anden endelig materialenyttiggørelse kan f.eks. være knust beton, der anvendes som bærelag i en vej i stedet for jomfruelig grus. Forbrænding af affald med

energiudnyttelse sker f.eks. med de københavnske husholdningers restaffald, eller når træaffald sendes til forbrænding i stedet for at finde anvendelse længere oppe i affaldshierarkiet.



Bortskaffelse og deponering

Bortskaffelse og deponering er sidste mulighed, hvor man ikke kan gøre andet med materialet end at deponere det. Det vil sige at man f.eks. graver et hul i jorden, isolerer det fra den omgivende jord og deponere materialet her indtil, der forhåbentligt på et tidspunkt bliver mulighed for at håndtere materialet, så det kan komme videre i systemet forsvarligt.

CO2

Brug den bedst mulige løsning med mindst mulige CO₂-påvirkning.

Et af de tre mål og nok det vigtigste, hvad angår cirkulær økonomi, er at reducere vores CO₂-udledning ved opførelse, brug og adskillelse af bygninger. Bygninger er ofte komplekse konstruktioner, og derfor

er det væsentligt at undersøge f.eks. valget af den bærende konstruktion set i den konkrete sammenhæng og funktion. Brug LCA-analyser til at vurdere den bedste løsning, hvad angår CO₂.

Råstoffer

Undgå at anvende jomfruelige ikke fornybare råstoffer.

Hovedstadsregionen har ikke udtømmelige ressourcer af jomfruelige materialer, hvorfor disse skal hentes fra steder, som kræver længere transportafstande. Tænk derfor over, om det kan være en fordel både i forhold til råstofferne og i forhold til CO₂ ved transport, men også ved forarbejdning, at udnytte de råstoffer, som allerede er bygget ind i eksisterende bygninger, hvis det er nødvendigt at nedrive dem.

Mindreforbrug

Brug færre ressourcer, materialer og produkter, smartere m² og mindre energi fra design til recirkulering.

Et mindre forbrug af ressourcer skal forstås som muligheden for at bygge den efterspurgte funktion, med færre ressourcer og mindre energi for eksempel ved brug af lette konstruktioner eller eldrevne maskiner på byggepladsen. Ligeledes er det et mindreforbrug af ressourcer, når den samme m² kan være med til at opfylde flere funktioner, eller når det ikke er nødvendigt overhovedet at bygge en bygning. På den måde optimeres forbruget af ressourcer.

Holdbarhed

Anvend materialer og produkter i længere tid. Reparer og vedligehold.

Design bygningen så den opfylder den ønskede funktion, men implementer løsninger der gør bygningen fleksibel, så den let kan ombygges til at udfylde nye funktioner. Undersøg mulighederne for design til adskillelse for at gøre en ombygning så enkel som mulig. Design ligeledes bygningen, så muligheden for at reparere og vedligeholde bygningen og materialerne tilgodeses.

Cirkularitet

Bevar materialer og produkter i deres tekniske og biologiske cirkler.

Anvend materialer der kan genbruges eller genanvendes uden at miste nævneværdig værdi. Anvend ikke materialer der kan gøre skade på det naturlige økosystem. Implementer enkle løsninger til recirkulering af materialerne f.eks. design til adskillelse som gør det muligt at recirkulere materialerne og ressourcer uden, at de taber værdi. Dette skader miljøet mindst muligt og antages at spare mest mulig CO₂ og flest mulige ressourcer.

Der mangler aktuelt gode eksempler på, at man kan lave byggeri eller dele af byggeri eller bygningsdele eller materialer, som kan cirkulere inden for den biologiske cirkel. Det udestår at se, hvor langt man kan komme inden for denne cirkel. Der vil ofte være blandet en eller anden form for binder eller et andet materiale, som giver styrke til produktet, ind i det, som ellers var et rent biologisk materiale.

Viden

Styrk produkter, beslutninger og processer med dokumentation og ressourcekortlægning.

