



Orienteringssag

Til Økonomiudvalget

Status på cirkulær økonomi i Byggeri Københavns byggeprojekter

9. december 2022

Sagsbehandler

Jens Runge

Resumé

Med denne sag orienteres Økonomiudvalget om Byggeri Københavns arbejde med cirkulær økonomi. Byggeri København arbejder med cirkulær økonomi i hele porteføljen af nye byggeprojekter vedtaget fra budget 2021 og frem. Der arbejdes på en styrket drift af området, og der er aktuelt 59 projekter, heraf 18 med særligt øget fokus.

Problemstilling

Økonomiforvaltningen (Byggeri København) har siden 19. september 2019 (Borgerrepræsentationens beslutning om Genanvendelse og genbrug af byggematerialer og cirkulær økonomi) arbejdet med cirkulær økonomi i kommunens egen byggerier. Det vil sige, at der er arbejdet bredt med, hvordan bygningers materialer kan genbruges og anvendes i nye bygninger, hvordan materialer fra bygninger, der nedrives, kan genbruges, og hvordan nye bygninger kan bygges, så de lettere kan skilles ad og genbruges.

Målet med dette er at nedbringe CO2-udledningen og mindske brugen af materialeressourcer.

Dette blev understøttet af beslutningen i Økonomiudvalget den 23. februar 2021 om, dels at alle projekter skulle arbejde med cirkulær økonomi, dels at dette skulle ske gennem otte udvalgte kriterier i DGNB-systemet og deres ca. 100 indikatorer.

DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen) er det system, der primært bruges i Københavns Kommune til at bæredygtighedscertificere byggerier. Denne certificering sker gennem 36 kriterier og 200-300 indikatorer (underkriterier), som dækker seks såkaldte kvaliteter: Proces, Miljø, Økonomi, Sociale forhold, Teknik og Område.

Løsning

Nedenfor gives den årlige status på arbejdet med cirkulær økonomi, jf. Økonomiudvalgets beslutning fra den 23. februar 2021 om en årlig opfølgning.

Byggeri København
Udvikling og Ledelsesbetjening
Nyropsgade 3
1602 København V

EAN-nummer
5798009781642

1. Forskel på udviklings- og basisprojekter indenfor cirkulær økonomi

Økonomiudvalget besluttede i februar 2021, at der skulle arbejdes med to typer projekter: Basisprojekter og udviklingsprojekter. Det blev fastsat, at antallet af udviklingsprojekter skulle svare til ca. 15 % af alle nye planlægningsbevillinger (ca. 2-3 projekter årligt).

Nedenfor gennemgås kort, hvordan der arbejdes i de to typer projekter.

Basisprojekter

Basisprojekter er alle nye projekter, som har fået planlægningsbevilling fra budget 2021 og frem. Det vil sige, at det er den samlede portefølje med undtagelse af projekter, som ikke er relevante i denne sammenhæng, f.eks. pavilloner, nøglefærdige byggerier, tredjemands lejemål eller kunstudsmykning i en bygning. I basisprojekter arbejdes der med at få flest mulige cirkulære løsninger ind i projektet inden for projektets økonomi. De cirkulære løsninger er primært dem, som Byggeri København har fået erfaring med gennem sine udviklingsprojekter og gennem det øvrige arbejde med at udvikle cirkulær økonomi.

Udviklingsprojekter

Udviklingsprojekter er udvalgte projekter, hvor der ud over den tilgang, der anvendes ved basisprojekterne, arbejdes med et særligt øget fokus på cirkulær økonomi for at sikre løbende udvikling af tilgangen til cirkulær økonomi.

Det er Byggeri København, der vurderer, om et projekt skal arbejde med et særligt øget fokus på cirkulær økonomi og præsenterer dette for Borgerrepræsentationen gennem budgetnotatet om planlægningsbevillingen. Borgerrepræsentationen kan på den baggrund ved de to årlige budgetforhandlinger tilvælge eller fravælge, om projektet skal arbejde med et særligt øget fokus på udviklingen af cirkulær økonomi.

Udviklingsprojekter vil normalt få ekstra finansiering til indsatsen for cirkulær økonomi. 16 ud af 18 projekter har fået ekstra finansiering på op til 10%.

2. Omfang af projekter med cirkulær økonomi

Alle projekter fra og med budget 2021 er omfattet af indsatsen om cirkulær økonomi. Som det fremgår af bilag 1, er der i dag i alt 59 projekter, heraf 41 basisprojekter og 18 udviklingsprojekter.

3. Cirkulære emner

I udviklingsprojekterne arbejdes der med eller forventes det, at der arbejdes med nedenstående indsatser. De er udvalgt på baggrund af en dialog med en lang række aktører i markedet og Københavns Kommunes egne erfaringer. Indsatserne suppleres og udbygges i takt med, at flere udviklingsprojekter kommer til.

Der kan læses om projekterne dels i bilag 1, dels i *Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi*, 5. udgave, 1. december 2022. I *Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi* er medtaget de projekter, som er kommet længere i deres arbejde med cirkulær økonomi, og hvor det derfor giver mening at beskrive dem nærmere.

Indsatser:

1. Selektiv nedrivning
 - a. Genbrug af mursten og andre fraktioner.
 - b. Afprøvning af europæiske principper for selektiv nedrivning.
 - c. Afprøvning af rolle som miljø- og ressourcekoordinator.
2. Cirkulære bygninger
 - a. Den cirkulære sportshal.
3. Cirkulære bygningsdele
 - a. Den cirkulære ikke-bærende væg.
4. Det cirkulære vådrum.
5. Træbyggeri
 - a. Bærende konstruktion i træ.
 - b. Nybyggeri i CLT-elementer.
6. Beton
 - a. Undgå overdimensionering.
 - b. Grøn cement – cement som er lavet med lavt energiforbrug.
 - c. Genbrug af CE-mærket genanvendt tilslag.
 - d. Genbrug af betonelementer.
7. Stål
 - a. Genbrug af stålelementer.
 - b. Styrke efterspørgslen på genanvendt stål.
8. Materialepas som værktøj til at fremme cirkulær økonomi og til at dokumentere materialernes indhold af kemi.
9. Cirkulær økonomi i eksisterende byggeri.
10. Afprøvning af lavemissionsklassen i forhold til CO₂/m²/år.

Det er vigtigt, at erfaringerne fra indsatserne, der udvikles og afprøves i udviklingsprojekterne, udnyttes til at rykke det samlede felt af projekter og ultimativt markedet for cirkulær økonomi, herunder også at opnå en væsentlige lavere og gerne billigere pris.

Derfor har Byggeri København et stort fokus på, hvordan man går fra udviklingsprojektet til hele porteføljen. Denne indsats forventes styrket betragteligt gennem ændringen i driften jf. punkt 5, hvor der lægges op til, at alle projekter i porteføljen skal arbejde med de prisneutrale eller billigere indsatser, som er identificeret og derudover vurdere, om der også kan rykkes på andre indsatser.

4. Cirkulær økonomi, DGNB og driften aktuelt

Godt halvdelen, ca. 36 projekter, ud af 59 projekter skal DGNB-certificeres. I disse projekter vil det fremgå af DGNB-pointene i de enkelte indikatorer, hvordan cirkulær økonomi er håndteret. Som nævnt ovenfor er der særligt otte indikatorer, som er relevante her.

Kun syv projekter har aktuelt afleveret de første vurderinger af point for at opnå certificering, og det vil på så tidligt et stadie ikke give stor værdi at samle resultaterne vedrørende cirkulær økonomi.

Det har været praksis indtil nu, at Byggeri København skulle vurdere 49 indikatorer i DGNB-systemet. Dette er en fokusering i forhold til status 2021, hvor der var endnu flere indikatorer i spil, jf. status til Økonomiudvalget ultimo 2021. Det er væsentligt at arbejde med denne fokusering og at gøre den endnu mere præcis, fordi arbejdet med cirkulær økonomi let bliver udvandet, hvis man skal holde styr på ambitioner, udvikling og resultater i 49 indikatorer, i stedet for et langt mindre antal, som beskrevet i afsnit 5.

5. Styrket drift

På baggrund af de erfaringer, som Byggeri København har gjort indtil nu, har Byggeri København taget en række skridt til at styrke arbejdet med cirkulær økonomi yderligere.

Det er vigtigt i denne forbindelse at nævne, at Københavns Kommunes indsats i forhold til cirkulær økonomi går på to ben. Dels som det bærende element DGNB-certificeringssystemet, dels Byggeri Københavns øvrige erfaringer med cirkulær økonomi, som er beskrevet i *Håndbog i cirkulær økonomi*. Københavns Kommune vil på sigt kunne sørge for at disse erfaringer optages i DGNB-systemet.

De skærpede skridt er beskrevet i *Håndbog i cirkulær økonomi*, 5. udgave, 1. december 2022 (bilag 2). Det er især følgende tiltag:

1. Byggeri Københavns projektleders og rådgivers opgave i forbindelse med cirkulær økonomi er beskrevet væsentligt klarere.
2. Hvad angår DGNB, har Byggeri København valgt at gå fra et stort antal indikatorer (49 i otte DGNB-kriterier), som der skulle arbejdes særligt med i forhold til cirkulær økonomi til et mindre antal, hvilket så til gengæld forventet vil øge indsatsen på dette fokuserede lille antal.
3. Hvad angår Byggeri Københavns egne erfaringer, som konkret er formuleret som krav i *Håndbog i cirkulær økonomi* til udvikling af cirkulær økonomi, er dette øget med ni til i alt 26 krav. Disse krav supplerer DGNB-systemet og er med til at skubbe på

udviklingen i en dialog med DGNB. Disse krav handler f.eks. om at anvende genbrugte mursten frem for nye og at regne ekstra på betonkonstruktioner, så der kan spares på cement, tilslag og armeringsstål.

4. For at styrke processen med valg af indikatorer fra DGNB og krav fra *Håndbog i cirkulær økonomi* til cirkulær økonomi, er der introduceret en grøn prispyramide, som gør det muligt hurtigere at udpege indsatsområder.
5. Byggeri København har besluttet en proces, hvor det er gjort muligt i både basisprojekter og udviklingsprojekter for rådgiver i løbet af planlægningsfasen at vurdere og prissætte arbejdet med de relevante indikatorer og krav og efterfølgende ansøge om dette i budgetnotatet til anlægsbevillingen. På den baggrund kan Borgerrepræsentationen fravælge eller tilvælge indsatserne og dermed også give mandat og godkende en økonomi til dem. Dette er med til at udbrede tilgangen til cirkulær økonomi til hele Byggeri Københavns portefølje. Forskellen på udviklings- og basisprojekter er, at ekstraøkonomien til udviklingsprojekterne er væsentlig højere end til basisprojekterne. Med tiden vil denne økonomi måske udligne sig.

Økonomi

Økonomien til cirkulær økonomi håndteres i de enkelte byggeprojekter.

Videre proces

Byggeri København fortsætter driften af området på baggrund af de to beslutninger i henholdsvis Borgerrepræsentationen og Økonomiudvalget, status til Økonomiudvalget ultimo 2021 og på baggrund af denne status.

Byggeri København gennemgår sin projektportefølje fra budget 2021 og frem og vurderer, om det er muligt at implementere de tiltag, som er beskrevet under punkt 5.

Bilag

Bilag 1: Liste med resultater fra byggeprojekter ultimo 2022

Bilag 2: Håndbog i cirkulær økonomi, 5. udgave, 1. december 2022

Bilag 3: Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi, 5. udgave, 1. december 2022s



Bilag 1

Cirkulær økonomi, liste med resultater fra byggeprojekter ultimo 2022

9. december 2022

Sagsbehandler

Jens Runge

Resumé

Bilaget indeholder det samlede overblik over projekter, som er omfattet af Økonomiudvalgets beslutning fra 23. februar 2021 om arbejdet med cirkulær økonomi. En tabel viser fordelingen af antallet af udviklings- og basisprojekter fordelt på budgettrunder og udviklingen fra status ultimo 2021. Herefter er indsat en liste med gennemgang af samtlige 59 projekter, som er omfattet af indsatsen.

Oversigt

Tabel 1 viser fordelingen af antallet af udviklings- og basisprojekter fordelt på budgettrunder og udviklingen fra status ultimo 2021.

Tabel 1. Samlet antal projekter omfattet af beslutning om cirkulær økonomi og fordeling på udviklings- og basisprojekter og udvikling fra status ultimo 2021			
Budget eller overførselssag	Antal projekter	Udviklingsprojekt	Basis
2018	1	1	0
2019	2	1	1
2020	3	3	0
2019-2020	2	2	0
2021	12	4	8
2020-2021	8	0	8
2022	22	4	18
2021-2022	2	0	2
2023	7	3	4
I alt ultimo 2022	59	18	41
I alt ultimo 2021	48	17	31
Forskel	11	1	10

Siden status ultimo 2021 er der en samlet stigning i antal projekter på 11. Antallet af udviklings er samlet set steget med 1. Der er valgt 3 nye udviklingsprojekter i 2023. Den manglende samlede stigning på to, skyldes at Harrestrup Å Skole er opdelt i tre projekter, hvor kun to er

Byggeri København
Udvikling og Ledelsesbetjening
Nyropsgade 3
1602 København V

EAN-nummer
5798009781642

udviklingsprojekter, men at alle tre blev talt med i status ultimo 2021 og at Skolen på Levantkaj er gået fra at være et udviklingsprojekt til at være et basisprojekt.

Antallet af basisprojektet er steget med 10.

Det bemærkes, at der er 22 projekter i budget 2022. Op til 11 af disse er dog en pulje til på tilsammen 57 daginstitutionsgrupper, og disse projekter er aktuelt ikke sat i gang.

Liste med kort status på alle omfattede projekter

Listen nedenfor indeholder en gennemgang af samtlige 59 projekter, som er omfattet af indsatsen. De er grupperet efter udviklingsprojekter og basisprojekter, dernæst efter den budgetforhandling, hvor planlægningsbevillingen er givet, efter projekttype og endelig alfabetisk.

18 udviklingsprojekter

Center for Diabetes i De Gamles By (Budget 2018)

Udviklingsprojekt, nybyggeri.

Projektet arbejder med genbrug af mursten fra den eksisterende bygning på grunden. Dette bygger på en miljø- og ressourcekortlægning af materialerne i denne bygning. Projektet arbejder derudover med træbyggeri for at give kommunen erfaring med dette materiale.

Der er ikke afsat særskilt økonomi til cirkulær økonomi.

Projektet gennemføres i totalrådgivning og efterfølgende hovedentreprise.

Botilbud, Jacob Michaelsens Minde, Skodsborg (Budget 2019)

Udviklingsprojekt, renovering og ombygning.

Projektet har arbejdet med test af en europæiske tilgang til selektiv nedrivning, som udvikles i regi af det cirkulære udviklingsprojekt Circuit, som Teknik- og Miljøforvaltningen står for, og med test af en rolle som ressource- og miljøkoordinator, som Miljøstyrelsen også er interesseret i. Begge udviklingsspor har fokus på, at vi udnytter vores ressourcer bedre for at nedbringe CO₂-udledningen og råstofforbruget. Byggeprojektet er det første projekt, hvor Københavns Kommune har fået resultater fra arbejdet med cirkulær økonomi. En samlet præsentation af projektet kan læse i *Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi*, 5. udgave, 1. december 2022.

Der var afsat 5% af den samlede anlægsbevilling til cirkulær økonomi i dette projekt, og der blev brugt 463.500 kr. på indsatsen. Det svarer til 3% af den samlede anlægsbevilling på 16 millioner kroner.

Projektet blev gennemført i totalrådgivning med efterfølgende hovedentreprise og afsluttet i januar 2022.

Specialscole, Heerup Skole, Vanløse (Budget 2020)

Udviklingsprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet arbejder med bærende konstruktioner i krydslamineret træ (cross laminated timber - CLT-elementer). Det vil være Københavns Kommunes første erfaring med CLT, herunder hvad det betyder for CO₂-udledningen. Der er lavet de første livscyklusanalyser, som sammenligner CLT-konstruktionen med dels en ren betonkonstruktion, dels en hybridkonstruktion med beton og trækassetter. Resultatet af de seneste CO₂-beregninger viser, at projektet forventeligt ligger mellem 9,5 og 10 kg CO₂/m²/år. Kravet i Bygningsreglementet fra 1. januar 2023 er 12 kg CO₂/m²/år.

Der er afsat 7,8% af den samlede anlægsbevilling til cirkulær økonomi i dette projekt, dvs. til byggeriet med CLT-elementer.

Projektet er udbudt i totalrådgivning med efterfølgende hovedentreprise ultimo 2022.

Projektet er i udbudsprojekt.

Specialklasserække, HAFNIA, Østerbro (Budget 2020)

Udviklingsprojekt, ombygning.

Projektet havde fokus på direkte genbrug af lokaler samt reducere af omfang af ombygning i dialog med brugerne. Ud over den oplagte CO₂-besparelse i genbrug af lokaler, var projektet for lille til at kunne afsætte ekstra ressource til analyse af CO₂-besparelse.

Der var ikke afsat særskilt økonomi til cirkulær økonomi.

Projektet blev udført af den strategiske partner Trust og er afsluttet.

Sportsfacilitet, Ketsjersportens Hus, Amager (Budget 2020)

Udviklingsprojekt, nybyggeri.

Projektet har fokus på enkelte dele af den cirkulære bygning f.eks. samlinger, som gør, at bygningsdelene kan skilles ad og genbruges, så vi undgår affaldsproduktion i fremtiden.

Projektet er i planlægningsfasen.

Voksenundervisning, Center for Specialundervisning for Voksne, Østerbro (Overførselssagen 2019-2020)

Udviklingsprojekt, ombygning og nybyg.

Projektet arbejder med den cirkulære skillevej, hvor det overordnede formål er at udvikle en ikke bærende cirkulær skillevej. Det ultimative mål er at udvikle en færdig væg, som kan genbruges direkte og dermed bidrage til CO₂- og råstofreduktion. Projektet skal også levere et formidlingsmateriale, der opsamler projektets erfaringer.

Der er afsat op til 3% af den samlede anlægssum til den cirkulær væg svarende til 3,2 mio. kr.

Projektet kører i totalrådgivning og udbydes efterfølgende i en hovedentreprise. Der er også tilknyttet en bygherrerådgiver.

Udviklingsprojektet er igangsat i november 2021 og den planlagte varighed er ca. halvandet år.

Sportsfacilitet, Frankrigsgade 35, Amager (Ungecenter Sundby Idrætspark), Karateklub (Overførselssagen 2019-2020)

Udviklingsprojekt, ombygning.

Projektet har arbejdet med det cirkulære vådrum, hvor det i videst mulige omfang er undgået at nedrive de gamle funktioner i det eksisterende således, at disse kan bruges igen, hvis det ønskes. Projektet har givet Københavns Kommune de første erfaringer med cirkulær økonomi i vådrum.

Der er afsat 3% af den samlede anlægssum til cirkulær økonomi svarende til 256.000 kr.

Projektet er gennemført i totalrådgivning og efterfølgende hovedentreprise.

En samlet præsentation af projektet kan læse i *Bilag til Håndbog i cirkulær økonomi*, 5. udgave, 1. december 2022, og der udgives derudover en erfaringsopsamling fra projektet på 16 sider på <https://byk.kk.dk/for-leverandoerer/cirkulaer-oekonomi>

Skole, Guldberg Skole, De Gamles By (GABYS), Nørrebro (Budget 2021)

Udviklingsprojekt, nybyggeri og ombygning. DGNB-certificeres til guld. Projektet er i bero.

Skole, Harrestrup Å Skole, Lykkebo Skole, Valby (Budget 2021)

Udviklingsprojekt, nedrivning, ombygning. DGNB-certificeres til guld.

I projektet skal der arbejdes med særligt fokus på selektiv nedrivning. Der er afsat 1 mio. kr. til cirkulær økonomi i alt i dette projekt og Kirsebærhavens Skole tilsammen.

Projektet har valgt totalrådgiver

Projektet er i planlægningsfasen.

Skole, Harrestrup Å Skole, Kirsebærhavens Skole, Valby (Budget 2021)

Udviklingsprojekt, nedrivning, ombygning. DGNB-certificeres til guld.

I projektet skal der arbejdes med særligt fokus på selektiv nedrivning.

Der er afsat 1 mio. kr. til cirkulær økonomi i alt i dette projekt og Lykkebo Skole tilsammen.

Projektet har valgt totalrådgiver og er i planlægningsfasen.

Skole, Vejlands Allé Kvarter Skole (Budget 2021)

Udviklingsprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld

Der arbejdes med, hvordan krav til CO₂-emission i Bygningsreglementet overholdes, herunder muligheden for at undersøge forskellige

materialer som bærende konstruktioner for at nedbringe CO₂-udledningen mest muligt inden for den økonomiske ramme.

Der er afsat 0,25% af den samlede anlægsbevilling til cirkulær økonomi. Projektet er i planlægningsfasen. De eksakte løsninger og valg af materialer afklares først i forslagsfasen.

Daginstitutioner, 17 grupper (Budget 2022)

Basis- og udviklingsprojekter, forskellige projektyper

Dette er en pulje.

Det er besluttet i budget 2022, at denne pulje og puljen på 40 daginstitutioner samlet leverer ét til to projekter, som skal have fokus på bæredygtig brug af beton og stål og/eller bidrage til at udvikle det såkaldte materialepas, som giver værdiskabende data, når materialerne skal cirkuleres.

Der er afsat 3% af den samlede anlægsbevilling til hvert af de to projekter.

Projekterne er ikke sat igang endnu.

Daginstitutioner, 40 grupper (Budget 2022)

Basis- og udviklingsprojekter, forskellige projektyper

Dette er en pulje.

Det er besluttet i budget 2022, at denne pulje og puljen på 17 daginstitutioner samlet leverer ét til to projekter, som skal have fokus på bæredygtig brug af beton og stål og/eller bidrage til at udvikle det såkaldte materialepas, som giver værdiskabende data, når materialerne skal cirkuleres.

Der er afsat 3% af den samlede anlægsbevilling til hvert af de to projekter.

Projekterne er ikke sat igang endnu.

Botilbud, Jernbanebyen (E-Huset), Sydhavnen (Budget 2022)

Udviklingsprojekt, nybyggeri. DGNB-certificering afklares.

Det er besluttet i budget 2022, at dette projekt skal have fokus på bæredygtig brug af beton og stål og/eller bidrage til at udvikle det såkaldte materialepas, som giver værdiskabende information, når materialerne skal cirkuleres.

Der er afsat 3% af den samlede anlægsbevilling til cirkulær økonomi.

Projektet afventer nærmere afklaring.

Botilbud, Rønnebo, Brønshøj (Budget 2022)

Udviklingsprojekt, nedrivning og nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Det cirkulære fokus er den bedst mulige cirkulære håndtering af beton herunder forberedelse til direkte genbrug af betonelementer.

Der er afsat 3% af den samlede anlægssum til cirkulær økonomi.

Projektet er i planlægningsfasen.

Specialskole, Ørestad Boulevard 220 (Budget 2023)

Udviklingsprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet skal have et særligt fokus på, hvordan lavemissionsklassen i forhold til CO₂/m²/år kan opnås.

Der er afsat op til 10% af den samlede anlægssum til arbejdet med indsatsen.

Projektet er i opstart.

Specialklasserække, Dyvekeskolen, Amager (Budget 2023)

Udviklingsprojekt, nybyggeri, DGNB-certificeres til guld.

Projektet skal have et særligt fokus på, hvordan lavemissionsklassen i forhold til CO₂/m²/år kan opnås.

Der er afsat op til 10% af den samlede anlægssum til arbejdet med indsatsen.

Projektet er i opstart.

Kulturhus, Indre By (Budget 2023)

Udviklingsprojekt, renovering og modernisering.

Projektet omhandler en større renovering og modernisering af kulturhuset, hvilket umiddelbart vil medføre en del affald. Bygningen er derudover bevaringsværdig. Fokus kan være dels på bedst mulig håndtering af affald ved renovering og modernisering, dels på ressourceforbrug ved ændring af lokaler i bygningen samt ekstra opmærksomhed på bevaringsværdige bygningsdele med henblik på mindst mulig CO₂-udledning.