Brug dokumentation til at styrke strategier som mindreforbrug, holdbarhed og cirkularitet, og til at give mulighed for at træffe funktionsmæssige, byggetekniske og designrelaterede beslutninger på et oplyst grundlag. Dokumentation styrker ligeledes fremtidig fleksibilitet og muligheden for enkel recirkulering af ressourcer, materialer og produkter. Dokumentation kunne f.eks. fastholdes gennem et bygningspas.

Styrk f.eks. recirkulering af fraktioner gennem kortlægning. Ved nedrivning foretages ressourcekortlægningen, som kan bidrage til at vise, hvordan forskellige fraktioner skal prioriteres, håndteres og cirkuleres, når en nedrivning af eksisterende byggeri gennemføres.

Materialekvalitet

Vælg materialer med egenskaber som sikrer, at de kan recirkulere.

Vælg materialer i høj kvalitet for at bevare dem så længe som muligt. Vælg materialer som ikke indeholder giftige stoffer, og som dermed bidrager til et sundt klima nu og i fremtiden. Vælg materialer der er så rene som muligt, fordi det letter genbrug og genanvendelse.

Det er væsentligt at overveje at designe bygninger, hvor udgangspunktet for designstrategien er genbrugte og genanvendte materialer. På den måde bidrager bygherren til at trække markedet i en cirkulær retning.

Levetid

Design bygningen med fokus på dens samlede levetid.

Sørg for at de bygningsdele, som holder længst, giver plads til, at andre dele af bygningen, som holder kortere, kan ændres uden store forhindringer (se lagmodel på side 9 til inspiration). Lav en fleksibel bygning, som let kan ændres i forhold til fremtidige krav. Tænk på bygningen som en midlertidig sammensætning af materialer og design, som også tjener det formål at bevare materialernes værdi. Det er det, som også kaldes en materialebank. God renovering er væsentlig for at bevare værdien af materialerne.

Standarder

Design en enkel bygning hvor dele passer ind i et større system.

Brug modulære systemer hvor dele let kan udskiftes. Brug præfabrikerede elementer for at sikre hurtigere og bedre samling og adskillelse, og design en ny del, hvis sammensætningen af elementer bliver for kompleks.

Man kan også se på det som 'uafhængige' dele. F.eks. hvis der ikke skal skæres ud til et vindue i et betonelement, men vinduet sættes ved siden af betonelementet, så dette forbliver intakt.

Samlinger

Vælg samlinger som kan holde til gentagen samling og adskillelse.

Gør samlingerne synlige for at gøre samling og adskillelse nemmere og hurtigere. Brug mekaniske samlinger for at undgå at skade materialerne. Hvis lim og lignende er nødvendigt så brug en udgave, der kan opløses igen.

Adskillelse

Lav en plan for adskillelse og nedtagning.

Ligesom der er en plan for at bygge bygningen, skal der også være en enkel plan for adskillelse og nedtagning for at sikre en hurtig og let adskillellesproces med en minimal produktion af affald. Tænk på konstruktiv stabilitet under adskillelsen og sørg for at planen tager hensyn til nabobygninger, mennesker og natur.

Dokumentation

Dokumentér materialerne og ressourcerne for at sikre deres kvalitet.

Sørg for at bevare al relevant bygningsdata fra materialeniveau til den samlede bygning. Gør al information tilgængelig for relevante personer i hele bygningens levetid. Sørg for et tydeligt ansvar for og ejerskab til dataene og en god tilgængelighed til dem.

Identifikation

Identificér de enkelte elementer fysisk så den korrekte information kan genfindes.

Hvert materiale bør have en unik mærkat, så det kan identificeres. Lav en database til al relevant information. Sørg for at der er sammenhæng mellem det unikke materiale og databasen.

Vedligehold

Lav korrekt vedligeholdelsesplan for at sikre værdien af materialerne.

Gør vejledninger til vedligehold af de enkelte byggematerialer tilgængelige. Opdater byggematerialets digitale pas, hvis der bliver lavet ændringer i bygningen.

Sikkerhed

Oprethold sikkerhedsprocedurer for at håndtere alle faser af bygningens liv.

Dokumenter specifikke sikkerhedsprocedurer for opførelse, brug og vedligehold og adskillellesproces.

Overgangsfaser

Bevar informationen om hvordan materialerne skal håndteres i overgangsfaser.

Dokumenter hvem der er ansvarlig for materialer og bygningsdele i overgangsfaser fra ét byggeri til et andet. Direkte overdragelse fra ét byggeri til et andet er bedst for at mindske opbevaring. Beskriv hvordan materialer og bygningsdele skal håndteres og oplagres, hvis det er nødvendigt i en overgangsperiode.

Det kan også være, at det er en god løsning at sende materialet ud på markedet, fordi markedet håndterer materialet bedst, og at man derefter kan købe det eller lignende tilbage igen.

Forretningsmodeller

Lav nye forretningsmodeller for at fuldende den cirkulære økonomi.

Nye former for service er nødvendige for at styre, håndtere og certificere materialer og byggematerialer. Opsøg muligheden for at skabe synergier mellem forskellige aktører i værdikæden.

Eksempel: Nedriveren udvikler sig fra at håndtere affald til forskellige modtagerstationer til at være en leverandør af materialer til materialeindustrien. Det kræver sandsynligvis nedrivning, pakning og transport på andre måder end den almindelige praksis.

Incitament

Skab positivt økonomisk afkast for alle parter i forsyningskæden.

Gør det synligt for markedet at implementering af cirkulær økonomi er til markedets fordel. Gør det ligeledes synligt for hele samfundet og vis at det har en positiv effekt på miljøet.

Service

Tænk i nye services og ejerformer frem for nye produkter.

Anvend services snarere end produkter. Lav aftaler baseret på produktets funktion, og hvor det kan leveres tilbage efter en defineret brugsperiode. Anvend firmaer som faciliterer tilbagelevering af produkter ved endt levetid.

Eksempel: Brugen af pavilloner til midlertidigt byggeri. Brugen af pavilloner tilbyder en ejerform, som er baseret på et take-back- eller leasing-system, hvorefter materialer og produkter genbruges til nye formål. Det er værd at undersøge hvorvidt flere af byggeriets services som lys, inventar el. lign, kan leases eller baseres på et take-back-system.

Partnerskaber

Skab partnerskaber og samarbejder for at styrke den cirkulær økonomi.

Skab samarbejde mellem forskellige relevante aktører for at dække alle aspekter af cirklen. Del viden og kommuniker på tværs af aktører for at opnå en høj kvalitet og integrerede løsninger. Gør det muligt for alle aktører at få fordel af arbejdet med cirkulær økonomi for at få det til at lykkes.

Værktøjer

Udvikl og styrk værktøjer som fremmer cirkulær økonomi.

Anvend værktøjer og digitale løsninger, som gør cirkulær økonomi overskuelig og enkel.

Eksempel: Bygningspas for bygningen baseret blandt andet på data fra miljøvaredeklarationer (EPD, Environmental Product Declaration), og som anskueliggør bygningens levetid og miljøpåvirkning i bygningens forskellige faser (se figur side 9).

Innovation

Imødekom cirkulær innovation, men vær opmærksom på risici.

Bidrag til at markedet kan udvikle og teste nye innovative løsninger i praksis, ved at indgå i samarbejde med f.eks. universiteter f.eks. gennem ph.d.-forskningsprojekter eller med virksomheder, som ønsker at bidrage til en cirkulær dagsorden.

Ved udvikling og test af nye cirkulære løsninger i byggeriet, kan der oftest søges midler gennem fonde som Realdania.

Ansvar

Håndter ansvar for materialer og processer i projektet.

Cirkulær økonomi kan udfordre de garantier, som f.eks. entreprenøren vil stille. Sørg for at risiko nedbringes til et forsvarligt omfang, der kan håndteres i projektet, og at ansvar er håndteret tydeligt og placeret entydigt.

Leverancesikkerhed

Sørg for at materialer og produkter kan leveres til projektet.