Der er afsat 3% af den samlede anlægssum til arbejdet med cirkulær økonomi.

Projektet er i opstart.

41 basisprojekter**Botilbud, svømmehal og plejehjem, Beauvais-grunden, Østerbro, nybyg (Budget 2019)**

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificering er under afklaring.

De cirkulære emner skal vælges.

Projektet er i planlægningsfasen og forventes udbudt i totalrådgivning

Skole, Guldberg Skole, Nørrebro (Budget 2021)

Basisprojekt, ombygning.

Projektet har vurderet ikke at gå videre med de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i udførelse.

Skole, Harrestrup Å Skole, Torveporten, Valby (Budget 2021)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet er ikke selv omfattet af cirkulær økonomi, men det er de to

øvrige delprojekter i Harrestrup Å Skole. Se Harrestrup Å Skole, Lykkebo Skole og Kirsebærhavens Skole, Valby, nedrivninger og ombygninger.

Skole, Nordhavn Skole, Levantkaj (Budget 2021)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet var oprindeligt tænkt som et udviklingsprojekt, men det har ligget stille længe, og derfor er det valgt at gå videre med projektet som et basisprojekt.

Projektet arbejder med udbud til totalrådgivning.

Specialske, Fensmarkskolen, Nørrebro (Budget 2021)

Basisprojekt, ombygning.

Projektet har vurderet, at der ikke er nok materialer eller muligheder at gå efter til, at cirkulær økonomi er relevant i projektet. Derfor arbejdes der ikke videre med de otte cirkulære økonomi-kriterier fra DGNB i dette projekt.

Botilbud, Solterrasserne, Valby (Budget 2021)

Basisprojekt, ombygning og renovering. DGNB-certificeres til sølv.

Ved screening i efteråret 2021 er det besluttet ikke at arbejde med cirkulær økonomi i form af screening af de otte DGNB-kriterier, da projektet er for fremskredent til at kunne indarbejde det.

Sportsfacilitet, Klubhus på Bavnehøj Idrætsanlæg, Sydhavnen (Budget 2021)

Basisprojekt, nybyggeri.

Det er valgt ikke at gå videre med de otte DGNB-kriterier i projektet. Det forventes, at projektet udføres som ren trækonstruktion og beklædning i træ.

Projektet er i gang med udbud til totalentreprise.

Kulturhus, Brønshøj Gamle Skole, Brønshøj (Budget 2021)

Basisprojekt, lovmæssiggørelse og ombygning.

Der er screenet for de otte DGNB-kriterier, i forbindelse med projekteringen.

Projektet er sendt i hovedentrepriseudbud.

Musikhus, Vesterbrogade 59, Vesterbro (Budget 2021)

Basisprojekt, renovering og ombygning.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet gennemføres af det strategiske partnerskab PLUS.

Specialklasserække, Kirkebjerg Skole, Vanløse (Overførselssag 2020-2021)

Basisprojekt, ombygning.

Projektet er blevet screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-

systemet. Et udvalgt mindre antal indikatorer går videre til næste fase. Projektet gennemføres i det strategiske partnerskab Trust.

Daginstitutioner, Kærskiftevej 21 og Gårdstedet 57, Valby (flytning af 6 DI-grupper fra Lykkebo Skole) (overførelssagen 2020-2021)

Basisprojekt, ombygning og nybyggeri.

Projektet er blevet screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet og resultatet indarbejdes i projektet.

Projekterne gennemføres i totalrådgivning med efterfølgende hovedentreprise.

Daginstitution, Torveporten 9, Valby (Overførelssag 2020-2021)

Basisprojekt, ombygning.

Der arbejdes ikke særligt med cirkulære emner i dette projekter, da arbejderne i projektet er meget specifikt defineret til forlængelse af paviljonerne i tre år.

Botilbud, Fristedet, Amager (Overførelssagen 2020-2021)

Basisprojekt, renovering og udvidelse.

Projektet afventer nærmere projektafklaring.

Botilbud, Jagtvej 157, Nørrebro (Overførelssagen 2020-2021)

Basisprojekt, nedrivning og nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægningsfasen.

Østre Kapel, Sydhavn (Overførelssag 2020-2021)

Basisprojekt, renovering.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet af bygherrerådgiver/totalrådgiver og forventes udbudt i hovedentreprise.

Projektet er i planlægningsfasen.

Administration og borgerbetjening, Ottiliavej, Valby (Overførelssag 2020-2021)

Basisprojekt, ombygning.

Projektet har valgt ikke at arbejde videre med de otte DGNB-kriterier.

Projektet arbejder aktivt med bedst mulig håndtering af selektiv nedrivning i projektet.

Projektet er i planlægningsfasen og der udarbejdes program, men er derudover i bero.

Fodboldanlæg og klubhus, Ørestad (Overførelssag 2020-2021)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægningsfasen.

Specialklasse, Peder Lykke Skole, Amager (Budget 2022)

Basisprojekt, ombygning mm.

De cirkulære emner i projektet skal vælges.

Projektet er i planlægningsfasen.

Daginstitutionsgrupper, 17 grupper (Budget 2022)

Basis- og udviklingsprojekter, forskellige projektyper

Dette er en pulje.

Projekterne er ikke sat igang endnu.

Daginstitutionsgrupper, 40 grupper (Budget 2022)

Basis- og udviklingsprojekter, forskellige projektyper

Dette er en pulje.

Projekterne er ikke sat igang endnu.

Daginstitution, Bygårdsstrædet, Tingbjerg (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Daginstitution, Bystævneparken byggefelt 12, Tingbjerg (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Daginstitution, Midtfløjene, Tingbjerg (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Daginstitution, Åkandevej, Tingbjerg (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Ungehus og klubpladser, Tingbjerg (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificeres til guld.

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Botilbud, Ellebjergvej, Sydhavnen (Budget 2022)

Basisprojekt, nedrivning og nybyggeri. DGNB-certificeres til guld

Projektet bliver screenet i forhold til de otte kriterier i DGNB-systemet.

Projektet er i planlægning.

Beach-anlæg på Emdrupparkens Idrætsanlæg, Nordvest (Budget 2022)

Basisprojekt, nybyggeri
De cirkulære emner skal vælges.
Projektet afventer opstart.

Havnebadet ved Fisketorvet, Vesterbro (Budget 2022)

Basisprojekt, renovering og opgradering
De cirkulære emner skal vælges.
Projektet er i planlægning.

Heibergskolen (modernisering og etablering af faglokaler), Østerbro (Overførselssagen 2021-2022)

Basisprojekt, nybyggeri
Projektet er en del af en pulje med få midler til planlægning. Derfor er cirkulær økonomi fravalgt i dette projekt

Botilbud, Holme, renovering og modernisering (Overførselssagen 2021-2022)

Basisprojekt, modernisering og ombygning
Projektet er under afklaring.

Botilbud, Sluseholmen, Sydhavnen (Budget 2023)

Basisprojekt, nybyggeri, DGNB-certificeres til guld.
De cirkulære emner i projektet skal vælges.
Projektet er i opstart.

Sportsfacilitet, Kløvermarkens Idrætsanlæg, Amager (Budget 2023)

Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificering skal afklares.
De cirkulære emner i projektet skal vælges.
Projektet er i opstart.

Sportsfacilitet, udskiftning af to nedslidte kunstgræsbaner i Valby Idrætspark (Budget 2023)

Basisprojekt, udskiftning af baner
De cirkulære emner i projektet skal vælges.
Projektet er i opstart.

Neurohabilitering (Budget 2023)

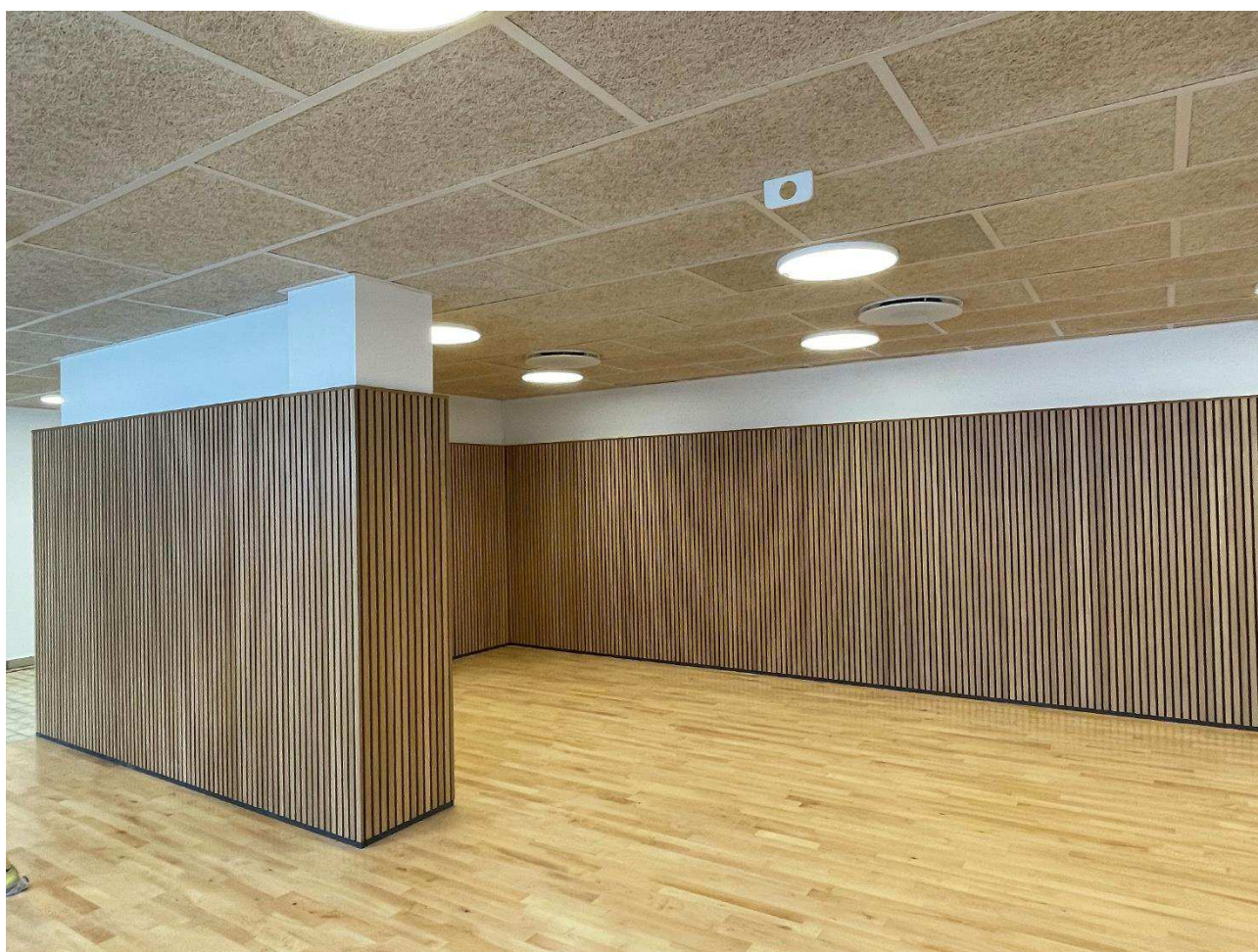
Basisprojekt, nybyggeri. DGNB-certificering skal afklares.
De cirkulære emner i projektet skal vælges.
Projektet er i opstart.

Håndbog i cirkulær økonomi

Ydelser og kravkatalog

Byggeri København
Københavns Kommune

5. udgave, 1. december 2022



Ændringer i 5. udgave i forhold til 4. udgave (10. februar 2022).

- Håndbogen er delt op i to: Håndbog med ydelser og kravkatalog og et bilag til håndbogen med viden, inspiration og erfaringer. Dette er Håndbogen.
- I kapitel 2 og 3 er ydelser i forhold til cirkulær økonomi beskrevet.
- I kapitel 4 er der introduceret en grøn prispyramide.
- I kapitel 5 er der tilføjet ni kravformuleringer til cirkulær håndtering af byggeriet, så der i alt er 26 forslag til krav. Glas, mineraluld og stål er tilføjet som nye områder.
- I kapitel 4 i bilaget, som er erfaringsopsamlingen, er der indsat et nyt projekt, daginstitutionen F/S Rosa. Jakob Michaelsens Minde og karatefaciliteten på Frankrigsgade 35 er opdateret efter, at projekterne er blevet afsluttet. Projektet De Gamles Bys Skole og Ketsjersportens Hus er taget ud, da de er i bero.

Byggeri København modtager gerne kommentarer vedrørende indholdet i håndbogen og bilaget.

Kontakt: Jens Runge, y69d@kk.dk, Anders Østerskov Knudsen, iv94@kk.dk, Malcolm Costigan, js95@kk.dk

Link til håndbog og bilag: [Cirkulær økonomi | Byggeri København \(kk.dk\)](#)

Forsidebillede: Frankrigsgade 35, nyindrettet karatefacilitet. Rytter Ark Group

1. Introduktion	5
1.1. Formålet med cirkulær økonomi	5
1.2. Politisk grundlag	5
1.3. Basisprojekter og udviklingsprojekter	5
1.4. Sådan bruges håndbogen	6
2. Ydelser i basisprojekter.....	7
2.1. Planlægning, byggeprogram.....	7
2.2. Dispositionsforslag til AB-aflevering.....	8
3. Ydelser i udviklingsprojekter.....	9
3.1. Planlægning, byggeprogram.....	9
3.2. Dispositionsforslag til AB-aflevering.....	9
4. Den grønne prispyramide	10
5. Kravkatalog.....	12
5.1. Introduktion	12
5.2. Krav til cirkulær økonomi	12
5.2.1. Håndhævelse.....	12
5.2.1.1. Rådgivning	13
5.2.1.2. Entreprise	13
5.2.2. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol	14
5.2.2.1. Ressourcekortlægning [R]	14
5.2.2.2. Stikprøvekontrol af sortering [R]	14
5.2.3. Beton	14
5.2.3.1. Forundersøgelser [R]	14
5.2.3.2. Krav til cirkulering af konstruktionsbeton [R].....	15
5.2.3.3. Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton [E]	15
5.2.3.4. CE-mærket genanvendt tilslag i beton [E]	15
5.2.3.5. Unødigt merforbrug af cement, beton og armeringsstål [R].....	15
5.2.3.6. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton	16
5.2.3.7. Tabel 2: Vurdering af økonomi: CE-mærket genanvendt tilslag i beton	17
5.2.4. Gips.....	17
5.2.4.1. Forundersøgelser [R]	17
5.2.4.2. Krav til sortering af gips [R]	17
5.2.4.3. Sortering og afsætning af ren gips [E]	18
5.2.4.4. Cirkulær anvendelse af gipsplader [R]	18
5.2.4.5. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering i ren gips.....	19
5.2.4.6. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren gips ved nybyggeri og/eller renovering ..	19
5.2.5. Mursten.....	20
5.2.5.1. Øget genbrug af mursten [R].....	20
5.2.5.2. Sortering og afsætning af mursten [E]	20
5.2.5.3. Anvendelse af genbrugte mursten [R].....	20
5.2.5.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Nedrivning af mursten	21

5.2.5.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Anvendelse af genbrugte mursten	21
5.2.6. Træ	21
5.2.6.1. Afsætning af træ fra nedrivning [E]	21
5.2.6.2. Anvendelse af genbrugt træ til ikke opvarmede bygninger og lignende [R]	21
5.2.6.3. Afsætning af byggepladstræ [E]	22
5.2.6.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Afsætning af træ fra nedrivning	22
5.2.6.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Genbrug af byggepladstræ	22
5.2.7. Glas	22
5.2.7.1. Forundersøgelser [R]	22
5.2.7.2. Krav til sortering af glas [R]	23
5.2.7.3. Sortering og afsætning af glas [E]	23
5.2.7.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af glas	23
5.2.8. Mineraluld (glasuld og stenuld)	24
5.2.8.1. Krav i entrepriseudbud til sortering af mineraluld [R]	24
5.2.8.2. Sortering og afsætning af mineraluld [E]	24
5.2.8.3. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af mineraluld	25
5.2.9. Stål	25
5.2.9.1. Optimering af stålelementer [R]	25
5.2.9.2. Anvendelse af stål med lav CO ₂ -udledning [R]	25
5.2.9.3. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Anvendelse af "grønt" stål ved nybyggeri, ombygning	26

1. Introduktion

1.1. Formålet med cirkulær økonomi

Byggeri København ønsker gennem sit byggeri at bidrage til udviklingen af markedet for cirkulær økonomi.

Formålet er at mindske CO₂-udledningen og brugen af ikke fornybare jomfruelige råstoffer.

1.2. Politisk grundlag

Den 19. september 2019, besluttede Københavns Kommunes Borgerrepræsentation, at alle nye byggeprojekter skulle screenes for om og hvordan, der kunne arbejdes med cirkulær økonomi i projekterne.

Den 24. juni 2020 besluttede Borgerrepræsentationen, at alle kommunens egne nybyggerier og renoveringer skulle DGNB-certificeres til henholdsvis guld og sølv.

Den 23. februar 2021 besluttede Københavns Kommunes Økonomiudvalg, at cirkulær økonomi i alle nye byggeprojekter fra budget 2021 skulle håndteres gennem DGNB-systemet. Dette gælder både for projekter, som DGNB-certificeres, og projekter som ikke gør.

Der laves årligt en status til Økonomiudvalget, hvor praksis på området evalueres og justeres som følge af de erfaringer, Byggeri København har gjort sig.

1.3. Basisprojekter og udviklingsprojekter

Byggeri København har to grupper projekter, som defineres nedenfor: basisprojekter og udviklingsprojekter.

Basisprojekter er alle projekter, som har fået planlægningsbevilling fra budget 2021.

Udviklingsprojekter er udvalgte projekter, hvor der ud over den tilgang, der anvendes ved basisprojekterne, arbejdes med et særligt ekstra fokus på cirkulær økonomi for at sikre løbende udvikling af tilgangen til cirkulær økonomi jævnfør beslutningen i Økonomiudvalget den 23. februar 2021.

Det er Byggeri København, der i forbindelse med kommentering af budgetnotater om planlægningsbevillinger vurderer, om et projekt skal arbejde med et særligt ekstra fokus på udvikling af cirkulær økonomi. Det vurderes ud fra projektets karakter og muligheder for at kunne bidrage til udviklingen.

Vurderingen præsenteres for Københavns Kommunes Borgerrepræsentation i budgetnotat om planlægningsbevilling således, at det i forbindelse med de to årlige forhandlinger om budget er muligt for Borgerrepræsentationen at tilvælge eller fravælge, om projektet skal arbejde med et særligt ekstra fokus på udvikling af cirkulær økonomi. Udviklingsprojekter vil i sammen proces ofte opnå ekstra finansiering til indsatsen for cirkulær økonomi.

Pavilloner, nøglefærdigt byggeri og tredje mands lejemål er ikke omfattet af Byggeri Københavns indsats i forhold til cirkulær økonomi. Pavillonerne er i sig selv cirkulære, da de normalt tages tilbage af udlejerne af pavillonerne, som herefter istandsætter dem og udlejer dem igen. De to opførte midlertidige pavillonskoler på Sigtelinjegrunden og på Kirkegrunden på Amager er derudover Danmarks første svanemærkede pavillonskoler. På nøglefærdigt byggeri og i tredje mands lejemål har vi generelt ikke mulighed for at påvirke, hvordan byggeriet udføres.

1.4. Sådan bruges håndbogen

Håndbogen indgår som bilag til rådgiverkontrakten.

Krav til entreprenører i kapitel 5 gælder kun, såfremt Byggeri København vælger at aktivere dem. Håndbogen indgår ikke som bilag til Byggeri Københavns entrepriseaftaler, og derfor sker denne aktivering ved, at kravteksten "klippes ind" i den relevante arbejdsbeskrivelse eller, for så vidt der er tale om en totalentreprise, i byggesagsbeskrivelsen. Det bemærkes, at teksten vedrørende håndhævelse af krav, afsnit 5.2.1., skal bearbejdes til den konkrete sag og dermed ikke kan anvendes direkte.

Kapitlerne 1. Introduktion, 2. Ydelser i basisprojekter, 3. Ydelser i udviklingsprojekter, 4. Den grønne prispyramide og 5. Kravkatalog er de kapitler, man skal læse for at følge Københavns Kommunes krav til cirkulær økonomi. Det gælder for alle byggeprojekter, som har fået planlægningsbevilling fra budget 2021 og frem.

Dog behøver man ikke læse kapitel 3. Ydelser i udviklingsprojekter, hvis man ikke har et udviklingsprojekt. Det fremgår af udbuddet.

2. Ydelser i basisprojekter

2.1. Planlægning, byggeprogram

2.1.1. Byggeri København vælger følgende:

- a. De relevante kriterier af de otte DGNB-kriterier, som er udvalgt i DGNB-systemet til at håndtere cirkulær økonomi. Det er følgende:

Kriterie PRO1.1. Kvalitet i forberedelsen af projektet
Kriterie PRO1.4. Bæredygtighed i entrepriseudbud
Kriterie PRO2.1. Byggeplads/byggeproces
Kriterie ENV1.1. Livscyklusvurdering
Kriterie ENV1.2. Miljøfarlige stoffer
Kriterie ENV1.3. Ansvarsbevidst ressourceindvinding
Kriterie ECO2.1. Flexibilitet og tilpasningsevne
Kriterie TEC1.6. Nedtagning og genanvendelse

Herefter udvælges de relevante indikatorer blandt de 49, som er udvalgt inden for de otte kriterier til at være særligt relevante for cirkulær økonomi. De relevante indikatorer i hvert kriterium fremgår af *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*.

- b. De krav til cirkulær økonomi, som det kan være relevant at inddrage, fra denne teksts kapitel 5.
- c. Når de i litra a) og b) nævnte valg skal træffes, findes vejledning i *Den grønne prispyramide*. Den grønne prispyramide er introduceret i kapitel 4. Valgene træffes i overensstemmelse med følgende principper:
 - i. De løsninger, som ligger i den *neutrale* eller *billigere* prisgruppe i den grønne prispyramide eller andre indsatser, som ved Byggeri Københavns konkrete vurdering vil ligge der, skal umiddelbart indarbejdes i projektet, medmindre rådgiver efterviser, at løsningen ville være fordyrende for netop dette projekt.
 - ii. Andre tiltag skal vurderes for relevans og udvælges indledningsvist af Byggeri København.

2.1.2. Byggeri København udpeger de valgte kriterier, indikatorer og krav for rådgiver i udbudsmaterialet.

2.1.3. Rådgiver vurderer de valgte kriterier, indikatorer og krav og prissætter dem.

2.1.4. Rådgiver fastlægger point i de udvalgte kriterier og indikatorer. Hvis projektet DGNB-certificeres, skal det gøres i den relevante matrix fra DGNB-systemet. Hvis DGNB-projektet ikke skal certificeres, gøres det i excelarket *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*.

2.1.5. Byggeri Københavns specialister inden for cirkulær økonomi kan bistå med sparring.

2.1.6. Rådgiver prissætter kravene i forbindelse med ansøgning om anlægsbevilling, og der opnås politisk mandat til de cirkulære tiltag gennem ansøgningen om anlægsbevillingen.

2.2. Dispositionsforslag til AB-aflevering

2.2.1. Rådgiver afleverer en opdateret vurdering af de valgte kriterier og indikatorer ved hvert faseskifte fra byggeprogram til aflevering. Såfremt projektet udføres i totalentreprise, er det medmindre Byggeri København konkret beslutter andet totalentreprenøren, der udarbejder og afleverer opdaterede vurderinger for de faser, der er omfattet af totalentreprisen.