Lav aftaler som sikrer leverancesikkerhed. Vær opmærksom på den cirkulære mulighed, men også på den økonomiske risiko, der kan være ved, at et cirkulært materiale og/eller produkt bliver en bygherreleverance.

Teknik- og Miljøforvaltningens oplagringsplads på Selinevej 12-14 kan levere udendørs materialer til brug i Københavns Kommunes egne byggerier og anlægsprojekter.

Byggeri Københavns cirkulære økonomiliste

Dette afsnit redegør for dele af den viden, Byggeri København har samlet inden for forskellige emner inden for cirkulær økonomi. Denne liste kan bidrage til den konkrete indsats i det enkelte byggeprojekt. Byggeri København ønsker løbende at udbygge listen i dialog med branchen. Byggeri København tager forbehold for fejl, ændringer og mangler i teksten.

Nedenfor forklares hvordan de enkelte rækker i anvendes til at vurdere et emne/materiale.

| TITEL Her indsættes relevant titel | |
|---|---|
| Konklusion | <i>Giver en kort samlet konklusion på emnet/materialet.</i> |
| Cirkularitet | <i>Forholder sig til hvor godt emnet/materialet er til at indgå i et cirkulært byggeri. Både emner, der handler om nedrivning, og nye emner/materialer vurderes i forhold til deres evne til at kunne recirkuleres.</i> |
| Modenhed | <i>Hvor modent er emnet/materialet på markedet?</i> |
| Miljøpotentiale | <i>Hvilke konsekvenser har emnet/materialet for miljøet?</i> |
| Tekniske forhold | <i>Hvilke tekniske forhold skal man være opmærksom på?</i> |
| Tid ift. byggefaser | <i>Hvor godt er emnet/materialet f.eks. i forhold til leverancesikkerhed?</i> |
| Økonomi | <i>Hvad koster emnet/materialet?</i> |
| Mulige mål i byggeprojektet | <i>Hvilket mål kan man arbejde med i et byggeprojekt?</i> |
| Væsentligste kilder | <i>Hvad er de vigtigste kilder til den information, Byggeri København har samlet i dette dokument.</i> |

Hvis et felt ikke er udfyldt, hvilket er angivet med en streg (-), kan oplysningen ikke deles, eller er ikke relevant, eller ikke kendt på nuværende tidspunkt.

Emnerne er oplistet alfabetisk nedenfor.

| | |
|--|-----------|
| BETON, nedrevet fraktion og nyt materiale | 17 |
| CLT, cross laminated timber, nyt materiale | 18 |
| GLAS (vinduer), nedrevet fraktion og nyt materiale | 19 |
| GLASULD, nedrevet fraktion og nyt materiale | 19 |
| MINERALULD, nedrevet fraktion og nyt materiale | 20 |
| MURSTEN, nedrevet fraktion | 21 |
| STÅL, nedrevet fraktion og nyt materiale | 21 |
| TAGPAP, nedrevet fraktion | 22 |
| TAGSTEN, nedrevet fraktion | 23 |
| TEGL TIL FACADE, cradle-to-cradle-certificeret, nyt materiale | 23 |
| TRÆ, nedrevet fraktion | 24 |