3. Ydelser i udviklingsprojekter

3.1. Planlægning, byggeprogram

3.1.1. I et udviklingsprojekt håndteres relevante kriterier, indikatorer og krav ganske som i et basisprojekt. Fremgangsmåden i kapitel 2 skal derfor følges, men derudover foretages følgende:

3.1.2. Byggeri København udpeger de projekter, som er udviklingsprojekter. Dette vil fremgå af udbudsmaterialet.

3.1.3. Byggeri København bestemmer, hvad temaet for udviklingsprojektet er, dvs. hvad der skal arbejdes med for at udvikle området for cirkulær økonomi.

3.1.4. Byggeri København definerer sammen med rådgiver, hvordan udviklingsprojektet skal gennemføres.

3.1.5. Rådgiver leverer de aftalte ydelser i planlægningsfasen.

3.2. Dispositionsforslag til AB-aflevering

3.2.1. Rådgiver henholdsvis totalentreprenør leverer de aftalte ydelser inden for den økonomi, som er aftalt til udviklingsprojektet, og de ydelser der er aftalt jf. afsnit 3.1.

4. Den grønne prispyramide

Den grønne prispyramide gælder som beskrevet under ydelser i kapitel 2 og 3 både for basisprojekter og udviklingsprojekter.

Byggeri København bruger den såkaldte grønne merpris¹ illustreret i en pyramide for med tiden at gøre det målbart, hvilke indsatser der giver størst værdi for klimaet i forhold til prisen, så det vigtigste kan prioriteres først.

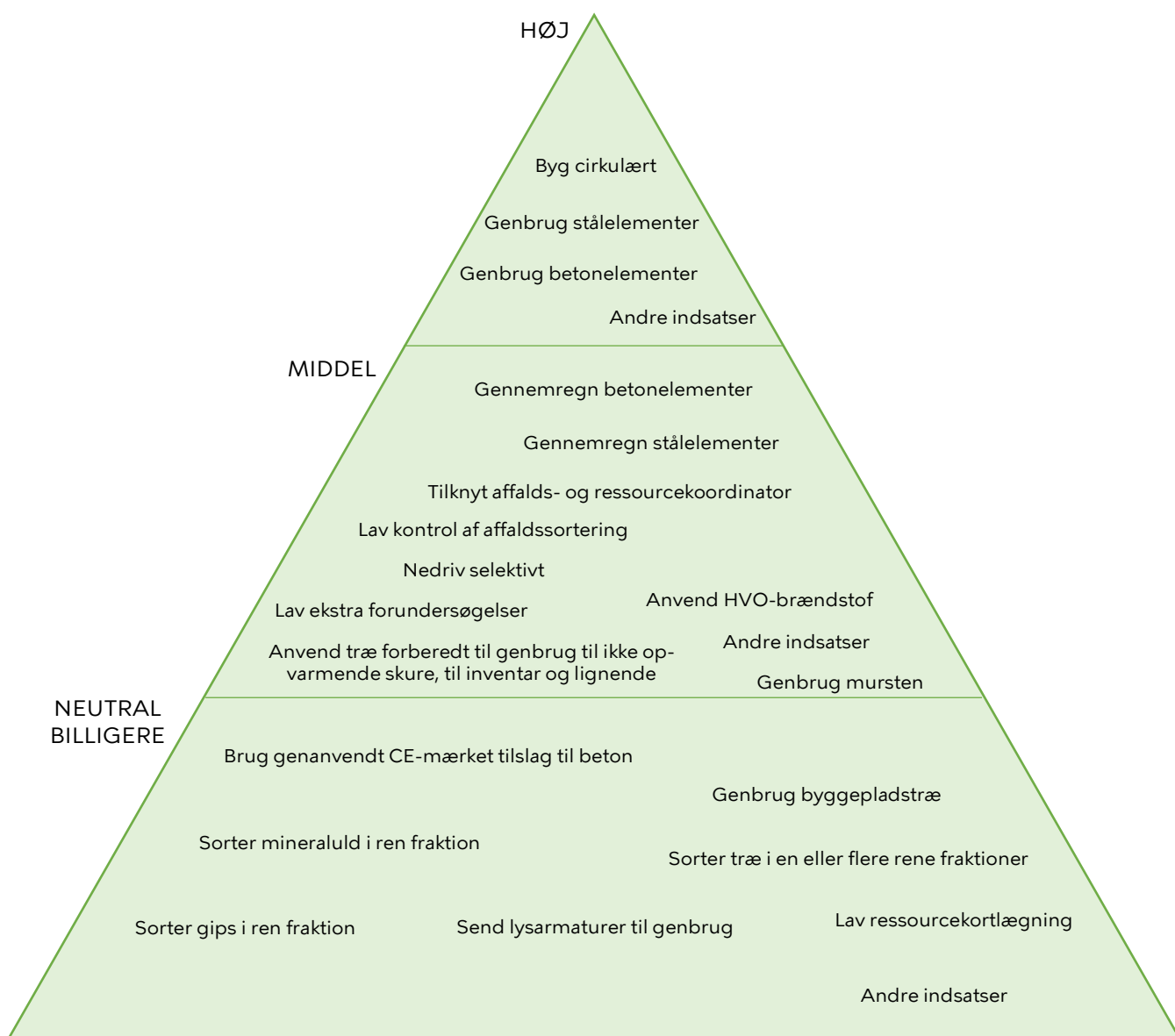
Hvad er prisen for eksempel for at sortere i ren gips frem for at sortere gipsen til blandet affald? Eller hvad er prisen for at nedknuse beton til CE-mærket genanvendt tilslag til beton?

Nogle priser er enkle at finde frem, f.eks. prisen på at leje en container til ren gips og en container til blandet affald. Andre priser er i højere grad projektspecifikke og kan ikke bestemmes på forhånd. Det gælder f.eks. den plads, der er til rådighed på byggepladsen. Måske skal en ekstra container til ren gips placeres på offentlig vej, hvor der måske skal betales leje.

På side 11 ses den grønne prispyramide. Den er et første forsøg på at vurdere prisen for forskellige indsatser inden for cirkulær økonomi. Vurderingen af prisen i pyramiden er generel. Det vil altid afhænge af det konkrete projekt, hvad prisen vil være. Se fremgangsmåden for brugen af pyramiden i kapitel 2. De fleste punkter i pyramiden henviser til kravene i kravkataloget kapitel 5.

Projektets bindinger og det samlede projektteams viden og kompetencer kan betyde, at indsatsen skal rykkes i forhold til prislejet.

¹ På engelsk Green Premium. Udtrykket er hentet fra Bill Gates' bog *How to Avoid a Climate Disaster* (2021)



Figur 1: Den grønne prispyramide

5. Kravkatalog

5.1. Introduktion

Dette kapitel indeholder en række krav til cirkulær økonomi. Kapitlet gælder som beskrevet under ydelser i kapitel 2 og 3 både for basisprojekter og udviklingsprojekter. Kapitlet indeholder krav til både rådgivere markeret med [R] og entreprenører markeret med [E] angående bestemte processer og byggematerialer.

I dette kapitel præsenterer Byggeri København krav til ni områder:

1. Håndhævelse
2. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol
3. Beton
4. Gips
5. Mursten
6. Træ
7. Glas
8. Mineraluld
9. Stål

Byggeri København har udarbejdet kravene gennem dialog med markedet herunder affaldshåndteringsanlæg, nedrivnings- og bygningsentreprenører, producenter og leverandører.

Ambitionen med kravene er, at Byggeri København kan stille dem generelt i alle sine byggeprojekter. Der skal dog for det første altid foretages en vurdering og en tilpasning i forhold til økonomien i det konkrete projekt, og for det andet er der brug for at afprøve kravene med forsigtighed i projektporteføljen, fordi området på mange måder er nyt, og fordi der er usikkerhed i forhold til en eventuel meromkostning ved kravene.

5.2. Krav til cirkulær økonomi

Hvert område og hvert krav herunder har sin egen overskrift. Desuden indeholder hvert område bortset fra håndhævelse, ressourcekortlægning og stikprøvekontrol tabeller, som hjælper til at vurdere økonomien knyttet til kravene. Teksten i kursiv er det krav, som Byggeri København kan vælge at gøre gældende i den enkelte sag.

5.2.1. Håndhævelse

For at sikre håndhævelsen af de krav, som er formuleret til cirkulær økonomi i dette kapitel, er der også medtaget et krav til håndhævelse. Det skal vurderes i forhold til det enkelte relevante krav i kravkataloget, hvordan der håndhæves, hvis f.eks. "forberedelse til genbrug" og "forebyggelse" ikke er entydige i det konkrete projekt.

5.2.1.1. Rådgivning

Krav til rådgivning foreslås håndteret ved at følge sædvanlig praksis, og det vil sige, at Byggeri København holder en del af honoraret tilbage, indtil ydelserne foreligger. Derfor er der ikke formuleret et særligt krav vedrørende rådgivning.

5.2.1.2. Entreprise

Bod er en praktisk løsning til at håndhæve krav, hvad angår entreprenører, da det nok ikke er muligt at bevise et økonomisk tab, såfremt ydelsen ikke leveres. Kunsten er at sikre, at boden er større end entreprenørens økonomiske gevinst ved manglende opfyldelse af kravet. Det er vigtigt at være opmærksom på, at tilbudsgivere ofte vil kapitalisere den risiko, som bestemmelsen er udtryk for – selvom dette er sandt for alle håndhævelsesmetoder, kan det have større betydning for netop bodbestemmelser, hvis boden er fastsat urealistisk højt.

Hvis kravene i det enkelte projekt handler om det samme på tværs af materialetyper i forhold til sortering og afsætning ved nedrivning, kan det nok lade sig gøre at formulere en fælles bestemmelse. I det tilfælde som handler om nedrivning, kan der arbejdes med at sætte nedenstående tekst i en tilpasset udgave ind i enten hovedentreprise eller totalentreprise i arbejdsbeskrivelsen.

Som led i Byggeri Københavns indsats vedrørende cirkulært byggeri har entreprenøren forpligtet sig til at sikre sortering og afsætning af materialer i forbindelse med nedrivning. En oversigt over de pågældende materialer og de specifikke krav til hver materialetype fremgår af nedenstående tabel:

Materialetype	Krav
Beton	ARB Nedrivning pkt.

Manglende overholdelse af disse krav sanktioneres med bod. Der er fastsat en bod for hver materialetype. Entreprenørens manglende overholdelse af kravet til sortering af den pågældende materialetype giver Byggeri København ret til at opkræve 100% af den angivne bod, idet det lægges til grund, at manglende sortering umuliggør overholdelse af kravet til afsætning. Såfremt entreprenøren overholder kravet til sortering af den pågældende materialetype, men ikke overholder kravet til afsætning af den pågældende materialetype, har ByK ret til at opkræve 75% af den angivne bod.

ByK har ret til at opkræve bod, så snart entreprenørens manglende overholdelse af det pågældende krav konstateres.

ByK har ret til at modregne bod i entreprenørens tilgodehavende.

Hvis kravet handler om, at entreprenøren i byggeriet skal anvende materialer, som er forberedt til genbrug eller som genanvendes, kan der arbejdes med at sætte nedenstående tekst i en tilpasset udgave ind i byggesagsbeskrivelsen.

Som led i Byggeri Københavns indsats vedrørende cirkulært byggeri har entreprenøren forpligtet sig til at anvende visse cirkulære materialer. En oversigt over de pågældende materialer og de specifikke krav til hver materialetype fremgår af nedenstående tabel:

Materialetype	Krav
Passiv sætmålsbeton	ARB Beton (leverance) pkt.

Manglende overholdelse af disse krav sanktioneres med bod. Der er fastsat en bod for hver materialetype. ByK har ret til at opkræve bod, så snart entreprenørens manglende overholdelse af det pågældende konstateres. ByK har ret til at modregne bod i entreprenørens tilgodehavende.

5.2.2. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol

Det er grundlæggende vigtigt i forbindelse med cirkulær økonomi at lave ressourcekortlægning, når der skal gennemføres en hel eller delvis nedrivning. Det er også vigtigt, at der bliver fulgt op på de gode intentioner. Derfor har Byggeri København formuleret følgende to krav.

5.2.2.1. Ressourcekortlægning [R]

Byggeri København ønsker at fremme cirkulær økonomi herunder gennem ressourcekortlægning, jf. krav PRO2.1.KK.2 i Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB. Københavns Kommune ønsker også at fremme selektiv nedrivning og hensigtsmæssig afsætning af ressourcerne.

Rådgiver skal gennemføre en hensigtsmæssig ressourcekortlægning med passende værktøjer. Tilgangen skal aftales med Byggeri København med henblik på at sikre en genkendelig tilgang på porteføljeniveau hos Byggeri København.

Kravet dokumenteres med en gennemført ressourcekortlægning.

5.2.2.2. Stikprøvekontrol af sortering [R]

Byggeri København ønsker et stort fokus på, at ressourcer ved hele eller delvise nedrivninger sorteres til bedst mulig anvendelse efterfølgende.

Rådgiver skal gennemføre periodevise stikprøvekontroller af entreprenørens sortering af ressourcer fra nedrivning. Antal, type og omfang af kontroller afklares med Byggeri København senest i udbudsprojekt.

Kravet dokumenteres gennem udbudsmaterialet.

5.2.3. Beton

Det anslås af Bæredygtig Beton-initiativet, at byggeriet står for ca. 60% af det samlede forbrug af beton i Danmark og OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development, vurderede i 2019, at produktionen af jern, stål, cement og beton stod for 14% af den samlede CO₂-udledning på verdensplan. Det er derfor relevant at undersøge muligheder for, hvordan beton kan mindskes i byggeriet, hvordan vi kan cirkulere den beton, der allerede er bygget med, og ikke mindst undersøge muligheder for at anvende grøn cement.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til beton.

5.2.3.1. Forundersøgelser [R]

Byggeri København ønsker at fremme anvendelse af beton ved nedrivning så højt i affaldshierarkiet som muligt, herunder fremme genanvendelse af tilslag til beton.

Rådgiver skal ved forundersøgelserne tage højde for, at konstruktionsbeton kan genanvendes til CE-mærket tilslag i ny konstruktionsbeton. Derfor skal konstruktionsbetonen analyseres med relevante antal og typer af prøver, så det sikres, at grænseværdier i forhold til skadelige stoffer er overholdt. Der skal herudover sikres hensigtsmæssig inddragelse af affaldshåndteringsanlægget i vurderingen af ressourcen.

Rådgiver skal bestemme det relevante antal prøver i forhold til afsætningsmulighederne.

Forundersøgelserne udgør dokumentation.

5.2.3.2. Krav til cirkulering af konstruktionsbeton [R]

Byggeri København ønsker at fremme anvendelse af beton ved nedrivning så højt i affaldshierarkiet som muligt, herunder fremme genanvendelse af beton i tilslag.

Rådgiver skal sikre, at krav til håndtering af konstruktionsbeton i forbindelse med nedrivning er formuleret i entrepriseudbud. Der skal sikres en hensigtsmæssig anvendelse af konstruktionsbeton herunder som CE-mærket genanvendt tilslag til ny konstruktionsbeton.

5.2.3.3. Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton [E]

Byggeri København ønsker at fremme anvendelse af beton ved nedrivning så højt i affaldshierarkiet som muligt, herunder fremme genanvendelse af beton til tilslag.

Entreprenøren skal sikre, at al ikke forurenede konstruktionsbeton sorteres i egen fraktion, så konstruktionsbetonen kan indgå som genanvendt CE-mærket tilslag i produktion af ny konstruktionsbeton. Ikke forurenede betyder, at konstruktionsbetonen ikke overskrider relevante grænseværdier.

Entreprenøren skal sikre og dokumentere, at entreprenøren har en aftale med et affaldshåndteringsanlæg om at aftage den mængde af fraktionen ren konstruktionsbeton, projektet forventes at producere. Aftalen skal dokumentere, at fraktionen ifølge modtageren efterfølgende anvendes til genanvendt CE-mærket tilslag.

Entreprenøren skal dokumentere, at fraktionen er afleveret til affaldshåndteringsanlægget som ren konstruktionsbeton.

5.2.3.4. CE-mærket genanvendt tilslag i beton [E]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri herunder tilslag til beton.

Entreprenøren skal sikre, at al passiv sætmålsbeton \leq C35/45 indeholder mindst 20% groft CE-mærket genanvendt tilslag.

Entreprenøren skal dokumentere, at kravet er opfyldt gennem en varedeklaration på den anvendte beton. Varedeklaration på den anvendte beton skal fremvises jf. retningslinjerne i annex S i betonstandarden DS 206.

5.2.3.5. Unødigt merforbrug af cement, beton og armeringsstål [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri og ombygning herunder cement, tilslag og stål i betonkonstruktioner.

Rådgiver skal i al projektering i beton undersøge og præsentere muligheden for differentiering i betonstyrker, armeringsbehov, udformning af elementer og samlinger, der kan medvirke til at undgå unødigt merforbrug af cement, beton og stål i konstruktionen.

Undersøgelsen og mulighederne præsenteres i relevant form f.eks. principtegninger og beskrivende notater. Dette udgør også dokumentationen for kravets opfyldelse.

5.2.3.6. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
<p>Tid til selektiv nedrivning vil normalt forlænge tidsplanen. Regn med 3 x normal tid og juster eventuelt ned derfra.</p>	<p>Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.</p>
<p>For at lave et relevant antal prøver, som er af en kvalitet, som entreprenøren, affaldshåndteringsanlægget og andre kan bruge, skal der bruges ekstra timer til miljøundersøgelser og til flere prøver flere steder og til håndtering af dem. Det kan også kræve en dialog med kommunens miljømyndighed.</p>	<p>Flere prøver koster mere.</p>
<p>Ekstra pris for rensning af beton på stedet og dokumentation, herunder måske tredjemandsverifikation, fra f.eks. affaldshåndteringsanlæggets side af kvaliteten af rensning ved f.eks. sandblæsning eller rensning med stålgrit.</p> <p>Sandblæsning er måske ikke den mest optimale løsning ved rensning, grundet det store materialeforbrug i processen, og fordi restproduktet skal i deponi, da sandet altid vil være kategoriseret som farligt affald. Deponi er dyrt. Alternativer til sandblæsning bør undersøges og vurderes i forhold til miljøbelastning.</p> <p>Stålgrit er et alternativ. Metallet bliver slidt efterhånden og resten smeltes om. Der bruges ofte underentreprenører til dette arbejde.</p> <p>Opmærksomhed på vand og miljøforhold ved rensning generelt.</p>	<p>Merpris for rensning og eventuel tredjemandsverifikation af kvaliteten af rensningen.</p> <p>Rensning ved sandblæsning af mere end det øverste lag på 1-2 mm er dyrt.</p> <p>Eventuel merpris for stålgrit.</p>
<p>Udførlig planlægning i forhold til nedrivning og flow af containere og lastbiler ind og ud af byggepladsen. F.eks. skal der planlægges, så ikke-forurenede konstruktionsbeton og forurenede konstruktionsbeton sorteres hver for sig.</p>	<p>Kan kræve ekstra ressourcer.</p>
<p>Opmærksomhed på eventuel pladsmangel på byggepladsen.</p>	<p>Leje af f.eks. offentlig vej kan kræve ekstra økonomi.</p>

5.2.3.7. Tabel 2: Vurdering af økonomi: CE-mærket genanvendt tilslag i beton

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Mulighed og overvejelse vedrørende at undgå overdimensionering af betonkonstruktioner kan være meget tidskrævende for rådgiver og entreprenør, da det ikke er anset som en almindelig praksis at projektere ned i detaljen i det enkelte betonelement eller den enkelte bygningsdel af beton.	Ekstra ressourcer til projektering.
I ny passiv sætbeton \leq C35/45 er det standard at lave beton med 20% genanvendt CE-mærket groft betontilslag.	Måske neutralt.
Undersøgelse af mulighed for at bruge af CO ₂ -reducerende cement i den anvendte beton.	Ekstra ressourcer til analyser.

5.2.4. Gips

Partnerskabet for Cirkulært Gips har skønnet, at den totale mængde årlige gipsaffald i Danmark er omkring 140.000 tons. Det svarer til ca. fire millioner kvadratmeter gipsvæg, som går til spilde om året, hvis man forudsætter, at én kvadratmeter standardvæg med 2x2 lag gips svarer til 8,8 kg gips. Derfor er det meget sandsynligt, at der er et stort potentiale for at genanvende mere gips.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til gips.

5.2.4.1. Forundersøgelser [R]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde gips bliver sorteret som ren gips til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Rådgiver skal ved forundersøgelserne tage højde for, at gipsvægge, som nedrives, kan genanvendes til nye gipsplader. Derfor skal gipsvæggene analyseres med relevant antal og typer prøver, så det sikres, at grænseværdier i forhold til skadelige stoffer er overholdt. Herunder skal der analyseres for evt. forurening af asbest fra andre bygningsdele eller installationer. Det kan eventuelt være fra gammelt fliseklæb eller fra gamle ventilationsrør og andre installationer. Rådgiver kan søge rådgivning hos affaldsmottageranlæggene med henblik på hensigtsmæssig håndtering af gipsen.

Rådgiver skal bestemme det relevante antal prøver i forhold til genanvendelse af eksisterende gipsplader til nye gipsplader.

Opfyldelse af kravet dokumenteres ved forundersøgelserne.

5.2.4.2. Krav til sortering af gips [R]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde gips bliver sorteret som ren gips til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Rådgiver skal sikre, at krav til håndtering af gips under nedrivning er formuleret i entrepriseudbud med henblik på øget genanvendelse til nye gipsplader.

Kravet dokumenteres med entrepriseudbuddet.

5.2.4.3. Sortering og afsætning af ren gips [E]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde gips bliver sorteret som ren gips til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Entreprenøren skal under udførelse sikre, at al ikke forurenede gips sorteres i egen fraktion, så gipsen kan indgå som genanvendelse i produktion af nye gipsplader. Ikke forurenede betyder, at gipsen ikke overskrider relevante grænseværdier. Ren gips må ikke være forurenede af materiale, som ikke kan indgå i nye gipsplader, f.eks. gipsplader med fibre i, herunder asbestfibre. Gipsaffaldet skal opbevares og transporteres i lukkede containere, så de ikke opfugtes af nedbør.

Entreprenøren skal dokumentere, at entreprenøren har en aftale med en aftager af ren gips. Det skal heraf også fremgå, at affaldshåndteringsanlægget kan modtage den mængde til genanvendelse, som projektet forventes at kunne levere. Aftalen skal dokumentere, at fraktionen i følge modtageren efterfølgende anvendes til produktion af nye gipsplader.

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af mængder af både den rene og den forurenede gips, som er nedrevet og afleveret til affaldshåndteringsanlæg. Der skal foreligge dokumentation fra affaldshåndteringsanlægget på modtagelse af ren og anden gips. Sorteringen kan dokumenteres med foto.

5.2.4.4. Cirkulær anvendelse af gipsplader [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri og ombygning herunder i forbindelse med anvendelse af gips.

Ved anvendelse af nye gipsplader i byggeriet skal det gøres muligt, at gipsen efterfølgende kan forberedes til genbrug eller genanvendes til produktion af nye gipsplader. Hvis dette krav skal fraviges, skal Byggeri København forelægges oplæg til beslutning herom.

Kravet dokumenteres gennem projektmateriale, som sandsynliggør mulighed for forberedelse til genbrug eller genanvendelse til nye gipsplader efter endt brug i byggeriet.

Rådgiver skal definere udfaldskrav for gipsen ved endt brug, herunder hvordan gipsen kan håndteres i driftsperioden, f.eks. hvilken type maling der kan benyttes. Der kan også indgå såkaldt tør fugetætning. Det vil sige kantskinner med gummitætningslister i stedet for elastisk fugemasse.