BETON, nedrevet fraktion og nyt materiale

| | |
|------------------------------|---|
| Konklusion | Se på muligheden for at anvende CE-mærket genanvendt tilslag til beton med maks. indhold i betonen på 20% genanvendt betontilslag. Send nedrevet konstruktionsbeton til cirkulært CE-mærket betontilslag hos f.eks. RGS Nordic. Se på muligheden for at designe til adskillelse for at højne fleksibilitet og muligheden for fremtidig renovering. Overvej at gøre konstruktionerne tyndere i toppen så der spares beton. |
| Cirkularitet | 1) Genbrug af betonelementer (dæk, vægge, belægning, mv.) 2a) Genanvendelse (op til 100% af det grove tilslag) i ny beton til in-situ-støbning, kræver dispensation. 2b) Genanvendelse (10% fint og 20% groft tilslag) i ny beton jf. gældende standard. 3) Genanvendelse som stabil (fyld) |
| Modenhed | 1) Ingen erfaringer. 2) Lav, der er erfaring med in-situ-støbning og der er ingen erfaring med betonelementer 3) Høj |
| Miljøpotentiale | 1) Høj CO2-besparelse, høj råstofbesparelse 2) Lav CO2-besparelse, høj råstofbesparelse 3) Ukendt CO2-besparelse, høj råstofbesparelse |
| Tekniske forhold | 1) Undersøges om eksisterende betonelementer (dæk, vægge, belægning, mv.) findes til formålet. 2a) Kræver dispensation, når værdierne erstattes over hhv. 10% fint og 20% groft tilslag. Kræver særligt indkøbt rådgivningseksptise. 2b) Max 20% af groft tilslag jf. standard. Cirkulært genanvendelsestilslag fås CE-mærket fra RGS Nordic. 3) Standard |
| Tid i forhold til byggefaser | 1 + 2) Ukendt 3) Standard |
| Økonomi | 1) Antaget fordyrende 2a+2) Usikker 3) Standard |
| Mulige mål i byggeprojektet | 1) Genbrug af eksisterende beton til direkte anvendelse fra det renoverede byggeri eller andre projekter. 2a) Der støbes in-situ med op til 100% groft genanvendt tilslag i ikke bærende konstruktioner. Det kræver dispensation fra Teknik- og Miljøforvaltningen. |

- 2b) Genanvendelse: 10% fint og 20% groft tilslag i ny beton jf. standard og/el. CE-mærkning.
- 3) Genanvendelse som stabil (fyld)
- 4) Undgå for meget beton i toppen.
- 5) Overvej hybridløsninger træ+beton.
- 6) Konstruktionsbeton sendes til CE-mærket genanvendelse.

| | |
|---------------------|---|
| Væsentligste kilder | Sydhavn Genbrugscenter, rapport; RGS Nordic DK-Beton Betonstandard om muligheden for 20% genanvendt tilslag. |
|---------------------|---|

CLT, cross laminated timber, nyt materiale

| | |
|---------------------|--|
| Konklusion | Det er oplagt at bruge CLT-elementer, som den bærende konstruktion, da det har mange fordele rent byggeteknisk. Det er lettere end beton og giver dermed en hurtigere og mere smidig byggeproces, let nedtagning og kan ligeledes præfabrikeres. CLT er også brandhæmmende i sig selv. Derudover har CLT store miljømæssige fordele især gennem lagring af CO ₂ , når træet vokser op. CLT kan desuden produceres af mindre stykker træ, hvilket minimerer spild af træ. Det er værd at undersøge muligheden for design til adskillelse for at højne fleksibilitet, byggetid og mulig direkte genbrug af elementer. |
| Cirkularitet | Nyt produkt. Anvendes som bærende konstruktion, som alternativ til betonelementer el.lign. Byggeri til adskillelse bør undersøges. |
| Modenhed | Markedet er modent til at bruge CLT, og der er en del referencer i Danmark. Dog skal man være opmærksom på fugt og på træbyggeri på over 9,6 m fra terræn i forhold til brandforhold. |
| Miljøpotentiale | En kubikmeter CLT lagrer et ton CO ₂ . |
| Tekniske forhold | CE-mærket, FSC- eller PEFC-mærket (bæredygtig skovdrift). |
| Tid ift. byggefaser | Grundet en lavere vægt kan der spares både på opførelsestiden og transporttiden. |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | Stille krav om brug af CLT som den bærende konstruktion. |
| Væsentligste kilder | GXN: Heerup Skole, Cirkulære byggetekniske tiltag, 20. februar 2020 |

GLAS (vinduer), nedrevet fraktion og nyt materiale

| | |
|---------------------|--|
| Konklusion | Glas smeltes ved cirka 1400-1500 grader og kræver derfor meget energi. Det skal yderligere undersøges, hvorvidt vinduer består/kan bestå af nedknust glas. Nedknust glas kan gå ind i produktionen af glasuld og lecasten. |
| Cirkularitet | Glas og vinduer kan indgå i produktionen af glasuld og lecasten. Glas kan ligeledes knuses og ende som glasaffald, hvor glasaffald genanvendes i flere former af produkter som flasker og sylteglas, samt fiberglas/celleglas som aggregat. |
| Modenhed | - |
| Miljøpotentiale | - |
| Tekniske forhold | Nedrevne vinduer skal sorteres på byggepladsen og sendes til genanvendelse. |
| Tid ift. byggefaser | Øget tid ved håndtering og sortering ved nedrivning |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | <p>Det undersøges hvorvidt der findes glas på markedet, der er mere miljøvenlige end andre.</p> <p>Glas skal ved nedrivning, sorteres og sendes til genanvendelse i så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.</p> <p>VELFAC 2000 er et eksempel på en serie af vinduer, der er designet til adskillelse og må derfor forventes at have en nemmere genanvendelighed.</p> |
| Væsentligste kilder | Saint-Gobain Dansk Celleglas |

GLASULD, nedrevet fraktion og nyt materiale

| | |
|--------------|---|
| Konklusion | Ny glasuld indeholder en genanvendelsesprocent på omkring 25-30 af rensed knust glas. Glasuld smeltes ved 1500 grader ved brug af jomfruelige ressourcer og ved 1200 grader med brug af genanvendte glasfraktioner, som bl.a. glasskår. Glasuld genanvendes som materiale i lecasten, ellers deponeres det. |
| Cirkularitet | Glasuld består af 25-30% genanvendt rensed glas/glasskår. Købes som ny glasuld. |

Glasuld kan recirkuleres, men det kræver en bearbejdning for at indgå som ressource i lecasten.

| | |
|----------------------|---|
| Modenhed | Høj. Recirkulering til lecasten har en middel modenhed, da der er større efterspørgsel end tilgængelighed på genanvendt glasuld. |
| Miljøpotentiale | Høj CO ₂ -udledning pr. kilo materiale. |
| Tekniske forhold | Behandles som traditionel glasuld. |
| Tid ift. byggefaser: | Standard |
| Økonomi | Standard |
| Mulige mål | Undgå brug af glasuld med mindre det er højst nødvendigt eller med mindre, en LCA- og LCC-analyse kan bevise, at det giver mening at bruge glasuld. Vær opmærksom på at der skal tages højde for skimmelsvamp, når der ikke bruges glasuld eller stenuld. Alternativer til glasuld undersøges. |
| Væsentligste kilder | Saint-Gobain. |

MINERALULD, nedrevet fraktion og nyt materiale

| | |
|---------------------|---|
| Konklusion | Ny mineraluld fra f.eks. Rockwool indeholder en høj andel af genanvendt mineraluld. Energiforbruget ved produktionen af mineralulder høj, da materialet smeltes ved 1450 grader. Dog er energikilder selvfølgelig relevant at tage med i betragtningen. |
| Cirkularitet | Købes som ny mineraluld f.eks. Rockwool. Mineraluld kan recirkuleres, men dette kræver en gensmeltning af ulden, hvilket kræver energi. |
| Modenhed | Høj |
| Miljøpotentiale | Høj CO ₂ -udledning pr. kilo materiale. |
| Tekniske forhold | Behandles som traditionel mineraluld. |
| Tid ift. byggefaser | Standard |
| Økonomi | Standard |

| | |
|---------------------|--|
| Mulige mål | Undgå brug af mineraluld – medmindre det er højst nødvendigt eller med mindre, en LCA- og LCC-analyse kan bevise, at det giver mening at bruge mineraluld. Vær opmærksom på at der skal tages højde for skimmelsvamp, når der ikke bruges mineraluld. Alternativer til mineraluld undersøges. |
| Væsentligste kilder | - |