5.2.4.5. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering i ren gips

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Tid til selektiv nedrivning vil normalt forlænge tidsplanen. Regn med 3 x normal tid og juster eventuelt ned derfra.	Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.
For at lave et relevant antal prøver, som er af en kvalitet, som nedrivningsentreprenør, affaldshåndteringsanlægget og andre kan bruge, skal der bruges ekstra timer til miljøundersøgelser, til flere prøver flere steder og til håndtering af dem. Gipsen skal også undersøges for forurening med asbest fra f.eks. fliseklæber, som kan gøre gipsen uegnet til genanvendelse til nye plader. Miljøundersøgelserne kan også kræve en dialog med kommunens miljømyndighed.	Flere prøver koster mere.
Overvej, om der kan mærkes op på væggene, før entreprenøren går i gang, og hvor dette ligger bedst i processen, hos rådgiver eller nedriver.	Hvis der er flere processer, koster det mere.
Pris for container til ren gips i forhold til container til blandet fraktion.	En ren-gips-container er anslået 5-10% billigere end en blandet.
Ekstra timer til nedriver til adskillelse og sortering. En gipsvæg med gips, træ eller metal og isolering, der skal skilles ad med brækjern, vil være dyrere end en hurtigere nedrivningsmetode.	Ekstra omkostninger.
Ekstra omkostninger til byggeplads og logistik på grund af manglende plads, nødvendighed af at håndtere affald anderledes f.eks. via big bags, leje af offentligt areal eller andet.	Ekstra omkostninger.
Er der et ekstra ressourceforbrug i CO ₂ , hvis der skal bruges ekstra maskintimer til selektiv håndtering af affald?	Har det indflydelse på økonomien?

5.2.4.6. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren gips ved nybyggeri og/eller renovering

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Tidsplanen skal måske justeres i forbindelse med ekstra opmærksomhed på sortering.	Måske neutralt.
Pris for container til ren gips ift. container til anden fraktion.	Ren gips container er umiddelbart 5-10% billigere end en blandet.
Er der ekstra omkostninger til byggeplads og logistik pga. manglende plads, nødvendighed af at håndtere affald anderledes f.eks. via big bags, leje af offentligt areal eller andet?	Måske fordyrende.

5.2.5. Mursten

Der vil sandsynligvis være en økonomisk merpris ved genbrug af mursten, men der kan også spares relativt meget CO₂. Det er oplagt at forsøge at øge genbrugsprocenten. Markedet er modent, og genbrugte mursten bør opfattes som en standardvare dog med en opmærksomhed på leverancesikkerheden.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til mursten.

5.2.5.1. Øget genbrug af mursten [R]

Byggeri København ønsker at fremme anvendelsen af genbrugte materialer, herunder øge mængden af mursten som bliver forberedt til genbrug.

Rådgiver skal undersøge og fastlægge en hensigtsmæssig procent for antallet af mursten, der bliver forberedt til genbrug. Beslutningsoplæg skal forelægges bygherre.

Kravet dokumenteres med beslutningsoplæg til bygherren

5.2.5.2. Sortering og afsætning af mursten [E]

Byggeri København ønsker at fremme anvendelsen af genbrugte materialer, herunder øge mængden af mursten der bliver forberedt til genbrug.

Entreprenøren skal sikre, at mindst [x] procent mursten sorteres til forberedelse til genbrug, så murstenene kan bruges som erstatning for nye mursten.

Entreprenøren skal dokumentere, at entreprenøren har en aftale med en aftager af mursten til genbrug. Det skal heraf også fremgå, at modtageren kan modtage den mængde til forberedelse til genbrug, som projektet forventes at kunne levere. Aftalen skal dokumentere, at murstenene forberedes til genbrug.

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af mængder af de mursten, som er nedrevet og afleveret til modtager, og procenten af mursten som er forberedt til genbrug ud af den samlede mængde mursten i byggeriet.

5.2.5.3. Anvendelse af genbrugte mursten [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri og ombygning, herunder når der anvendes mursten.

Rådgiver skal indarbejde genbrugte mursten i projektet frem for nye mursten, hvis lokalplan og øvrige forhold tillader det. Det vil sige, at der skal vælges genbrugte mursten frem for nye mursten. Derudover skal det stilles som et krav i projektet, at der skal mures med kalkmørtel eller anden mørtel, som sikrer, at stenene kan skilles ad ved eventuel senere nedrivning eller ombygning.

Hvis der ikke arbejdes med genbrugte mursten eller ikke mures med kalkmørtel i projektet, skal der redegøres for det, og oplæg til beslutning skal forelægges Byggeri København.

Dokumentationen er projektmaterialet og eventuelt oplæg til beslutning.

5.2.5.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Nedrivning af mursten

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Forskellige teknikker ved selektiv nedrivning for at øge muligheden for forberedelse til genbrug kan være fordyrende.	Kan være fordyrende.

5.2.5.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Anvendelse af genbrugte mursten

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Genbrugte mursten kan koste mere end nye mursten afhængigt af kvalitet.	Kan være fordyrende.

5.2.6. Træ

Der er et potentiale i at sikre, at træ bliver anvendt højere oppe i affaldshierarkiet, end det er tilfældet i dag. 50.000 tons byggetræ sendes hvert år til forbrænding. Meget af dette træ vil kunne bruges bedre til f.eks. at lave ikke opvarmede skurer, eller hvis det bruges som genbrugt byggepladstræ.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til træ.

5.2.6.1. Afsætning af træ fra nedrivning [E]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af nye materialer i forbindelse med nybyggeri og ombygning herunder træ.

Entreprenøren skal sikre at tømmer, som kan forberedes til genbrug, og som skal nedrives, afleveres til affaldshåndteringsanlæg eller anden modtager herunder entreprenøren selv, som sikrer, at træet genbruges direkte (det vil sige forebyggelse) eller forberedes til genbrug. Herunder er det relevant at vurdere, om den rene fraktion skal deles op i flere fraktioner, så forskellige kvaliteter træ kan forberedes til forskellige former for genbrug, eller hvis dette ikke er muligt, genanvendes.

Entreprenøren skal dokumentere, at entreprenøren har en aftale med en aftager af træ til direkte genbrug eller til forberedelse til genbrug. Det skal heraf også fremgå, at modtageren kan modtage den mængde til direkte genbrug eller til forberedelse til genbrug, som projektet forventes at kunne levere. Aftalen skal dokumentere, at træet genbruges direkte eller forberedes til genbrug.

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af mængder af det træ, som er nedrevet og afleveret til modtager og angivelse af mængder, som er direkte genbrugt og forberedt til genbrug.

5.2.6.2. Anvendelse af genbrugt træ til ikke opvarmede bygninger og lignende [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af nye materialer i forbindelse med nybyggeri og ombygning herunder træ.

Rådgiver skal vurdere, om det er hensigtsmæssigt i projektet at opføre ikke opvarmede bygninger, at lave fast inventar eller lignende i træ, som er forberedt til genbrug.

Kravet dokumenteres med oplæg til beslutning hos Byggeri København og efterfølgende gennem projekteringsmaterialet.

5.2.6.3. Afsætning af byggepladstræ [E]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af nye materialer i forbindelse med nybyggeri eller ombygning herunder træ.

Entreprenøren skal sikre, at træ anvendt til byggepladsforanstaltninger afsættes gennem systematisk tilbagelevering af anvendt træ til relevant modtager eller genbruges af entreprenøren selv.

Kravet dokumenteres med aftale med tredjepart om afhentning af træ eller ved præsentation af eget system til genbrug.

5.2.6.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Afsætning af træ fra nedrivning

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Rådgiver skal vurdere hvilken afsætning, der er mest relevant for det træ, projektet indeholder.	Ekstra ressourcer til rådgivertimer.
Hvis træet skal pilles ned i lange stykker, er processen mere krævende.	Ekstra ressourcer til nedrivningsentreprenør.

5.2.6.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Genbrug af byggepladstræ

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Det skal undersøges, hvor meget det koster at aflevere træ til en aftager, som henter træet på byggepladsen med henblik på genbrug.	Denne løsning kan være billigere end at sortere i fraktionen brandbart.
Der skal sikres plads på byggepladsen og koordinering og styring af processer, så det relevante træ afleveres det rigtige sted.	Denne løsning er muligvis prisneutral.
Genbrug af byggepladstræ vurderes ikke at have indvirkning på projektets tidsplan.	Prisneutral

5.2.7. Glas

5.2.7.1. Forundersøgelser [R]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde glas bliver sorteret til forberedelse til genbrug eller til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Rådgiver skal ved forundersøgelserne tage højde for, at vinduer og glas (herunder hærdet og lamineret glas), som nedrives, enten kan forberedes til genbrug eller genanvendes i så ren form som muligt. Derfor skal glasset analyseres med relevant antal og typer prøver, så det sikres, at grænseværdier i forhold

til miljøfarlige stoffer er overholdt. Rådgiver kan søge rådgivning hos affaldsmottageranlæggene og andre modtagere af glas med henblik på hensigtsmæssig håndtering af ressourcen.

Rådgiver skal bestemme det relevante antal prøver i forhold til højst mulig forberedelse til genbrug eller genanvendelse.

Kravets dokumenteres ved forundersøgelserne.

5.2.7.2. Krav til sortering af glas [R]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde vinduer og glas (herunder hærdet og lamineret glas) bliver sorteret til forberedelse til genbrug eller genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Rådgiver skal sikre, at krav til håndtering af glas under nedrivning er formuleret i entrepriseudbud med henblik på øget forberedelse til genbrug eller genanvendelse i f.eks. produktion af nyt glas eller glasuld.

Kravets opfyldelse dokumenteres i udbudsmaterialet.

5.2.7.3. Sortering og afsætning af glas [E]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde vinduer og glas (herunder hærdet og lamineret glas) bliver sorteret til forberedelse til genbrug eller genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Entreprenøren skal under udførelse sikre, at glas sorteres i egne fraktioner, så glasset enten kan forberedes til genbrug eller genanvendes i så ren fraktion som muligt i produktion af f.eks. nyt glas eller glasuld. Entreprenøren skal derfor sikre, at der enten opstilles en ren container, som anvendes udelukkende til glas, og hvor alt glas afleveres, eller at glas demonteres således, at ruder eventuelt inklusive rammer afleveres til modtageren.

Entreprenøren skal dokumentere, at entreprenøren har en aftale med en aftager af glas. Det skal heraf også fremgå, at aftageren kan modtage den mængde til forberedelse til genbrug eller genanvendelse, som projektet forventes at kunne levere. Aftalen skal dokumentere, at fraktionerne ifølge modtageren efterfølgende forberedes til genbrug og/eller genanvendelse.

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af mængder af glas, som er nedrevet og afleveret til aftageren. Der skal foreligge dokumentation fra affaldshåndteringsanlægget eller anden modtager på modtagelse af glasset.

Sorteringen skal dokumenteres med foto eller skriftlig dokumentation.

5.2.7.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af glas

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Kræver tid til selektiv nedrivning og nænsom nedtagelse af vinduer/vinduespartier, der kan genbruges. Regn med 3 x normal tid og juster eventuelt ned derfra.	Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.

Sortering af vinduer og glas kræver muligvis flere ressourcer på byggepladsen, f.eks. flere fraktioner, til hele vinduer, til glas, træ og aluminium. Pakning af vinduer med glas og ramme på paller vil kræve flere ressourcer.	Kan være fordyrende.
Det skal undersøges, hvor meget det koster at aflevere glasaffaldet til en aftager, som henter vinduerne og/eller glasaffaldet på byggepladsen med henblik på genbrug og genanvendelse.	Kan være fordyrende.

5.2.8. Mineraluld (glasuld og stenuld)

Mineraluld er det mest anvendte isolationsmateriale og er en fællesbetegnelse for både glasuld og stenuld. Ifølge Teknologisk Institut indsamles der hvert år omkring 19.000 tons mineraluldsaffald i de danske kommuner, hvoraf næsten halvdelen bliver deponeret. Der er derfor et stort potentiale i at øge mængden til genanvendelse. Især stenuld har et stort genanvendelsespotentiale og kan indgå i ny produktion. Glasuld har et mere begrænset genanvendelsespotentiale og kan ikke indgå i ny produktion, men kan genanvendes som f.eks. materiale i lecaprodukter.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til mineraluld.

5.2.8.1. Krav i entrepriseudbud til sortering af mineraluld [R]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde mineraluld bliver sorteret til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Rådgiver skal sikre, at krav til håndtering af mineraluld under nedrivning er formuleret i entrepriseudbud med henblik på at øge genanvendelsen i produktion af ny mineraluld.

Kravets opfyldelse dokumenteres i udbudsmaterialet.

5.2.8.2. Sortering og afsætning af mineraluld [E]

Byggeri København ønsker at sikre, at en større mængde mineraluld bliver sorteret til genanvendelse med en højere værdi, end det er tilfældet i dag.

Entreprenøren skal under udførelse sikre, at mineraluld sorteres i egen fraktion, så mineralulden kan indgå som genanvendelse i produktion af f.eks. ny mineraluld.

Entreprenøren skal dokumentere, at entreprenøren har en aftale med en aftager af mineraluld. Det skal heraf også fremgå, at aftageren kan modtage den mængde til genanvendelse, som projektet forventes at kunne levere. Aftalen skal dokumentere, at fraktionen ifølge modtageren efterfølgende anvendes til genanvendelse.

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af de mængder af mineraluld, som er nedrevet og afleveret til affaldshåndteringsanlæg eller anden aftager. Der skal foreligge dokumentation fra affaldshåndteringsanlægget eller anden aftager på modtagelse af mineralulden.

Sorteringen kan dokumenteres med foto eller skriftlig dokumentation.

5.2.8.3. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af mineraluld

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Tid til selektiv nedrivning. Regn med 3 x normal tid og juster eventuelt ned derfra.	Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.
Det skal undersøges, hvor meget det koster at aflevere mineraluld til en aftager, som kan modtage mineraluldsaffaldet på byggepladsen med henblik på genanvendelse.	Kan være fordyrende.
Deponi af mineraluldsaffald er muligvis billigere end at aflevere det til aftager med henblik på genanvendelse.	
Sortering af mineraluldsaffald kræver muligvis flere ressourcer på byggepladsen, f.eks. to fraktioner, én til glasuld og én til stensuld	Kan være fordyrende.

5.2.9. Stål

Stål er det mest genanvendte materiale i verden, og det er muligt at lave gammelt stål om til ny stål uden forringelse af kvaliteten. Stålproduktion er dog forbundet med store energimæssige omkostninger med en meget stor CO₂-udledning til følge. Byggeri København har i første omgang valgt at fokusere på besparelse på mængden af stål ved projektering og på anvendelse af stål, som udleder mindre CO₂.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til stål.

5.2.9.1. Optimering af stålelementer [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og brugen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri eller ombygning, herunder ved anvendelse af stål.

Rådgiver skal sikre, at der tidligt i projektet optimeres på udformning af de stålelementer, som måtte indgå i byggeriet herunder udnytte muligheden for at optimering i dialog med leverandørerne af stålelementerne.

Dokumentationen er projektmaterialer og en redegørelse for Byggeri København af, hvor der er opnået optimering.

5.2.9.2. Anvendelse af stål med lav CO₂-udledning [R]

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og brugen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri eller ombygning, herunder ved anvendelse af stål.

Rådgiver skal indarbejde stål med en dokumenteret høj genanvendelsesprocent i projektet frem for konventionelt produceret stål. Det vil sige anvende stålelementer, som hovedsagelig består af genanvendt, skrotbaseret stål. Herudover skal stålet være produceret ved hjælp af grøn energi.

Der skal laves oplæg til beslutning vedrørende anvendelse af typer af stål til Byggeri København.

Dokumentationen er projektmaterialer og oplæg til beslutning.

5.2.9.3. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Anvendelse af "grønt" stål ved nybyggeri, ombygning

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Stålelementer, som udleder mindre CO ₂ , er ikke at betragte som standardvarer, hvorfor leverancesikkerhed og leveringstid bør klarlægges på forhånd.	Der er sandsynligvis en merpris.

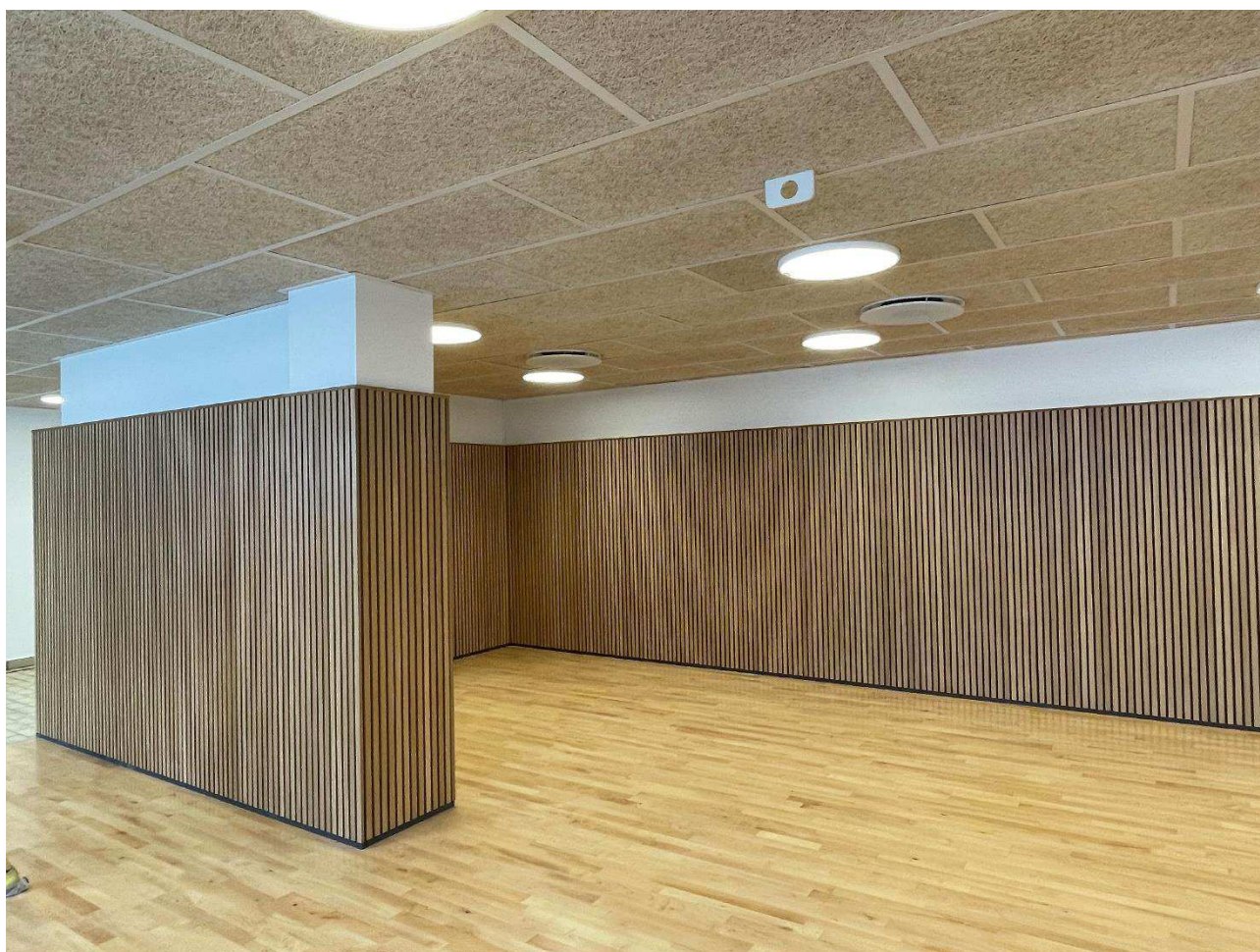
Bilag til

Håndbog i cirkulær økonomi

Viden, inspiration og erfaringer

Byggeri København
Københavns Kommune

5. udgave, 1. december 2022



Ændringer i 5. udgave i forhold til 4. udgave (10. februar 2022).

- Håndbogen er delt op i to: Håndbog med ydelser og kravkatalog og et bilag til håndbogen med viden, inspiration og erfaringer. Dette er bilaget.
- I kapitel 2 og 3 i Håndbogen er ydelser i forhold til cirkulær økonomi beskrevet.
- I kapitel 4 i Håndbogen er der introduceret en grøn prispyramide.
- I kapitel 5 i Håndbogen er der tilføjet ni kravformuleringer til cirkulær håndtering af byggeriet, så der i alt er 26 forslag til krav. Glas, mineraluld og stål er tilføjet som nye områder.
- I kapitel 4 i bilaget, som er erfaringsopsamlingen, er der indsat et nyt projekt, daginstitutionen F/S Rosa. Jakob Michaelsens Minde og karatefaciliteten på Frankrigsgade 35 er opdateret efter, at projekterne er blevet afsluttet. Projektet De Gamles Bys Skole og Ketsjersportens Hus er taget ud, da de er i bero.

Byggeri København modtager gerne kommentarer vedrørende indholdet i håndbogen og bilaget.

Kontakt: Jens Runge, y69d@kk.dk, Anders Østerskov Knudsen, iv94@kk.dk, Malcolm Costigan, js95@kk.dk

Link til håndbog og bilag: [Cirkulær økonomi | Byggeri København \(kk.dk\)](#)

Forsidebillede: Frankrigsgade 35, nyindrettet karatefacilitet. Rytter Ark Group

1. Viden – de otte DGNB-kriterier	6
1.1. Kriterie PRO1.1. Kvalitet i forberedelsen af projektet	6
1.2. Kriterie PRO1.4. Bæredygtighed i entrepriseudbud	6
1.3. Kriterie PRO2.1. Byggeplads/byggeproces	6
1.4. Kriterie ENV1.1. Livscyklusvurdering	6
1.5. Kriterie ENV1.2. Miljøfarlige stoffer	7
1.6. Kriterie ENV1.3. Ansvarsbevidst ressourceindvinding	7
1.7. Kriterie ECO2.1. Flexibilitet og tilpasningsevne	7
1.8. Kriterie TEC1.6. Nedtagning og genanvendelse	7
2. Viden – ansvar	9
2.1. Forholdet mellem bygherre og rådgiver	9
2.2. Forholdet mellem bygherre og entreprenør	9
2.2.1. Udgangspunktet	9
2.2.2. Undtagelser	9
3. Inspiration – de cirkulære principper	11
3.1. Forklaring til de Cirkulære principper	11
3.2. Cirkulære principper – gennemgang	13
3.2.1. Opstart	13
3.2.1.1. Prioritering	13
3.2.1.2. Ambition	13
3.2.2. Mål	16
3.2.2.1. CO2	16
3.2.2.2. Råstoffer	16
3.2.2.3. Affald	17
3.2.3. Strategier	18
3.2.3.1. Mindreforbrug	18
3.2.3.2. Holdbarhed	18
3.2.3.3. Cirkularitet	19
3.2.3.4. Viden	19
3.3.4. Handlemuligheder	19
3.3.4.1. Materialekvalitet	19
3.3.4.2. Levetid	20
3.3.4.3. Standarder	20
3.3.4.4. Samlinger	20
3.3.4.5. Nedtagning	20
3.3.4.6. Dokumentation	21
3.3.4.7. Identifikation	21
3.3.4.8. Vedligehold	21
3.3.4.9. Sikkerhed	21
3.3.4.10. Overgangsfaser	21
3.3.4.11. Forretningsmodeller	22

3.3.4.12. Incitament	22
3.3.4.13. Service	22
3.3.4.14. Partnerskaber	22
3.3.4.15. Værktøjer.....	22
3.2.5. Opmærksomhedspunkter	22
3.2.5.1. Innovation	22
3.2.5.2. Ansvar.....	23
3.2.5.3. Leverancesikkerhed	23
3.2.5.4. Processer	23
3.2.5.5. Skalbarhed	23
4. Inspiration – vidensopsamling fra Byggeri Københavns projekter med cirkulær økonomi	24
4.1. Introduktion	24
4.2. Center for Diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8.....	24
4.2.1. Udvælgelseskriterierne	25
4.2.2. Tildelingskriterierne	25
4.2.3. Opgavebeskrivelsen	25
4.2.4. Totalrådgivning.....	26
4.2.5. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program).....	26
4.2.6. Dispositionsforslag	26
4.2.7. Projektforslag	27
4.2.8. Myndighedsprojekt – Ansøgning om byggetilladelse	27
4.2.9. Hovedentreprise.....	28
4.2.10. Relevante kilder.....	29
4.3. Center for Specialundervisning for Voksne (CSV), Ryparken 81	29
4.3.1. Udbud i totalrådgivning.....	29
4.3.2. Totalrådgivning.....	31
4.3.3. Relevante kilder.....	32
4.4. Karateklub, Frankrigsgade 35 (Ungecenter Sundby Idrætspark)	32
4.4.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og Byggeprogram) og dispositionsforslag	32
4.4.2. Projektforslag, udbudsprojekt og myndighedsprojekt.....	33
4.4.3. Udbud i hovedentreprise – tilbudslisten som det aktive værktøj.....	34
4.4.4. Resultater	34
4.4.5. Pris.....	36
4.4.6. Mulige næste skridt.....	36
4.4.7. Relevante kilder	37
4.5. Daginstitutionen F/S Rosa, Øresundsvej 131	37
4.5.1. Udvælgelseskriterier	37
4.5.2. Totalrådgivning.....	37
4.5.3. Planlægningsfasen (Idéoplæg og byggeprogram)	37
4.5.4. Dispositionsforslag	39
4.5.5. Realdaniapulje til klimamæssig bæredygtighed.....	39
4.5.6. Bæredygtighedsanalyse	40
4.5.7. Projektforslag	42
4.5.7.1. Genbrug.....	42

4.5.7.2. Fornybare ressourcer	42
4.5.7.3. Design til adskillelse.....	42
4.5.8. Relevante Kilder	43
4.6. Specialklasserække HAFNIA, Rosenvængets Hovedvej 35	43
4.7. Heerup Skole Kapacitetsudvidelse (HSK), Frederiksgaards Allé 13	44
4.7.1. Screening.....	44
4.7.2. Udvælgelses- og tildelingskriterier	44
4.7.3. Opgavebeskrivelsen	45
4.7.4. Totalrådgiver	45
4.7.5. Byggeprogram	45
4.7.6. Projektforslag	45
4.7.7. Udførelse.....	45
4.7.8. Relevante kilder.....	46
4.8. Botilbuddet Jakob Michaelsens Minde (JMM), Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg	46
4.8.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program).....	46
4.8.2. Udbud i hovedentreprise	47
4.8.3. Hovedentreprise.....	48
4.8.4. Resultater	48
4.8.4.1. Resultat delprojekt 1: Test af European Predemolition Audit	48
4.8.4.2. Resultat delprojekt 2: Test af miljø- og ressourcekoordinator og nedrivningsplan	48
4.8.5. Pris.....	49
4.8.6. Mulige næste skridt.....	49
5. Kilder	51

1. Viden – de otte DGNB-kriterier

I dette kapitel gennemgås de otte DGNB-kriterier, som Byggeri København har udvalgt til at håndtere cirkulær økonomi gennem på tværs af sin portefølje af byggeprojekter. De er valgt, fordi de bidrager særligt til arbejdet med cirkulær økonomi. Nummereringen af indikatorerne er den samme som i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*, og den følger også DGNB-manualen 2.0.0. Der er 49 relevante indikatorer i alt. Indholdet i kriterierne vil ændre sig i ENV1.1. Livscyklusvurdering, når Green Building Council Denmark udgiver den næste manual for nye bygninger og omfattende renoveringer forventet primo 2023.