MURSTEN, nedrevet fraktion

| | |
|---------------------|---|
| Konklusion | Det er oplagt at arbejde med direkte genbrug af mursten og forsøge at øge genbrugsprocenten. Markedet er modent. Genbrugte mursten bør opfattes som en standardvare. |
| Cirkularitet | Direkte genbrug |
| Modenhed | Høj: Genbrug af gamle mursten |
| Miljøpotentiale | Høj besparelse på CO2 (0,5 kilo per sten), besparelse på råstoffer. |
| Tekniske forhold | Genbrugte gamle mursten er CE-mærkede. |
| Tid ift. byggefaser | Skal tjekkes ved hvert projekt med leverandør. |
| Økonomi | Se priser på mursten f.eks. fra firmaet Gamle Mursten. |
| Mulige mål | Alle projekter, der skal have facade i mursten, bør overveje genbrugte mursten, hvis lokalplan og øvrige forhold tillader det. Arbejde med at øge genanvendelsesprocenten ved nedrivning ift. tidligere projekter. En genanvendelsesprocent på 40 er nævnt som muligt. |
| Væsentligste kilder | Priser fra firmaet Gamle Mursten: http://gamlemursten.dk/produkter/maskinrensede-mursten/maskinrensede-mursten-til-facade/ |

STÅL, nedrevet fraktion og nyt materiale

| | |
|------------|--|
| Konklusion | Det er oplagt at arbejde med direkte genbrug af stål, da produktionen og smeltningen kræver meget energi. Stål indeholder generelt høje mængder af genanvendt stål, men skal stadig smeltes og formes. |
|------------|--|

| | |
|---------------------|---|
| Cirkularitet | Direkte genbrug bør nok fremmes. |
| Modenhed | Lav modenhed ved direkte genbrug fra konstruktionsstål fra anden brug i ny bygning/renovering. |
| Miljøpotentiale | Høj CO ₂ -udledning pr. kilo materiale. Høj besparelse ved direkte genbrug. |
| Tekniske forhold | Teknisk udfordring ved anvendelse af konstruktionsstål fra et andet byggeri. |
| Tid ift. byggefaser | - |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | Genbrug af bærende konstruktionsstål. Styrk efterspørgslen på at genanvende stål også i pladestål som Peikkos Deltabeam. CO ₂ -regnskabet bør underbygges af LCA-analyse. |
| Væsentligste kilder | - |

TAGPAP, nedrevet fraktion

| | |
|---------------------|--|
| Konklusion | Tagpap kan genanvendes som CE-mærket fyld i asfalt og sparer op til 60 kg CO ₂ pr. ton produceret asfalt. |
| Cirkularitet | Genanvendelse: Granuleret indgår det som substitution for jomfruelige ressourcer i asfalt. |
| Modenhed | Høj |
| Miljøpotentiale | Høj. 60 kg CO ₂ pr ton produceret asfalt. |
| Tekniske forhold | CE-mærket granuleret tilslag i asfalt. |
| Tid ift. byggefaser | - |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | Al nedreven tagpap skal sendes til CE-mærket genanvendelsestilslag i asfalt. |
| Væsentligste kilder | Tarpaper Recycling ApS |

TAGSTEN, nedrevet fraktion

| | |
|---------------------|--|
| Konklusion | Det bør overvejes at genbruge tagsten ved renovering. |
| Cirkularitet | Direkte genbrug |
| Modenhed | Høj: I renoveringsprojekter/ved efterisolering Lav: I genbrug mellem forskellige byggeprojekter og ved nybyggeri. |
| Miljøpotentiale | Høj besparelse på CO2 pr. kilo genbrugt materiale. |
| Tekniske forhold | Holdbarhed skal sikres. |
| Tid ift. byggefaser | - |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | Genbrug af tagsten i renoveringsprojekter Undersøge muligheden for at bruge genbrugte tagsten fra andet byggeri Samarbejde med relevante aktører for at få CE-mærkede genbrugte tagsten. |
| Væsentligste kilder | - |

TEGL TIL FACADE, cradle-to-cradle-certificeret, nyt materiale

| | |
|---------------------|---|
| Konklusion | Cradle-to-cradle-certificeringen er et miljømærke, man nok gerne vil have mere ind i byggeriet. Teglfacader forekommer som Cradle-to-cradle-certificerede i flere forskellige farver og former. |
| Cirkularitet | Nyt materiale, som kan genbruges eller dele af produktet er genbrug. |
| Modenhed | Flere (danske) produkter findes. |
| Miljøpotentiale | - |
| Tekniske forhold | Implementeres i byggeri lige som traditionel facadebeklædning |
| Tid ift. byggefaser | Standard |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | Stil krav til f.eks. cradle-to-cradle-certificerede teglprodukter til facaden |

Væsentligste kilder -

TRÆ, nedrevet fraktion

| | |
|---------------------|--|
| Konklusion | Det bør undersøges, hvorvidt det er muligt at anvende træ generelt i byggeriet både som nye og genanvendte materialer. Det giver god mening at bruge træ i byggeriet, da det giver et positivt CO ₂ -aftryk. |
| Cirkularitet | <ol style="list-style-type: none"> 1) Genbrug af konstruktionstræ til skure f.eks. og lign. eller direkte genbrug i ny konstruktion. 2) Genanvendelse af opskåret konstruktionstræ til tømmer i mindre dimensioner til snedkertræ eller andre træprodukter, f.eks. parketstave, klodser i gulve, indendørs beklædning samt til udendørs inventar. 3) Genanvendt træ som flis til spånplader eller plantebede og lign. 4) Forbrænding 5) Gentræ er også en mulighed. |
| Modenhed | Generelt lav, når der er tale om træ som genbruges fra nedrivning |
| Miljøpotentiale | <p>Høj, da træ gennem sin cyklus optager og lagrer CO₂. Træ, som er FSC- eller PEFC-mærket, dokumenterer, at træet stammer fra bæredygtig trædrift.</p> <p>Ved at genbruge træet direkte spares arbejdsgangen til produktion af nyt træ og dermed CO₂.</p> |
| Tekniske forhold | Hvis træet skal genbruges direkte i ny konstruktion, skal det trykprøves og de statiske forhold undersøges. |
| Tid ift. byggefaser | - |
| Økonomi | - |
| Mulige mål | <p>Der opføres skure à la skuret på Holberg Skolen med træ fra Oehlenschlägersgades Skole. Det er med til at tydeliggøre relevansen af denne type genbrug.</p> <p>Træ genbruges i landskabsbearbejdningen.</p> <p>Træ anvendt til byggepladsforanstaltninger skal afsættes til direkte genbrug på byggepladser eller lignende gennem systematisk tilbagelevering af anvendt træ til relevant modtager f.eks. Gentræ.</p> <p>Efterspørg genbrugt træ</p> |
| Væsentligste kilder | <p>KU</p> <p>Træinformation</p> <p>Gentræ https://gentrae.bitrix24.site/#block87</p> |

Teknologisk Institut
Næste.dk, <https://www.naeste.dk/>

Byggeri Københavns vidensopsamling fra cirkulære projekter

I dette afsnit ønsker Byggeri København løbende at opsamle viden fra de cirkulære projekter, som Byggeri København gennemfører. Denne opsamling er især et værktøj til at prioritere og styrke fremtidige indsatser og til at se hvilken værdi, der er kommet ud af arbejdet. Byggeri København tager forbehold for fejl, ændringer og mangler i teksten.

I denne udgave af håndbogen er opsamlingen begrænset til en opstilling af de seks projekter, hvor Byggeri København i dag arbejder med elementer af cirkulær økonomi.

1. Center for Diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8
2. De Gamles Bys Skole (GABYS), Sjællandsgade 38-42
3. HAFNIA, specialundervisningspladser, Rosenvængets Hovedvej 35
4. Heerup Skole (HSK), Frederiksgaards Alle 13
5. Jacob Michaelsens Minde (JMM), botilbud, Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg
6. Ketsjersportens Hus (KET), Kløvermarksvej 34