1.1. Kriterie PRO1.1. Kvalitet i forberedelsen af projektet

Kriteriet indeholder to relevante indikatorer om henholdsvis detaljerede bæredygtighedsmål 2.1.1. og mulighed for at fastlægge ansvar for de involverede aktører i forhold til målene 2.1.2.

Indikatorerne kan bruges til at opstille de særlige mål inden for cirkulær økonomi og tydeliggøre ansvaret for at målene nås.

1.2. Kriterie PRO1.4. Bæredygtighed i entrepriseudbud

Indikator 1.3. som er en cirkulær økonomibonusindikator siger direkte følgende: "Kravene i udbuddet anmoder udtrykkeligt om genanvendelse eller genbrug af byggematerialer og -produkter i forbindelse med det konkrete projekt."

1.3. Kriterie PRO2.1. Byggeplads/byggeproces

Kriteriet indeholder fem indikatorer, som er relevante i forhold til cirkulær økonomi. Indikator 1.1.1. kræver, at der laves et koncept for minimering og sortering af affald på byggepladsen. Dette er også et minimumskrav i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*. Indikator 1.1.2. siger, at opgørelsen af affald skal ske i overensstemmelse med kravet i den frivillige bæredygtighedsklasse. Indikator 1.2.1. kræver, at alle på byggepladsen er informeret om affaldsforebyggelsen og sortering. Heri kan også indgå en sparring med en affaldslogistikspert. Dette er ligeledes et mindstekrav i Københavns Kommune. Det er indikator 1.3.1. også. Her kræves "Gennemgang og dokumentation af arbejdet relateret til minimering og sortering af affald på byggepladsen." Den sidste indikator 1.4.1. siger følgende: "Innovative/nye koncepter, konstruktionsmetoder eller teknologier der reducerer mængden af genereret affald på byggepladsen markant."

1.4. Kriterie ENV1.1. Livscyklusvurdering

Kriteriet indeholder otte indikatorer, som er relevante i forhold til cirkulær økonomi. Indikator 1.1.1. og 1.1.2. og Re 1.1.1. kræver dels en model til at vurdere livscyklussen på den samlede bygning, dels på bygningsdele, dels alternative tilgange til livscyklusvurderinger, f.eks. ved at inddrage mere i vurderingen. De tre indikatorer handler alle om de tidlige faser af byggeriet. Indikator 1.2.1. siger, hvornår den samlede

LCA-analyse skal laves. Indikator 2.1. er den centrale indikator med den samlede livscyklusvurdering af byggeriet. Indikatorer 1.1.1., 1.1.2., 1.2.1. og 2.1. er samtidig mindstekrav i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*. Indikator 3.1.1. peger på mulighed for højere point ved en bedre livscyklusvurdering. Indikatorerne 3.2.1. og 3.2.2. peger på muligheden for at medregne henholdsvis fase A4 Transport og fase A5 Opførelse/montering.

1.5. Kriterie ENV1.2. Miljøfarlige stoffer

Kriteriet indeholder fire indikatorer, som er relevante i forhold til cirkulær økonomi. Det er afgørende vigtigt i vores arbejde med cirkulær økonomi, at vi ikke bygger skadelig kemi ind i vores bygninger. Det kan skade brugerne, og det vil gøre fremtidig nedtagning mere kompliceret. Indikator 1.1.1. stiller krav om opfyldelse af krav til kemi på 45 områder. Denne indikator er et mindstekrav i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*. Indikatorerne 2.1.1.1., 2.1.1.2. og 2.1.1.3 handler om hvordan potentielt skadelige stoffer i bygningen håndteres.

1.6. Kriterie ENV1.3. Ansvarsbevidst ressourceindvinding

Kriteriet indeholder én indikator som er relevant for cirkulær økonomi. Det er indikator 1.1.1., som kræver, at træ kommer fra ansvarlig skovdrift. Dette er også et mindstekrav i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*. Kravet er særligt relevant i en situation, hvor der er mere og mere fokus på brug af træ i byggebranchen.

1.7. Kriterie ECO2.1. Flexibilitet og tilpasningsevne

Kriteriet indeholder 15 indikatorer, som er relevante for cirkulær økonomi. Indikatorerne handler om fleksibilitet og etageudnyttelse: Arealudnyttelse, indikator 1.1.1., etagehøjden, indikator 2.1.1., alternative løsninger til bygningsdybde, Re 3.1., vertikale adgangsveje til bygningen og alternative løsninger, indikator 4 og Re 4.1, fleksible planløsninger og herunder alternative løsninger, indikator 5.1.1. og Re 5.1, fleksibilitet i den bærende konstruktion og herunder alternative løsninger, indikator 6.1.1. og Re 6.1. Flexibilitet i de tekniske løsninger, som er henholdsvis ventilation 7.1.1., køling 7.1.2., varme 7.1.3., vand og afløb 7.1.4. og herunder igen alternative design, Re 7.2. Endelig er kriterie 8.1. en cirkulær økonomi-bonus, hvor det for mindst 50% af bygningens areal er gjort muligt at have en højere brugsintensitet i forhold til antal brugere og eller brugstider.

1.8. Kriterie TEC1.6. Nedtagning og genanvendelse

Kriteriet indeholder 13 indikatorer, som er relevante for cirkulær økonomi. Indikator 1.1. kræver et koncept vedrørende anvendelse af ressourcer ved opførelse og 1.2. vedrørende anvendelse af ressourcerne fra byggeriet efter endt levetid. Indikatorer 2.1. måler direkte på anvendelse af genbrugte og genanvendte materialer og indikator 3.1. på genbrug og genanvendelse efter endt levetid. Indikator Re 3.1. gør det muligt at måle på elementer, som endnu ikke er medtaget i DGNB-manualens direkte evaluering af de forskellige definerede bygningsdele. Indikator 3.2. er en cirkulær økonomi-bonus som siger, at der kan "opnås bonuspoint ved at anvende færre råvarer og sekundære materialer i byggeriet".

Indikator 4 handler om renovering, transformation og/eller nedrivning af eksisterende byggeri herunder handler indikator 4.1.1. om anvendelse af en miljø- og ressourcekoordinator. Det forventes i øvrigt at blive lovgivning i 2023. Indikator 4.1.2. om, at denne person skal være uvildig. Indikator 4.2.1. og 4.2.2. handler om, hvor kort der er kørt for at aflevere affald, og kriterierne 4.3.1.1. og 4.3.1.2. om hvor stor en andel af materialer der er anvendt direkte på byggeriet på samme sted, hvor den hele eller delvise nedrivning er fundet sted. Kriteriet afsluttes med indikator 5, som er en cirkulær økonomi-bonus, som handler om nedrivning af eksisterende byggeri, og hvor stor vægtprocent af den samlede mængde affald, der genbruges eller genanvendes ved aflevering til affaldsmottageranlæg.

2. Viden - ansvar

I dette kapitel beskrives kort det ansvar, som byggeriets parter har i forbindelse med valget af genanvendte eller genbrugte byggematerialer.

2.1. Forholdet mellem bygherre og rådgiver

Det følger af ABR 18 § 9, stk. 1, at rådgiveren skal udføre sin opgave i overensstemmelse med aftalen, god rådgivningsskik og bygherrens anvisninger.

Bestemmelsen suppleres af § 16, hvoraf det fremgår, at:

Hvis rådgiverens projekt indebærer anvendelse af metoder og materialer, der ikke er gennemprøvede, skal rådgiveren skriftligt oplyse bygherren om det og om eventuelle risici derved.

Hvis rådgiveren orienterer bygherren, og bygherren accepterer materialet og/eller metoden, bærer bygherren ansvaret, såfremt oplyste risici aktualiseres. Hvis rådgiveren ikke oplyser bygherren, bærer rådgiveren ansvaret.

Det er ikke muligt at give en fast definition af, hvornår materialer eller metoder er gennemprøvede. Der er tale om en retlig standard, hvis nærmere indhold fastlægges i retspraksis. Der kan dog siges så meget, at materialer og metoder er gennemprøvede, "når de har været bredt anvendt til det påtænkte formål i en længere periode" (Betænkning nr. 1570 af 2018, s. 96).

2.2. Forholdet mellem bygherre og entreprenør

2.2.1. Udgangspunktet

Det følger af AB 18 § 12/ABT 18 § 12, dels at entreprenøren har ret til at vælge materialer og metoder, dels at entreprenøren skal stå til ansvar for sine valg. Genanvendte eller genbrugte byggematerialer betragtes i denne sammenhæng som ethvert andet materiale.

2.2.2. Undtagelser

Bygherrens egne materialer

Når bygherren forsyner entreprenøren med materialer, der skal anvendes i byggeriet, tager bygherren samtidig ansvar for, at materialerne egner sig til det anviste formål. Entreprenøren kan dog pådrage sig ansvar, såfremt materialet anvendes forkert eller til andre formål.

Et eksempel kunne være, at bygherren beder entreprenøren om at rive en bygning ned og anvende de frigivne mursten til indvendige vægge i et nybyggeri. Bygherren tager ansvar for, at murstenene egner sig til det anviste formål, mens det er entreprenøren, der bærer ansvaret, såfremt murstenene anvendes til udvendige facader, eller hvis stenen behandles på en måde, der svækker dem.

Bygherrens anvisninger

Når bygherren anviser materialer og/eller metoder, har entreprenøren ikke længere et valg. I en sådan situation er det derfor bygherren, der bærer ansvaret for, at materialet eller metoden er egnet.

Som med bygherrens egne materialer bærer entreprenøren dog ansvar, såfremt entreprenøren laver fejl, eller materialet eller metoden anvendes til andet end det anviste. Hertil kommer, at entreprenøren bærer ansvaret for mangelfulde leverancer.

Hvis entreprenøren ikke mener, at de af bygherren anviste materialer eller metoder er forsvarlige, skal entreprenøren gøre bygherren opmærksom på det – dette følger af entreprenørens loyalitetspligt. Det skal dog erindres, at Byggeri København er en professionel bygherre, som oftest har antaget teknisk bistand til udarbejdelse af projektmaterialet – dette medfører, at entreprenørens pligt til "at sige fra" formentlig har en begrænset rækkevidde.

Materialer eller metoder, der ikke er gennemprøvede

Det vil normalt være udgangspunktet, at Byggeri København ikke ønsker, at der anvendes ikke-gennemprøvede materialer eller metoder. Formålet er at sikre, at entreprenøren ikke lægger ikke-gennemprøvede materialer eller metoder til grund for sin tilbudsgivning.

Hvis entreprenøren alligevel vælger at anvende ikke-gennemprøvede materialer eller metoder, har entreprenøren pligt til at orientere bygherren og oplyse eventuelle risici. Dette giver bygherren mulighed for at træffe et informeret valg om, hvorvidt materialet eller metoden kan accepteres.

Hvis entreprenøren orienterer bygherren, og bygherren accepterer materialet og/eller metoden, bærer bygherren ansvaret, såfremt oplyste risici aktualiseres. Hvis entreprenøren ikke oplyser bygherren, bærer entreprenøren ansvaret.

Det er ikke muligt at give en fast definition af, hvornår materialer eller metoder er gennemprøvede. Der er tale om en retlig standard, hvis nærmere indhold fastlægges i retspraksis. Der kan dog siges så meget, at materialer og metoder er gennemprøvede, "når de har været bredt anvendt til det påtænkte formål i en længere periode" (Betænkning nr. 1570 af 2018, s. 96).

3. Inspiration – de cirkulære principper

De cirkulære principper er udviklet, før Københavns Kommune gik over til at håndtere cirkulær økonomi gennem DGNB-systemet, og udviklingen må vise i hvor høj grad, DGNB-systemet kan optage og måske overtage indholdet i principperne.

De cirkulære principper kan bruges som inspiration i byggeprojektet.

3.1. Forklaring til de Cirkulære principper

De cirkulære principper er en samlet operationel opstilling af principper, som Byggeri København, i kraft af sin dialog med andre aktører og markedet, ser i forhold til cirkulær økonomi. Nedenfor gennemgås opstillingen først overordnet, dernæst ses selve opstillingen, og endelig gennemgås hvert enkelt princip i opstillingen.

Opstillingen indledes med to principper, der handler om opstarten af byggeprojektet. 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 selve arbejdet med den cirkulære økonomi.

Dernæst oplistes de tre vigtigste mål, hvor de to overordnede er reduktion i udledning af CO₂ og brug råstoffer og underordnet dem reduktion af vores affaldsmængder. Målene siger, hvad ambitionen skal forholde sig overordnet til.

Dette understøttes i næste niveau af, hvilke fire overordnede strategier, der er inden for den cirkulære økonomi for at nå de 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, nye måder at tænke på og værktøjer til at fremme cirkulær økonomi.

Opstillingen afsluttes med fem afgørende opmærksomhedspunkter, det er vigtigt at være opmærksom på i byggeprojektet, eftersom mange cirkulære løsninger er uprøvede i markedet.

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 2017 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 10 principper og delvist bearbejdet dem, som kommer fra de nævnte kilder.

CIRKULÆRE PRINCIPPER

OPSTART

Prioritering

Vurder cirkulær økonomi i forhold til projektets andre prioriteter.

Ambition

Sæt et ambitionsniveau, der styrker og udvikler markedet.

MÅL

CO2

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

Råstoffer

Undgå at anvende jomfruelige ikke fornybare råstoffer.

Affald

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

STRATEGIER

Mindreforbrug

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

Holdbarhed

Reparér, vedligehold og anvend materialer og produkter i længere tid.

Cirkularitet

Bevar materialer og produkter i deres naturlige og tekniske cirkler.

Viden

Styrk produkter, beslutninger og processer med dokumentation og ressourcekortlægning.

HANDLEMULIGHEDER

Materialekvalitet

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

Levetid

Design bygningen med fokus på dens samlede levetid.

Standarder

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

Samlinger

Vælg samlinger, som kan holde til gentagen samling og adskillelse.

Nedtagning

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

Håndtér ansvar for materialer og processer i projektet

Leverancesikkerhed

Sørg for at materialer og produkter kan leveres til projektet.

Processer

Giv nye processer tid, og gør dem tydelige og realiserbare.

Skalerbarhed

Fokusér på de emner, der har størst effekt eller potentiale.

3.2. Cirkulære principper – gennemgang

Nedenfor gennemgås hvert enkelt af de 29 principper nærmere.

3.2.1. Opstart

3.2.1.1. Prioritering

Vurder cirkulær økonomi i forhold til projektets andre prioriteter.

Projektchefen eller 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
- Tekniske krav
- Byggeri Københavns strategi om billigere og bedre byggeri til tiden
- DGNB-certificering

Prioriteringen er en overordnet ramme sat af tid, økonomi og kvalitet.

3.2.1.2. Ambition

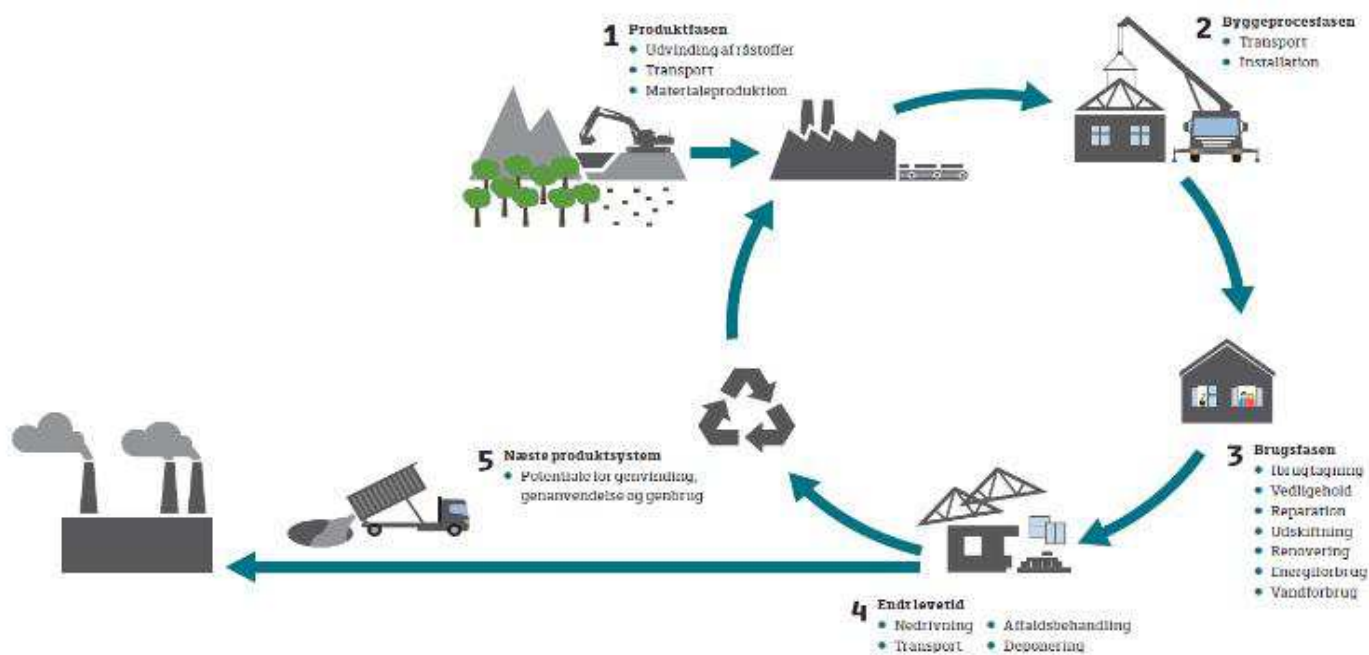
Sæt et ambitionsniveau, der styrker og udvikler markedet.

Ambitionsniveauet hænger sammen med prioriteringen i projektet. Mens prioriteringen er en ramme sat overordnet af tid, økonomi og kvalitet, er ambitionen, hvad Københavns Kommune vil bidrage med til cirkulær økonomi inden for den ramme.

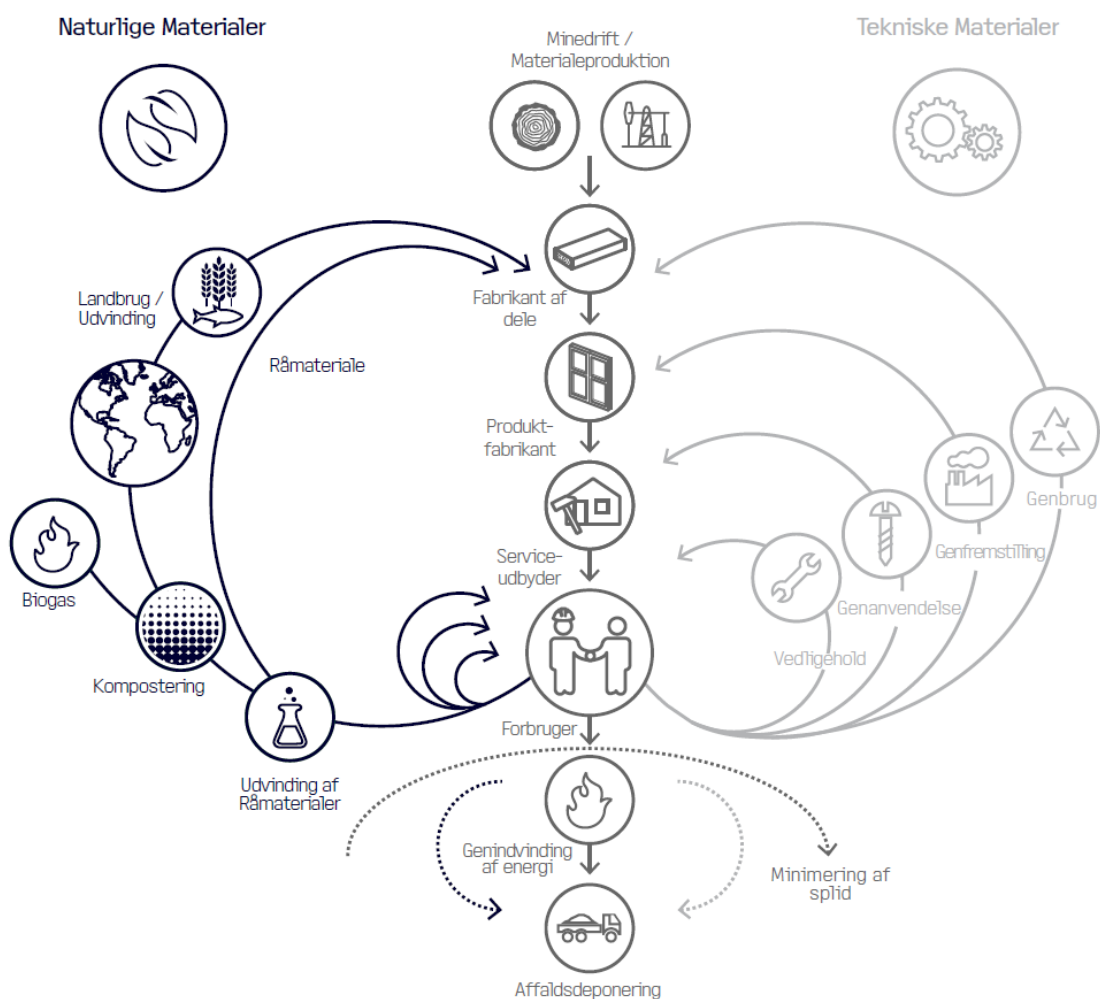
Ambitionen kan fastsættes ud fra valg af indikatorer inden for de otte udvalgte kriterier i DGNB, de valgte krav i kapitel 5 og eventuelt suppleret af ét eller flere af de 29 principper i oversigten, for eksempel multifunktionel brug af de byggede m², et mindre forbrug af materialer eller at arbejde med specifikke cirkulære materialer og produkter.

Ud over de cirkulære principper er Byggeri Københavns vidensopsamling fra cirkulære projekter side 25 et godt sted at hente inspiration til at sætte ambitionen i byggeprojektet.

Man kan også inddrage figur 1, 2, 3 og 4 i sit projekt for at få inspiration og viden i forhold til at sætte et ambitionsniveau.



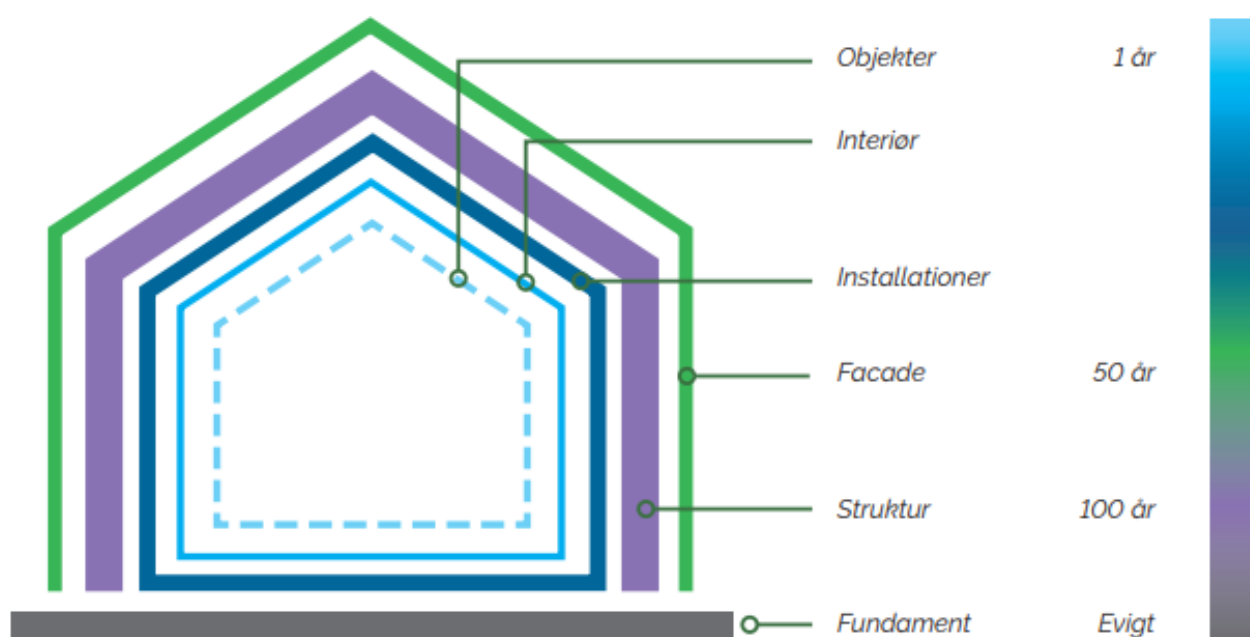
Figur 1: Introduktion til LCA på Bygninger, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2016).



Figur 2: Sommerfuglemodellen, Ellen MacArthur Fonden, oversat til dansk af GXN og Byggeri København

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

Den anden figur er en mere detaljeret forståelse af, hvordan både naturlige og menneskeskabte ressourcer kan cirkulere i et system. Denne model kaldes Sommerfuglen og er udviklet af Ellen MacArthur Fonden. Den beskriver visuelt, at mindre cirkler kræver færre ressourcer til at bibeholde en funktion. Cirklerne til venstre repræsenterer ressourcer fra naturen, mens dem til højre er menneskeskabte ressourcer. Figuren viser, at målet er at mindske produktionen af affald. Find yderligere inspiration under princippet Cirkularitet side 19.



Figur 3: Regeringens Klimapartnerskaber, Bygge og Anlægssektoren, side 18, Steward Brands lagmodel

Den tredje figur er Stewart Brands klassiske lagmodel. Den model kan man bruge til at se på, hvilke bygningsdele man vil prioritere.

Endelig kan man orientere sig i materialepyramiden fra Arkitektskolen i København (KADK) og Center for Industrialised Architecture (CINARK) udgivet i 2019, figur 4. Materialepyramiden adresserer miljøpåvirkningen pr. m³ eller pr. kg. fra forskellige typer materialer som aluminium, træ og tegl. Vær opmærksom på at materialepyramiden kun medtager de tre første moduler i LCA-analysen A1-3. Pyramiden er interaktiv, og derfor giver det bedst mening at anvende den på materialepyramiden.dk. Nedenfor er illustreret toppen af materialepyramiden med de materialer, der udleder flest kg. CO₂-ækvivalenter pr. m³.



Figur 4: Materialepyramiden, Arkitektskolen i København (KADK) og Center for Industrialised Architecture (CINARK), 2019.

3.2.2. Mål

3.2.2.1. CO2

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

Det vigtigste mål inden for 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.

Et eksempel på bærende konstruktioner er at anvende træ i stedet for beton. Træ har jf. materialepyramiden en lavere indlejret energi end beton, så at bygge i træ anses for at være CO2-besparende kontra at bygge i beton.

3.2.2.2. Råstoffer

Undgå at anvende jomfruelige ikke fornybare råstoffer.

Det andet væsentlige mål med cirkulær økonomi er at blive mere ressourcebevidst, hvad angår jomfruelige ikke fornybare råstoffer som grus. 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.

Eksempel: Man kan sikre, at nedrevet konstruktionsbeton bliver genanvendt som CE-mærket tilslag i ny konstruktionsbeton.

3.2.2.3. Affald

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

Affaldshierarkiet side 18 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 udover en besparelse i råstofressourcer.

Der er tale om 'downcycling' af materialets værdi, når materialets nuværende materielle værdi ødelægges for at kunne genanvendes på ny. Dette er tilfældet i affaldshierarkiets trin om 'genanvendelse', 'anden nyttiggørelse' og 'bortskaffelse og deponering'. Nedenfor gennemgås de fem niveauer i affaldshierarkiet.

Affaldsforebyggelse eller direkte genbrug

Ved affaldsforebyggelse eller direkte genbrug er materialet endnu ikke blevet til affald ifølge 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."

Materialer kan opnå en status som affald af planlægnings- eller holdbarhedsmæssige årsager. Undgå produktionen af affald og spild af materialer ved at planlægge med henblik på affaldsforebyggelse eller direkte genbrug, så materialer ikke ødelægges unødigt. Anvend derfor også materialer, der er holdbare, som ikke er forurenede, og som har mulighed for at blive genbrugt direkte.

Forberedelse med henblik på genbrug

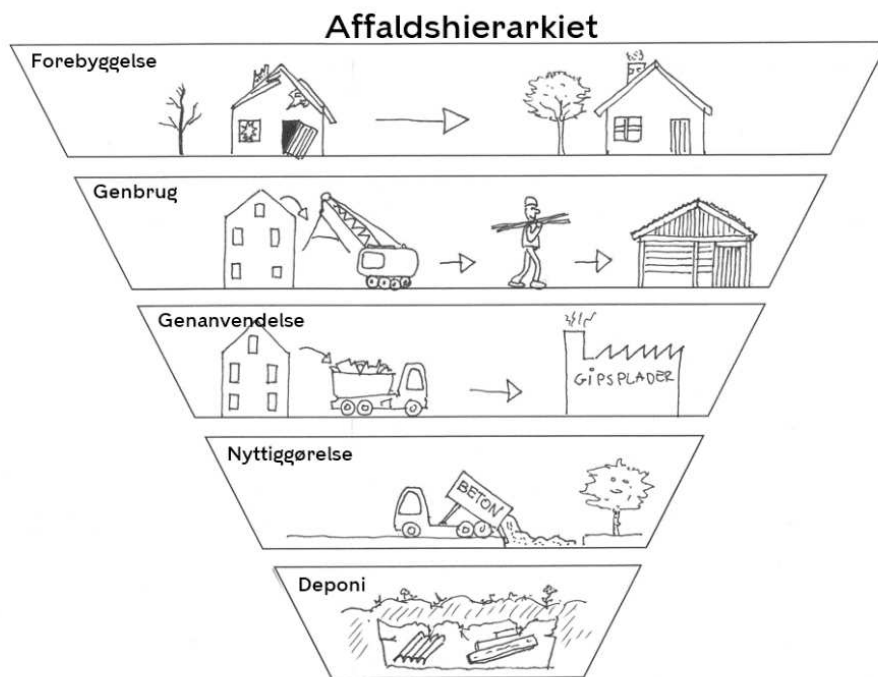
Nogle få og enkle handlinger gør materialet i sin nuværende form brugbart igen, f.eks. rensning af brugte mursten. Det vigtige er, at genstanden kan bruges igen til samme formål, som før den blev til affald, uden f.eks. at skulle smeltes om eller på anden måde nedbrydes.

Genanvendelse

Genanvendelse er, når affaldsmaterialer omskabes 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 jomfrueligt 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.



Figur 5: Byggeri Københavns egen gengivelse af 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 deponerer materialet her indtil, der forhåbentligt på et tidspunkt bliver mulighed for at håndtere materialet, så det kan komme videre i systemet forsvarligt.

3.2.3. Strategier

3.2.3.1. 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 med mindre energi, for eksempel ved brug af lette konstruktioner eller eldrevne maskiner på byggepladsen. Ligeledes er det et mindreforbrug af ressourcer, når den samme kvadratmeter 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.

Et eksempel er at planlægge til multifunktionalitet, hvor flere brugere eller funktioner er i fokus, så bygningerne står tomme så lidt som muligt.

3.2.3.2. Holdbarhed

Reparér, vedligehold og anvend materialer og produkter i længere tid.

Design bygningen, så den opfylder den ønskede funktion, men implementér 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.

Gør det enklere at udskifte de lag i bygningen, som oftest udskiftes. Stewart Brands lagmodel side 15 er relevant her. Det bør ligeledes undersøges, hvorvidt det er muligt at renovere og bygge om som alternativ til nedrivning og nybyggeri.

3.2.3.3. Cirkularitet

Bevar materialer og produkter i deres naturlige og tekniske cirkler.

Anvend materialer, der kan cirkuleres uden at miste nævneværdig værdi. Anvend ikke materialer, der kan gøre skade på det naturlige økosystem. Implementér 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.

Find inspiration i Sommerfuglemodellen om recirkulering af ressourcer fra de naturlige og de tekniske cirkler på side 14. Modellen viser, at der ikke kan laves byggematerialer uden at anvende naturlige ressourcer. Mængden af de naturlige ressourcer, der anvendes, kan dog mindskes ved recirkulering.

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 naturlige 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 ind i det, som giver styrke til produktet, som ellers var et rent biologisk materiale.

3.2.3.4. Viden

Styrk produkter, beslutninger og processer med dokumentation og ressourcekortlægning.

Brug viden og 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. Viden og dokumentation styrker ligeledes fremtidig fleksibilitet og muligheden for enkel recirkulering af ressourcer, materialer og produkter. Viden og dokumentation kan f.eks. fastholdes gennem et materiale- og eller bygningspas. Se mere om pas under princippet Dokumentation.

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

3.3.4. Handlemuligheder

3.3.4.1. Materialekvalitet

Vælg sunde 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 byggherren til at trække markedet i en cirkulær retning.

Vær opmærksom på materialer med certificeringer som Cradle-to-Cradle og Svanemærket. Det vil også være relevant for dette princip at bidrage til udviklingen af materialepas.

3.3.4.2. Levetid

Design bygningen med fokus på dens samlede levetid.

Sørg for, at de bygningsdele, som holder længere, giver plads til, at andre dele af bygningen, som holder kortere, kan ændres uden store forhindringer. Se Stewart Brands lagmodel på side 15 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 kan kaldes en materialebank. Vær opmærksom på, at god renovering er væsentlig for at bevare værdien af materialerne.

3.3.4.3. Standarder

Design en enkel bygning, hvor mindre 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 enklere del, hvis sammensætningen af elementer bliver for kompleks.

Man kan forstå 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.

3.3.4.4. 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.

Design til adskillelse er central her.

3.3.4.5. Nedtagning

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.

Design til adskillelse og selektiv nedrivning er centrale her.

3.3.4.6. 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. Byggebranchen arbejder hen imod at anvende BIM-modeller til at håndtere disse oplysninger, hav derfor en god dialog med den IKT-ansvarlige for projektet.

Vær opmærksom på materialer med miljøvaredeklarationer (EPD) for at sikre troværdig dokumentation af materialet.

De data og informationer der findes på materialerne, kan med fordel samles i et materialepas. Hvis alle materialerne i en bygning er dokumenteret, kan de sammensættes til et bygningspas. Et bygningspas er en oversigt over de samlede materialepas, som bygningen indeholder.

3.3.4.7. 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. Anvend med fordel BIM-modellen som database, sørg for at inddrage den IKT-ansvarlige.

3.3.4.8. Vedligehold

Lav korrekt vedligeholdelsesplan for at sikre værdien af materialerne.

Gør vejledninger til vedligehold af de enkelte byggematerialer tilgængelige. Opdatér byggematerialets digitale pas, hvis der bliver lavet ændringer i bygningen. Anvend med fordel BIM-modellen som database, sørg for at inddrage den IKT-ansvarlige.

3.3.4.9. Sikkerhed

Oprethold sikkerhedsprocedurer for at håndtere alle faser af bygningens liv.

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

3.3.4.10. Overgangsfaser

Bevar informationen om, hvordan materialerne skal håndteres i overgangsfaser.

Dokumentér, hvem der er ansvarlig for materialer og bygningsdele i overgangsfaser fra adskillelse i ét byggeri til indbygning i 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 et lignende materiale tilbage igen. Vær opmærksom på, hvem der har produktansvaret.

3.3.4.11. Forretningsmodeller

Lav nye forretningsmodeller for at fuldende den cirkulære økonomi.

Nye former for services 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 og bringe det 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.

3.3.4.12. 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. Dokumentér så vidt muligt resultaterne. Dette kan blandt andet opgøres, som x kg CO₂ sparet for x kr., i modsætning til en konventionel løsning.

3.3.4.13. Service

Tænk i nye services og ejerformer frem for nye produkter.

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

3.3.4.14. Partnerskaber

Skab partnerskaber og samarbejder for at styrke den cirkulære 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.

3.3.4.15. 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), Bygningspas anskueliggør bygningens levetid og miljøpåvirkning i bygningens forskellige faser (se figur side 14).

3.2.5. Opmærksomhedspunkter

3.2.5.1. Innovation

Imødekom cirkulær innovation, men vær opmærksom på risici.

Bidrag til, at markedet kan udvikle og teste nye innovative løsninger i praksis. Det kan ske ved at indgå i samarbejde med f.eks. universiteter eksempelvis 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.

3.2.5.2. Ansvar

Håndtér ansvar for materialer og processer i projektet.

Cirkulær økonomi kan udfordre de garantier, som f.eks. entreprenøren vil stille. Sørg for, at risikoen nedbringes til et forsvarligt omfang, der kan håndteres i projektet, og at ansvar er håndteret tydeligt og placeret entydigt. Se også kapitel 2 om ansvar.

3.2.5.3. 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 f.eks. kan være ved, at et cirkulært materiale og/eller produkt bliver en byggerleverance.

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

3.2.5.4. Processer

Giv nye processer tid, og gør dem tydelige og realiserbare.

Overvej hvilke processer, der er nødvendige, for at den cirkulære løsning kan blive en realitet. Forskellige cirkulære løsninger kræver fokus i forskellige faser i et byggeprojekt. En cirkulær løsning på materialeniiveau kan (måske) nemt prioriteres ved indkøb af materialer, hvor en cirkulær løsning af bygningsdesignet skal indtænkes i de tidlige planlægningsfaser.

3.2.5.5. Skalerbarhed

Fokuser på de emner, der har størst effekt nu eller på sigt.

Vær opmærksom på, om løsningen kan skales, så der hurtigst muligt kan opnås størst effekt.

Eksempel: Genbrugte mursten må på nuværende tidspunkt anses for at være en standardløsning, når tegl skal anvendes som facade.

4. Inspiration – vidensopsamling fra Byggeri Københavns projekter med cirkulær økonomi

4.1. Introduktion

I dette afsnit præsenterer Byggeri København sin viden fra en række projekter, hvor Byggeri København arbejder med elementer af cirkulær økonomi. 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.

Erfaringsopsamlingerne indeholder relevante kilder for de enkelte projekter, der, så vidt det er muligt, kan deles ved henvendelse til Byggeri København. Det vil være en konkret vurdering i hvert tilfælde. De projekter, som er med i denne udgave, er nedenstående.

4.2. Center for Diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8	24
4.3. Center for Specialundervisning for Voksne (CSV), Ryparken 81.....	29
4.4. Karateklub, Frankrigsgade 35 (Ungecenter Sundby Idrætspark)	32
4.5. Daginstitutionen F/S Rosa, Øresundsvej 131	37
4.6. Specialklasserække HAFNIA, Rosenvængets Hovedvej 35.....	43
4.7. Heerup Skole Kapacitetsudvidelse (HSK), Frederiksgaards Allé 13.....	44
4.8. Botilbuddet Jakob Michaelsens Minde (JMM), Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg	46

4.2. Center for Diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8

Center for Diabetes er et byggeri til mennesker med diabetes, og skal inspirere til en sund og aktiv livsstil.

Projektet indeholder nedrivning af et eksisterende hus på ca. 1000 m² i bindingsværk med mursten og nybyggeri på ca. 2.800 m².

Den samlede anlægsbevilling er 135,7 millioner kroner. Entreprisensummen er anslået til 109,3 millioner kroner.

Projektet fik anlægsmidler i oktober 2018 (budget 2019) og mandat fra Borgerrepræsentationen til at arbejde med cirkulær økonomi i oktober 2019 (budget 2020). Projektet fik en ekstrabevilling i budget 2023.

Projektet gennemføres i totalrådgivning med efterfølgende hovedentreprise.



Billede 1: Maskinhuset som skal nedrives selektivt i forbindelse med opførelsen af Center for Diabetes. Set fra Hans Kirks Vej.

4.2.1. Udvalgseskriterierne

I udvalgseskriterierne indgik vurdering af relevant erfaring fra projekter "med fokus på bæredygtighed hvorved der menes indarbejdelse af genanvendelses- og livscyklusstrategier eller innovative tiltag for reduktion af energi- og ressourceforbrug ved opførelse af byggeriet samt den efterfølgende drift af byggeriet".

4.2.2. Tildelingskriterierne

I tildelingskriterierne blev pris vægtet med 50% og projektorganisation og bemanning med 25%. Det blev ved vurdering af CV'er vægtet "særdeles positivt,

hvis en eller flere af de tilbudte nøglepersoner tidligere har arbejdet med alternative og bæredygtige konstruktioner, herunder trækonstruktioner eller genbrug af materialer." Endelig blev opgavens indhold og løsning vægtet med 25%, og her blev der i vurderingen lagt vægt på i hvor høj grad, der "udvises forståelse for og idéer til, hvordan der arbejdes med bæredygtige løsninger i byggeriet."

4.2.3. Opgavebeskrivelsen

I opgavebeskrivelsen blev det beskrevet, at "Murstenene fra det eksisterende byggeri 'Maskinhuset' på byggefeltet skal nedrives og genbruges i nybyggeriet, såfremt de er egnede til genanvendelse, og mørtel er egnede til rensning. Øvrige materialer, som vurderes egnede til genanvendelse, skal forsøges indbygget i projektet, alternativt gøres anvendelige på andet projekt."

Oktober 2018 (Budget 2019)	Beslutning om anlægsbevilling
Oktober 2019 (Budget 2020)	Mandat til cirkulær økonomi
December 2019	Kontrakt med totalrådgiver
April 2020	Byggeprogram afleveret
November 2020	Dispositionsforslag afleveret
Marts 2021	Projektforslag afleveret
Juni 2021	Myndighedsprojekt afleveret
Maj 2022	Byggetilladelse
14. oktober 2022	Hovedentreprisekontrakt underskrevet

Tabel 1: Vigtige datoer i projektet Center for Diabetes

Der stod videre, at: "Der er et ønske om at undersøge muligheden for at udføre et etagebyggeri, hvor den primære konstruktion udføres i træ, både for at støtte det generelle klimaperspektiv med et lille CO₂-aftryk og for at opnå økonomiske og byggetidsmæssige fordele. Totalrådgiver skal i forbindelse med opgaven undersøge og afdække mulighederne for at udføre den primære konstruktion i træ."



Billede 2: Billede fra forslag til lokalplan: Center for Diabetes med gavlen mod Hans Kirks Vej.

4.2.4. Totalrådgivning

Som totalrådgiver blev valgt Dorte

Mandrup A/S med følgende underrådgivere: AB Clausen Rådgivende Ingeniører, Spangenberg og Madsen Rådgivende Ingeniører og Bisgaard Landskabsarkitekter. Kontrakten blev underskrevet 6. december 2019.

4.2.5. Planlægningsfasen (Idé-oplæg og program)

Dansk Miljøanalyse har gennemført miljøkortlægning og i den forbindelse også vurderet Maskinhusets materialeressourcer. Det er besluttet i projektet at arbejde med genbrug af murstenene, mens de resterende materialer ikke recirkuleres i projektet, da de enten er i så dårlig stand eller er i så begrænsede mængder, at det ikke giver mening at recirkulere dem i projektet.

Samlet anlægssum	135,7 mio. kr.
Entrepresesum	109,3 mio. kr.
Samlet miljøkortlægning	55.000 kr.
Test af mursten hos Gamle Mursten	10.500 kr.

Tabel 2: Vigtig økonomi i forhold til cirkulær økonomi i projektet Center for Diabetes.

I programmet (side 24) står der følgende om træ i byggeriet: "Det tilstræbes at udføre så meget af konstruktionen som muligt med træ som bærende konstruktion. [...] Konstruktionssystemet fastlægges ud fra en optimal løsning, som afhænger af planudformningen af projektet, dvs. det kan være bjælke/søjlesystem med træ-beton hybriddek, hvis der ønskes store spænd og åbne kontorer eller CLT-elementer de steder, hvor konstruktionen er opbygget som en cellestruktur. Ved denne udførelsesmetode, hvor træets muligheder i byggeriet udnyttes, kan vi minimere beholdningen af sand og grus til de bygningsdele, som kun kan udføres i beton såsom betonfundamenter. Dermed "spildes" ikke ressourcer på konstruktioner som ligger over terræn, der i stedet kan bygges i et bæredygtigt materiale som træ."

4.2.6. Dispositionsforslag

I dispositionsforslag står der følgende (side 10) vedr. genbrug af materialer fra Maskinhuset: "Eksisterende maskinhus skal nedrives. Der er udført en miljøanalyse af bygningens materialer og en kortlægning af disse for genanvendelse, bortskaffelse og deponering er under udarbejdelse.

"Bygningens mursten skal genanvendes i projektet, men derudover forventes det ikke, at der er materialer, der kan genanvendes. Bygningen har stået meget længe og har været benyttet til værksted, traktorer og driftscentral for De Gamles By, hvorfor mange af materialerne er forurenede i forskellig grader."

Senere (side 55) står der:

“Der er foretaget en bygningscreening af Maskinhuset for at afklare, hvorledes materialerne demonteres og bortskaffes, når bygningen skal nedrives, samt at undersøge om murstenene kan genanvendes i det nye byggeri eller omkring det nye byggeri. Resultat fra screening viser at stenen kan genanvendes og at der er en række forurenede stoffer i resterende bygningsdele. Der er yderligere udført en ressourcekortlægning af mængderne for at kunne indarbejde en plan for deponering i projektering og projektet for nedrivningen.”

Om træbyggeriet står der følgende (side 11): “Det er et stort ønske at bygge i træ, hvorfor primære konstruktioner udføre i store trærammer og dæk i en hybrid af træ og beton. Bygningen kommer til at fremstå med synlige trækonstruktioner, betongulv i stueetagen, og trægulve på øvrige etager, sportsgulve i salene og fliser i toiletter, omklædning og bade.”

Konstruktionen er delt op i tre områder, hvor træ anvendes på forskellig måde. Se dispositionsforslaget for nærmere uddybning (side 64):

Område 1: “Dæk udføres som hybridkonstruktion af Brettstapel med påstøbt beton med en bærelinje i midten [...] I facader er bærelinjer opbygget som et bjælke-søjlesystem af stålbjælker og pendulsøjler af limtræ. [...] Tagkonstruktionen udføres som 3-charniers limtræsrammer. [...] Samtlige afstivende vægge opbygges af betonelementer.”

Område 2: “Område 2 udføres med en bærende konstruktion af 15m høje 3-charniers limtræsrammer. Rammerne er stabile i sit eget plan, og skal afstives på tværs. Da rammerne har en højde, hvor transport vil være vanskeligt, bevirker dette, at hjørnesamlinger forventeligt skal udføres med specialbeslag.”

Område 3: “Væg og tagkonstruktion udføres som 3-charniers rammer. 2. sal udføres med en mindre rammekonstruktion, som punktvis ophænges i rammerne.”

Den 7. maj 2020 er der gennemført en test af murstenen i Maskinhuset ved Gamle mursten, Svendborg, som konkluderer, at stenene kan renses.

I løbet af dispositionsforslagsfasen blev det fravalgt at lave dele af konstruktionen i krydslamineret træ (CLT – Cross Laminated Timber).

4.2.7. Projektforslag

I projektforslaget er der ikke tilføjet ekstra forhold vedr. cirkulær økonomi. Miljøundersøgelsen og Gamle murstens prøvning af de eksisterende mursten er vedlagt.

4.2.8. Myndighedsprojekt – Ansøgning om byggetilladelse

I ansøgningen om byggetilladelse står følgende (side 2):

Der søges tillige om tilladelse til nedrivning af Maskinhuset i en etage, hvor det nye Center for Diabetes skal stå.

Side 8:

“Dansk Miljøanalyse har undersøgt eksisterende bygninger for miljøskadelige stoffer og udarbejdet en rapport over materialernes forureningsgrad mv. Der er konstateret miljøskadelige stoffer, bl.a. zink, bly og kobber, over grænsen for farligt affald. Derfor skal en miljøsanering udføres, før byggearbejderne

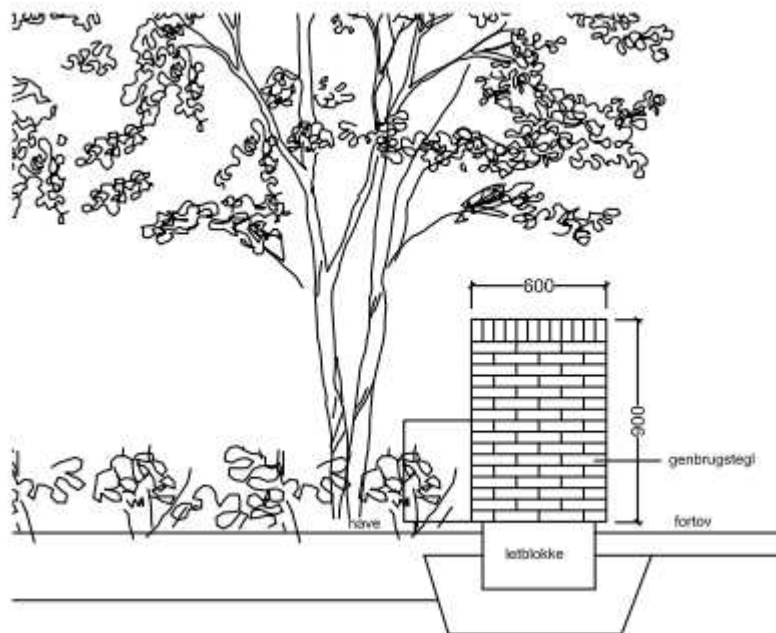
opstartes – også før en egentlig nedrivning. Saneringen udføres på baggrund af udførte miljøundersøgelser og efter gældende regler og vejledninger for miljøsanering, jf. bilag.”

Side 8:

“Maskinhuset med skur udgør ca. 660 m², mens hele grunden med bygninger og hegn udgør ca. 915 m². Maskinhuset er i 1 plan med en facadehøjde på ca. 2,5 m og rygningshøjde på ca. 4,5 m.

“Genanvendelse af eksisterende mursten

Der er udarbejdet en test ved Gamle Mursten af kvaliteten af de eksisterende mursten samt deres forureningsgrad. En del af stenene kan genanvendes. De skal tages ud af bindingsværket og afrensnes for gammel mørtel. Der vil være omkring 6000 sten tilbage for genanvendelse.”



Figur 6: Snit af havemuren af genbrugte mursten fra Maskinhuset

Der står i øvrigt følgende om anvendelse af de eksisterende mursten (side 4):

“Nordgrunden ligger delvist afskåret fra Diabetescenteret af Hans Kirks Vej, hvilket forstærker tilhørsforholdet til DGBs [De Gamles Bys] portbygning, samtidig med at området opleves som udflydende og grænseløst mod Møllegade og Nørre Allé. En havemur løser dette ved at skabe en præcis grænse mod det offentlige fortov og samtidig definere området som en rumlig del af De gamles By. Muren er 90 cm høj og 60 cm bred. På udvalgte steder udføres udskæringer og udposninger på muren som appellerer til at sætte sig ned. Ud for den store fliget løn holder muren en pause, så rødderne får den nødvendige plads. Muren udføres i genbrugs tegl fra den nedrevet bygning.”

Om træbyggeriet står der følgende i ansøgningen om byggetilladelse (side 9):

“Den vestlige del af bygningen udføres med hybriddæk på stabiliserende betonelementvægge og et stål-bjælke-/søjlesystem. Øverste etage udføres med 3- charniers trærammer.

“Den midterste del af bygningen (atrium) er bygget op med 3-charniers trærammer hvori gangbroer og mødelokaler hænges op i med stålror og stænger.

“Den nordøstlige del af bygningen udføres med hybriddæk og stabiliserende trærammer fra 1. sal og op. Stue og kælder udføres med bærende og stabiliserende betonelementer.”

Byggetilladelsen til projektet kom den 5. maj 2022

4.2.9. Hovedentreprisen

Der blev i prækvalificeringen udvalgt fem firmaer til at give tilbud 5. juni 2022 på hovedentreprisen. Kontrakten med hovedentreprenøren Einar Kornerup blev underskrevet den 14. oktober 2022

4.2.10. Relevante kilder

Udbudsmateriale til totalrådgivning, Byggeri København, 14. august 2019

Byggeprogram, Dorthe Mandrup Arkitekter, 1. april 2020

Miljøkortlægning, Dansk Miljøanalyse, 24. august 2020

Dispositionsforslag, Dorthe Mandrup Arkitekter, 30. november 2020

Ansøgning om byggetilladelse, Byggeri København, Dorthe Mandrup A/S, 15. juni 2021

4.3. Center for Specialundervisning for Voksne (CSV), Ryparken 81

Center for Specialundervisning for Voksne er delt i flere afdelinger, hvoraf én afdeling skal indrettes på adressen Ryparken 81.

Denne del af projektet indeholder primært indvendig nedrivning og derudover ombygning og tilbygning. Projektet fik planlægningsmidler i maj 2020 (overførselssagen 2019-2020) og mandat til at arbejde med cirkulær økonomi i oktober 2020 (budget 2021). Her blev det også besluttet, at projektet kunne opnå ekstra finansiering på op til 3% til cirkulære indsatser ud over den normale anlægsbevilling svarende til 3,2 mio. kroner. COWI er bygherrerådgiver og bistod Byggeri København med at udbyde opgaven til totalrådgivning. Opgaven blev udbudt i foråret 2021.



Billede 3: Ryparken 81

4.3.1. Udbud i totalrådgivning

Det er beskrevet som en del af udbuddet i et ni siders bilag, at totalrådgiveren skal arbejde med en cirkulær skillevæg. Bilaget gennemgås her.

Der står indledningsvist at: "Rådgiver skal lede og drive en innovationsproces, der munder ud i et eller flere forslag til en indvendig, ikke-bærende skillevæg, hvor materialer og løsninger er valgt ud fra principperne om cirkulær økonomi. Målet er, at den eller de løsninger, som totalrådgiver peger på, har tilsvarende eller bedre tekniske egenskaber end den traditionelle gipsskillevæg, og at den samtidig har cirkulære egenskaber og fremmer cirkulær økonomi."

I dette projekt er der arbejdet aktivt med Byggeri Københavns principper for cirkulær økonomi. Der er udvalgt et mindre antal principper i et samarbejde mellem COWI og Byggeri København, og de beskrives i bilaget og gennemgås kort nedenfor.

Som det første fremgår det, at der skal arbejdes med alle tre overordnede mål i projektet. Det er CO₂, Råstoffer og Affald. Dernæst gennemgås de øvrige valgte principper.

Viden: "Der lægges særligt vægt på viden om og dokumentation af påtænkte materialers egenskaber samt deres tilgængelighed eller skalerbarhed i efterfølgende projekter" (side 4) og "Kortlægning, dokumentation og formidling af opsamlet viden og erfaringer fra udviklingsarbejdet skal være højt prioriteret i totalrådgivers arbejde med innovationselementet. Den viden, der indsamles, vurderes og kvalificeres i projektet, skal formidles som en af leverancerne i projektet." (side 4)

Cirkularitet: Skillevæggens levetid er kort, og derfor er cirkularitet så meget mere interessant. Det skal prioriteres at fastholde materialer i deres tekniske og biologiske cirkler (side 4).

Maj 2021 (Overførselssagen 2019-2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Juli 2020	Opstart bygherrerådgivning
Oktober 2020 (Budget 2021)	Mandat til cirkulær økonomi
Overførselssagen 2020-2021	Beslutning om anlægsbevilling
November 2021	Kontrakt med totalrådgiver

Tabel 3: Vigtige datoer i projektet Center for Specialundervisning for Voksne

Materialekvalitet: Forskellige materialetypers kvalitet skal vurderes. Det er vigtigt, at væggen kan ende med at blive en "hyldevare" (side 4).

Samlinger og adskillelse: Væggens samlinger er afgørende for en god cirkularitet. Totalrådgiver skal have fokus på væggens samlede tekniske egenskaber og på procesmæssige egenskaber herunder håndterbarhed og arbejdsmiljø (side 4).

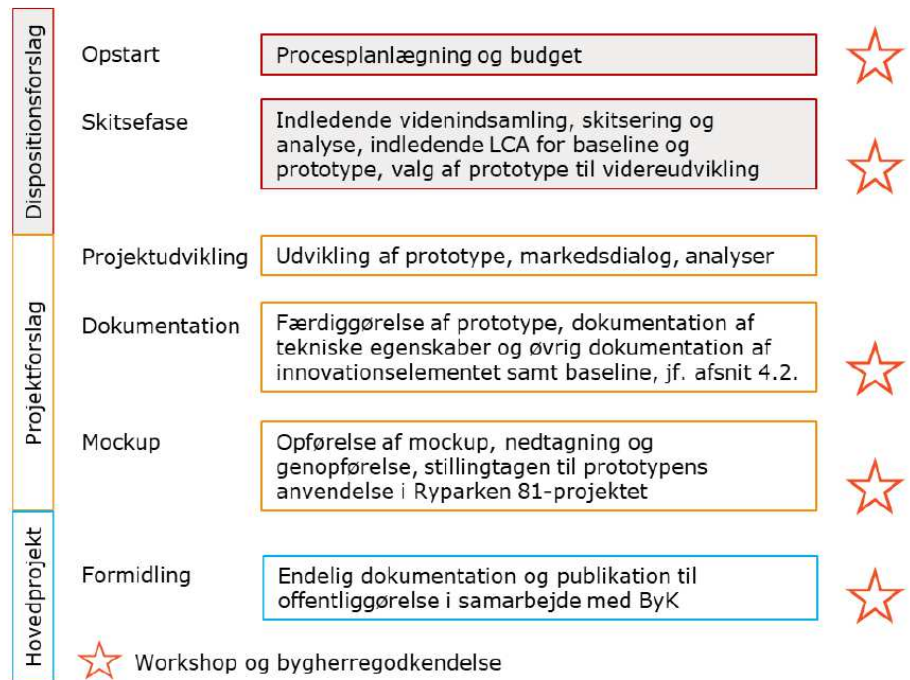
Partnerskaber: Det skal undersøges hvilke behov og muligheder, der er for partnerskaber i forhold til udviklingen af den cirkulære væg (side 5).

Innovation: Totalrådgiver skal medvirke til at belyse behovet for konkret produktudvikling og nytænkning, der understøtter cirkularitet (side 5).

Ansvar: "Som en del af opgaven skal totalrådgiver bidrage med analyser og forslag, der peger på metoder til praktisk håndtering af ansvar og garantier i forhold til implementering af den cirkulære skillevæg." (side 5)

Efter denne gennemgang af principperne, beskrives at baseline til sammenligning med den cirkulære skillevæg er en traditionel opbygget skillevæg med stålregler og to lag gips på hver side og færdig overflade, og at den cirkulære skillevæg skal opfylde en række tekniske krav til funktion, overflade, robusthed, brand og lufttlyd-isolation.

Det fremgår, at "Prototypen skal tegnes og beskrives som i et almindeligt udbud til udførelse. Tegninger og beskrivelse skal suppleres af en vejledning i montering og adskillelse af væggen." (side 5)



Figur 7: Tidsplan for innovationsprojektet inden for rammen af tidsplanen for det primære byggeprojekt på Ryparken 81 (side 8).

Væggen skal analyseres i forhold til tekniske og kvalitetsmæssige forhold herunder en LCA-analyse af væggen set i forhold til baseline-væggen (side 6).

"Væggen skal opsættes et givet sted på Ryparken 81 og skal derefter kunne nedtages og genopsættes et andet sted i bygningen." (side 6)

Der er lagt op til, at bygherren kan vælge, om den udviklede væg skal indgå i det endelige projekt på Ryparken 81, eller om det stopper med udviklingsprojektet, som, hvis det sker, kan blive stående i bygningen, så der kan måles på det efter en fastsat periode, hvorefter væggen kan udskiftes med en baseline-gipsvæg (side 7).

Uanset udfaldet af innovationsprojektet skal arbejdet formidles til branchen i en publikation (side 7). Heri skal indgå LCA-analyse, genbrugsgrad, designmæssige og æstetiske overvejelser, råstoffers tilgængelighed, pris og leverancesikkerhed, vurdering af egenskaber i forhold til drift, vedligehold, levetid og robusthed, samlede tekniske egenskaber og potentialer for optimering. Barrierer og udfordringer skal ligeledes analyseres og præsenteres.

Endelig fremgår det (side 9), at Københavns Kommune har afsat en samlet pulje til gennemførelse af innovationselementer i projektet på op til 3% af byggeprojektets anlægsramme, svarende til ca. 3,2 mio. kr.

4.3.2. Totalrådgivning

Kontrakt med totalrådgiver blev underskrevet i november 2021. Totalrådgiver er Erik Arkitekter med Wisenberg som underrådgivere. Erik Arkitekter har en dedikeret medarbejder som projektleder på den

cirkulære væg. Desuden er firmaet Business With Impact tilknyttet som underrådgiver med fokus på udvikling, teknik og en realiserbar businessmodel for cirkularitet i forhold til den cirkulære væg.

Teamet skal arbejde med udviklingsprojektet, den cirkulære skillevæg, som det er defineret i udbuddet.

4.3.3. Relevante kilder

Udbudsmaterialet, COWI og Byggeri København, februar 2021

Den cirkulære skillevæg, Cowi og Byggeri København, 4. februar 2021

4.4. Karateklub, Frankrigsgade 35 (Ungecenter Sundby Idrætspark)

Projektet Ungecenter Sundby Idrætspark består af flere delprojekter herunder indretning af omklædningsfaciliteter og sal til karateklub i Frankrigsgade 35.

Projektet i Frankrigsgade, karateklubben, indeholder ombygning og er den del, som er omfattet af cirkulær økonomi.

Projektet fik planlægningsmidler i maj 2020 (i overførselssagen 2019-2020) og mandat til at arbejde med cirkulær økonomi i oktober 2020 (i budget 2021). Her blev det også besluttet, at projektet kunne opnå ekstra finansiering på op til 3% til cirkulære indsatser ud over den normale anlægsbevilling. Projektet fik anlægsbevilling i oktober 2021 (i budget 2022).



Billede 4: Det ene af de to omklædningsrum, før det blev bygget om.

4.4.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og Byggeprogram) og dispositionsforslag

Planlægningen blev gennemført af Rytter Arkitekter. Det blev besluttet i forhold til det cirkulære at fokusere på ombygningen af vådrumsdelen i Frankrigsgades Svømmehal.

I planlægningsfasen blev de eksisterende fliser på væg og gulve vurderet, og konklusionen var, at de var i god stand og skulle bevares også af hensyn til

Maj 2020 (Overførselssagen 2019-2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Oktober 2020 (Budget 2021)	Mandat til cirkulær økonomi
Oktober 2021 (Budget 2022)	Beslutning om anlægsbevilling
18. oktober 2021	Udbud af hovedentreprise
1. februar 2022	Start hovedentreprise
19. april 2022	AB18-aflevering

Tabel 4: Vigtige datoer i projektet Frankrigsgade 35

muligheden for fremtidig brug af omklædningsfaciliteterne. Det eksisterende ventilationsanlæg blev også vurderet funktionsdygtigt og levede op til de krævede standarder, hvorfor det ikke krævede udskiftning.

Den cirkulære tilgang til ombygningen var bevaring i videst mulige omfang. Konklusionen var derfor, at det i forbindelse med ombygning af vådrummene i Frankrigsgades Svømmehal vil være fornuftigt at arbejde med "lag-på-lag", og der skulle være fokus på let demonterbare og genanvendelige trægulve samt lette og flytbare akustikmoduler til væggen i trælameller.

I forbindelse med nedrivning af en bærende betonvæg, skulle der i anlægsfasen arbejdes med materialegenanvendelse.

I byggeprogrammet står der følgende om arbejdet med det cirkulære vådrum (side 15) under overskriften Vedligehold/genbrug:

"Vores strategi er først og fremmest at forebygge affald. Mere konkret vil det sige, at vi i stedet for at fjerne alle eksisterende fliser og klinker, vil beholde dem. Der hvor det fortsat er hensigtsmæssigt at have fliser/klinker, vil vi forsøge at rense fuger og flise og bruge "as-is". Der er dog visse steder, hvor de er så beskadiget af kalk/klor, at det ikke er sikkert, at man vil bibeholde dem. Her må man tage fliser/klinker i god stand op, et sted hvor de ikke behøves - rense og gensætte dem med ny cement. Evt. kan man her bruge: 'TarkoDry', en tætningsmembran, som anvendes under keramiske materialer i vådrum, der består af ca. 85% genanvendt materiale."

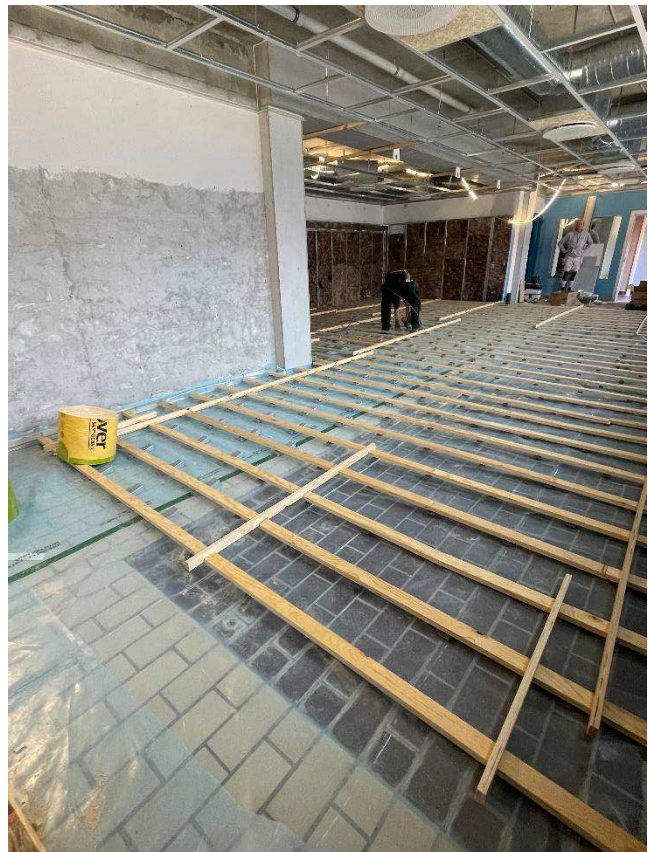
Og under overskriften Lag-på-lag, står der følgende (side 15):

"Der hvor det ikke er hensigtsmæssigt at have keramiske overflader, vælger vi ikke at rive denne overflade af men derimod beholde den og lægge anden belægning over. Trægulvet lægges således ovenpå eksisterende klinkebelægning. På vægge, der i dag er belagt med fliser, tænker vi at montere et lyd-dæmpende lag ovenpå - og afslutte med trælameller. Således skaber vi mindst muligt affald, og sender kun det materiale, der ikke kan renoveres videre til genanvendelse."

Dispositionsforslag indgik som en del af programmet.

4.4.2. Projektforslag, udbudsprojekt og myndighedsprojekt

Arbejdet med cirkulær økonomi er præciseret gennem disse faser, men det afgørende nye sker i forbindelse med udbuddet i hovedentreprisen.



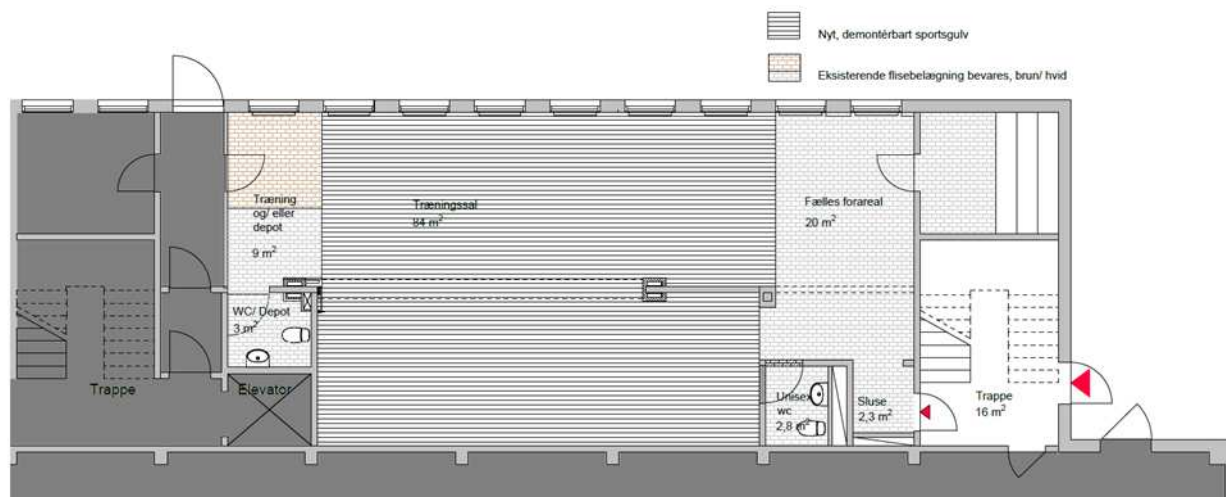
Billede 5: Opbygning af sportsgulv uden huller i det oprindelige gulv. Foto: Rytter Ark Group

4.4.3. Udbud i hovedentreprise - tilbudslisten som det aktive værktøj

I projektet blev det valgt at håndtere cirkulær økonomi gennem en klar definition af de enkelte elementer, der skulle til for at gennemføre de cirkulære tiltag i bygningen. De fremgår af ni rækker i tilbudslisten, som kan ses i tabel 5.

Tømrer- og snedkerarbejder	Mængde og enhed
Demontering/maling/retablering af garderobeskabe	18 stk.
Demonterbart sportsgulv	109,1 m ²
Murerarbejder	
Nedtagning og rensning af eksisterende fliser	16,6 m ²
Afrensning af kalkaflejringer	160 m ²
Montering af vægfliser, genanvendte	11,9 m ²
Option - omfugning af gulvklinter 10 x 1 m ²	10 m ²
El-arbejder	
Demontering/retablering af eksisterende installationer	1 stk.
VVS-arbejder	
Demontering og genmontering	1 stk.
Option - vandbesparende aggregat/cisterne til WC	1 stk.

Tabel 5: Elementer fra den del af tilbudslisten til Karateklubben som omhandler cirkulær økonomi



Figur 8: Plantegning af stueetagen med det nye sportsgulv. Tegning: Rytter Ark Group

4.4.4. Resultater

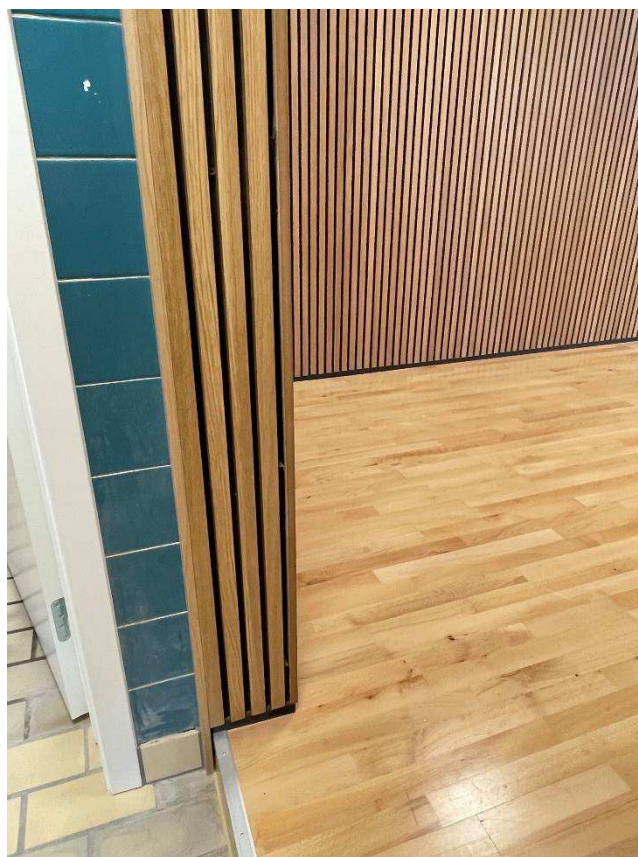
Projektet har givet Københavns Kommune en række værdifulde erfaringer inden for cirkulær økonomi.

Affaldshierarkiet blev brugt som strategi i projektet. Herunder var der følgende indsatser:

- Forebyggelse: I projektet ville vi beholde klinker/fliser, ventilationsrør, inventar og funktioner i stedet for at udskifte dem. Dette indebærer også en accept af at materialer måtte se slidte ud. Som en del af dette arbejdede projektet med en
- Lag-på-lag-tilgang: Der var et ønske om i så høj grad som muligt at bevare den eksisterende funktion, vådrummet, nedenunder den nye funktion, den nye karatesal og omklædning. Det indebærer at bevare flisebelægning, lave demonterbart trægulv, som ikke krævede huller i flisebelægningen og at sætte akustikpaneler uden på den eksisterende vægbelægning.
- Genbrug: Der blev arbejdet med genbrug af fliser fra væggene og af eksisterende rør og armaturer.
- Genanvendelse af beton: Der var et ønske om at genanvende den betonvæg, der skulle rives ned.

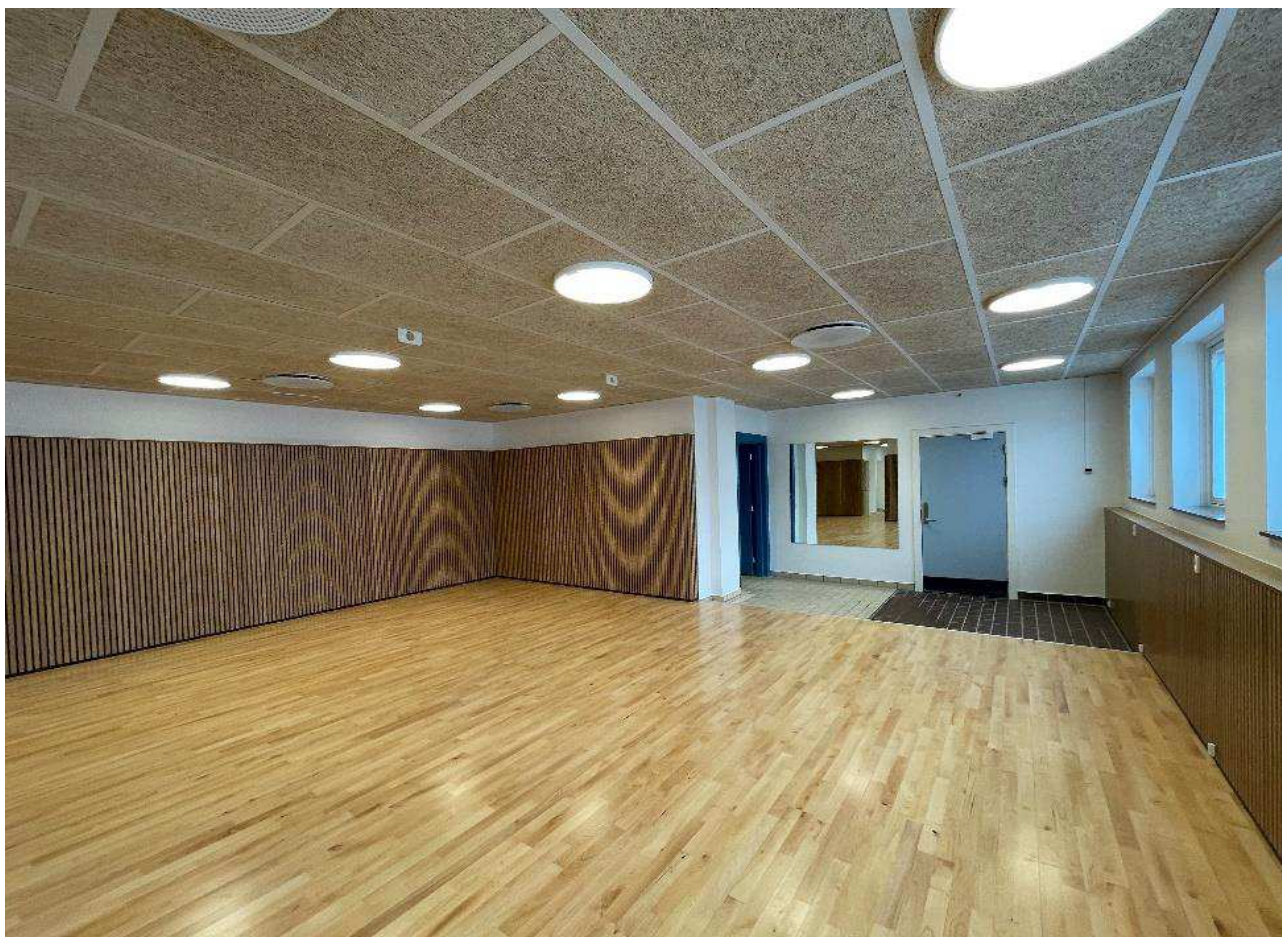
Københavns Kommunes fik sammen med sine samarbejdspartnere især følgende resultater fra projektet:

- Det er godt at tænke cirkulært fra projektets begyndelse, så er der flere beslutninger, som bliver naturlige i det efterfølgende projektføreløb.
- Tæt samarbejde mellem aktørerne i projektet giver bedre resultater. Sørg f.eks. for at entreprenøren har mulighed for at bidrage. I dette projekt bidrog en entreprenør til den cirkulære tankegang i forbindelse med besigtigelsen med de indbudte entreprenører.
- Affaldshierarkiet er en god rettesnor i et projekt af denne type i forhold til håndtering af materialerne i projektet.
- Man skal vænne sig til et mindset om, at materialer gerne må se slidte ud, hvis deres funktion er intakt.
- Der blev genbrugt 25% fliser i projektet. Dette var også en fordel da fliserne indeholder cadmium, så hvis de ikke var blevet forberedt til genbrug, ville de være blevet sendt i deponi. Endelig blev det konkluderet, at en håndmejsel og hammer var den bedst metode til at pille fliserne ned hele.
- De eksisterende ventilationsrør blev genbrugt.
- 14 tons betonvæg blev revet ned: 8,4 tons blev genanvendt, 5,5 tons blev sendt til deponi på grund af de miljøskadelige stoffer bly og pcb i malingen.



Billede 6: Det eksisterende - reparerede - gulv og den eksisterende væg sammen med det nye gulv og de nye akustikpaneler. Foto: Rytter Ark Group

- Gulvafløb blev afproppet og brandisoleret, så de sandsynligvis vil kunne genetableres, hvis man ønsker at vende tilbage til den oprindelige funktion.
- Entreprenøren afsatte forskellige dele af det eksisterende inventar herunder bænke gennem sine egne kanaler.
- Brusearmaturerne kunne ikke genbruges, da de var ødelagte af tilkalkning.
- De eksisterende garderober var ufleksible i deres opbygning og derfor svære at genbruge, men de blev genbrugt



Billede 7: Det færdige sportsgulv i stueetagen. Foto: Rytter Ark Group

4.4.5. Pris

Københavns Kommune har betalt 256.000 kr. for arbejdet med cirkulær økonomi heraf 225.000 i entreprise.

4.4.6. Mulige næste skridt

Projektet har givet en række erfaringer, som kan indgå som grundlag for at arbejde med vådrum i andre lignende projekter. Det vil derudover være relevant at arbejde videre med, om det er muligt at opsætte fliser på væg og gulv på en måde, som gør det muligt at pille dem lettere ned igen.

4.4.7. Relevante kilder

Idéoplæg og byggeprogram, Sundby Idrætspark Ungecenter, Rytter Ark Group A/S og Byggeri København, 10. november 2020.

Cirkulær Økonomi, Frankrigsgade Svømmehal, Rytter Ark Group A/S og Byggeri København, 5. oktober 2022

4.5. Daginstitutionen F/S Rosa, Øresundsvej 131

Projektet er en udvidelse af en daginstitution fra 8 til 14 grupper

De nye grupper etableres ved en udbygning af den eksisterende institution med en tilbygning i to etager på langs af den eksisterende institution samt en mindre tilbygning til installationer og liggehal. Projektet indeholder desuden en mindre ombygning af dele af den eksisterende bygning samt en nedrivning af en del af sydfløjen.



Billede 8: Luftfoto af F/S Rosa

Tilbygningsdelen bliver på ca. 1000 m² brutto.

Projektet fik planlægningsbevilling i september 2019 (Budget 2020). I september 2020 (Budget 2021) fik projektet anlægsbevilling.

4.5.1. Udvalgelseskriterier

Udbuddet til totalrådgivning er lavet på baggrund af screening gennemført af COWI. I udvælgelseskriterierne indgik vurdering af mest mulig relevant erfaring med sammenlignelige projekter udført indenfor de seneste 5 år herunder fokus på relevant erfaring med "Projekter af sammenlignelig størrelse som det udbudte, som er opført med CLT-elementer som bærende konstruktion". I tildelingskriterierne indgik ikke elementer med cirkularitet.

4.5.2. Totalrådgivning

Som totalrådgiver blev valgt ingeniørfirmaet Tyréns A/S med Lendager Group som underrådgiver. I november 2021 overtog Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfirma kontrakten og bliver ny totalrådgiver. Lendager Group fortsatte som underrådgiver.

4.5.3. Planlægningsfasen (Idéoplæg og byggeprogram)

I det følgende gennemgås byggeprogrammet i forhold til kravene til cirkulær økonomi i projektet.

Der er fokus på materialelegenbrug. På side 28 står:

Cirkulær byggeplads

"Ved ombygningen af institutionen frigøres en række materialer, der kan potentielt kan genbruges i den nye tilbygning, herunder:

- Fliser og anden befæstelse
- Vinduesglas- og ruder

- Bræddebeklædning (facade og hegn)
- Tyndpladebeklædning
- Møbler og andet inventar
- Legepladsindretning

Ved at genbruge bygningens eksisterende komponenter spares ikke kun ressourcer og CO₂, men husets brugere får også et hus fyldt med gode historier, hvor man kan genkende brudstykker af den eksisterende bygning, der nu indgår i nye sammenhænge”.

Potentialet for genbrug af bygningens eksisterende materialer ses i Figur 9.

Genbrug

Det er tanken, at byggeriet kan udføres med en let facade af genbrugstræ fra ombygningen og nedrivningen.

CLT

Det har været et ønske fra bygherren, at muligheden for at anvende CLT-elementer eller lignende til konstruktion af udvidelsen skal undersøges af rådgiver. Der står følgende:

September 2019 (Budget 2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Oktober 2019	Tildeling af rådgiverkontrakt
April 2020	Byggeprogram afleveret
September 2020 (Budget 2021)	Beslutning om anlægsbevilling
December 2020	Dispositionsforslag afleveret
Januar 2021	Modtaget bevilling fra Realdania
November 2021	Ny totalrådgiverkontrakt underskrevet

Tabel 6: Vigtige datoer i projektet F/S Rosa - Øresundsvej 131

”Konstruktivt anvendes hovedsageligt CLT. CLT er på nuværende tidspunkt ikke fuldt afprøvet produkt, derfor vil der blive udført ekstra statistisk kontrol af projekteringen”. (side 44)

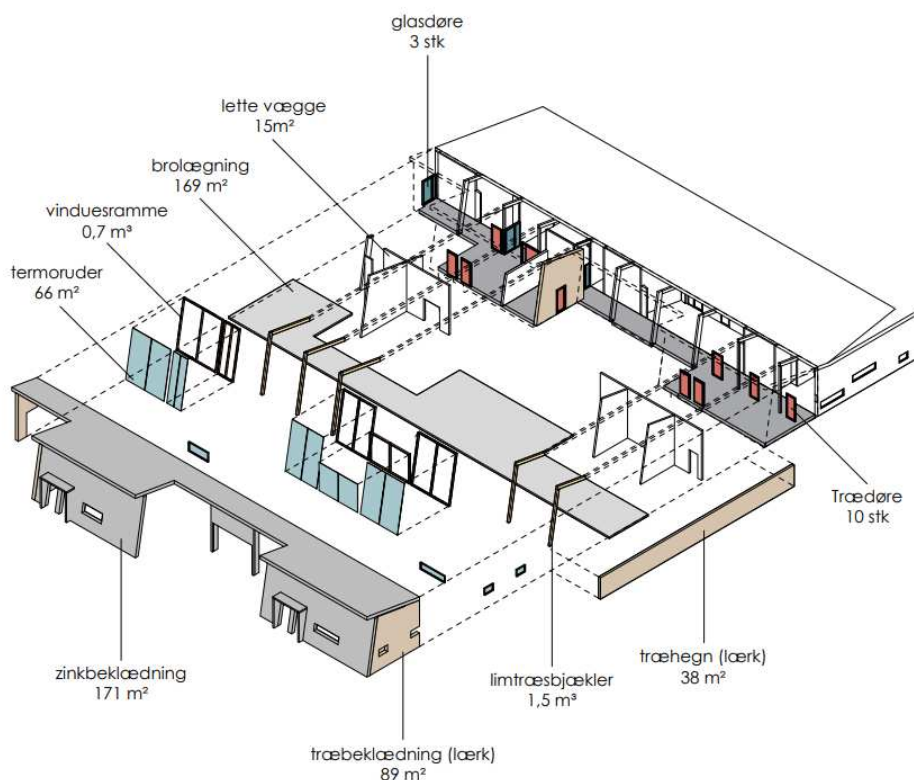
”Vi forventer at hovedparten af vægge og dæk samt tag kan udføres i CLT. Dog vil det være smart at anvende andre typer træbjælker, som f.eks. er bedre egnede til gennemføring af installation”. (side 44)

Reduktion af beton

Der har ligeledes været fokus på en reduktion af anvendelsen af beton som "søges reduceret til et minimum og kun brugt, hvor dets egenskaber ikke kan efterlignes med et andet materiale. Dette betyder, at bygningen kommer til at hvile på punkt- eller skruefundamenter, hvilket suppleres af et randfundament, hvis primære funktion er rottesikring af byggeriet". (side 29)

4.5.4. Dispositionsforslag

I dispositionsforslaget præciseres projektets cirkulære fokus på genbrug af materialerne fra ombygningen ud fra en betragtning af bygningen som en materialebank. Ved en nærmere gennemgang af tilbygningens materialer, har man identificeret og udvalgt to materialer, som der skal være et primært fokus på. Det er zink og lærketræ.



Figur 9: Potentialet for genbrug af bygningens eksisterende materialer

På side 36 står:

"Zinkplader brugt til facade og tagbeklædning søges genbrugt som facadebeklædning på den nye bygning. Zink er et meget langtidsholdbart materiale, hvorfor det giver mening at genbruge det på stedet om muligt. Pladerne vil potentielt skulle tilrettes, tilskæres eller falses påny, men udgangspunktet er at finde en så enkel løsning som muligt, der muliggør mest mulig genbrug".

"De bygningsdele, samt hegn og skure, der er beklædt med lærk, tænkes genbrugt som facadebeklædning på den nye bygning. Det forudsætter, at materialet kan nedtages på en måde, der bevarer dets kvaliteter og som ikke er uforholdsmæssigt dyrt ift. at indkøbe nye lærkeplanker.

Den genbrugte lærk tænktes anvendt i et facadesystem, hvor planker af kortere længde nemmere kan bruges, hvis der er beskadigede dele eller ukurante stykker, hvilket vil øge genbrugsprocenten".

Udover dette primære materialefokus, er tanken, om muligt, at forsøge at genbruge vinduer og døre indvendigt, hvor der er mulighed for det ift. den nye bygnings krav. Desuden vil man se på muligheden for at bruge de afklippede dele af limtræsbjælkerne – enten til nye konstruktioner, møbler, legepladsinventar eller fx bålhytte. Dette vil blive undersøgt i projektforslaget. (side 34)

4.5.5. Realdaniapulje til klimamæssig bæredygtighed

Realdania afsatte i forbindelse med Covid 19-krisen en pulje til at understøtte den klimamæssige bæredygtighed i kommunale byggeprojekter og fremme den grønne omstilling i byggeriet. Den 16. november 2020 ansøges om en samlet bevilling på 1.821.250,00 kr.

Det anføres i ansøgningen, at bevillingen vil kunne bidrage til at afprøve en slags cirkulær byggeplads med fokus på lokalt genbrug af byggematerialer. Realdania godkendte bevillingen i januar 2021.

4.5.6. Bæredygtighedsanalyse

Der blev gennemført en såkaldt bæredygtighedsanalyse af Lendager i projektforslagsfasen den 13. januar 2022. Analysen gennemgås kort nedenfor.

Der er anvendt ressourcekortlægning af de konkrete genbrugsmaterialers potentiale for anvendelse i den nye institution. "Bæredygtighedsanalysen afdækker og samler resultaterne for hvert materiale og oplister demontering, bearbejdning og anvendelse. Yderligere risikovurderes hvert materiale relateret til bygbarhed ud fra fem relevante vurderingsparametre". (side 3)

Der brugt fem projektspecifikke vurderingsparametre til at vurdere de genbrugte materialers potentiale. Det er:

- Ejerskab
- Identitet
- Udviklingsstadie
- Levetid
- Vedligehold



Figur 10: Vurderingsparametre

Hvert materiale er blevet bedømt ud fra disse fem vurderingskriterier. Her vises et eksempel på hvordan trådhegnet er blevet vurderet:

Ejerskab	Synlig historie	
Arkitektonisk	Klassisk	
Udviklingsstadie	Produkt	
Levetid	Begrænset	
Drift	Samme drift	

Figur 11: Eksempel på vurdering af trådhegn

CO₂-besparelse og beregning

CO₂-beregningen for det enkelte materiale er baseret på et gennemsnit af EPD'er for lignende genbrug af materialerne. I beregningsgrundlaget antages det "at produktionsfasen A1-A3 er lig den mængde CO₂ man kan spare ved direkte genbrug af materialerne, da de hermed ikke skal produceres igen.". (side 14)

Der er foretaget LCA-beregninger på zinkbeklædning, træbeklædning og limtræskonstruktioner. Der er benyttet Ökobau-datasæt i beregningen af lærk og zink og EPD i forhold til limtræ. (Se analysenotat).

Transport er medregnet "da byggevarer transporteret med lastbil er forbundet med en væsentlig mængde CO₂ samt luftforurening, både globalt og lokalt" (side 14). Der benyttes 500 km som en gennemsnitlig beregningsfaktor ved beregning uden kendte afstande mellem produktionssted og byggeplads. (side 14)

Den estimerede samlede affalds og CO₂- besparelse illustreres i nedenstående tabel 7:

BESPARELSE VED IMPLEMENTERING AF GENBRUGSMATERIALER

MATERIALE	MÆNGDE	KG TIL GENBRUG OG GENANVENDELSE	CO ₂ BESPARELSE MATERIALE	CO ₂ BESPARELSE TRANSPORT
Trådhegn og låger	40 lbm	240 kg	ikke beregnet	7,5 kg CO ₂
Væg i landskab	21 lbm	120 kg	ikke beregnet	4,0 kg CO ₂
Betonsten	300 stk	2550 kg	ikke beregnet	85,0 kg CO ₂
Zinkplader	230 m ²	1380 kg	1647 til 1853 kg CO ₂	80,0 kg CO ₂
Trælister	125 m ²	800 kg	-486 til 360 kg CO ₂	25,0 kg CO ₂
Glaspartier i trærammer	36 m ²	237 kg	ikke beregnet	14,5 kg CO ₂
Yderdøre glatte	10,5 m ²	225 kg	ikke beregnet	10,0 kg CO ₂
Indvendige døre i glas	6 m ²	150 kg	ikke beregnet	5,0 kg CO ₂
Limtræ	1,5 m ²	720 kg	152 kg CO ₂	22,0 kg CO ₂
RESULTAT		6422 kg	1313 - 2365 kg CO ₂	253 kg CO ₂

Tabel 7: Estimeret affalds og CO₂- besparelse**4.5.7. Projektforslag**

Ambitionen i projektforslaget er at vise, hvordan bæredygtighed kan realiseres i børnehøjde. I projektet arbejdes der overordnet med bæredygtighed på tre niveauer: Genbrug, fornybare ressourcer og design til adskillelse.

4.5.7.1. Genbrug

Der arbejdes med genbrug på to måder: Direkte genbrug i en form for cirkulær byggeplads og anvendelse af genbrugsmaterialer.

Ved ombygning af institutionens frigøres en række materialer som f.eks.: Fliser, facadebeklædninger herunder zink og lærketræ og legepladsinventar. Disse elementer genbruges direkte som nye belægnings, facader på skure og ny indretning af legepladsen.

Derudover er der i projektet en ambition om at benytte genbrugsmaterialer fra nedrivninger andre steder. Der arbejdes for at finde metalfacadeplader, hvor pladerne har lang restlevetid.

4.5.7.2. Fornybare ressourcer

Tilbygningen udføres som udgangspunkt af fornybare materialer i stedet for f.eks. stål og beton. Den bærende og stabiliserende konstruktion udføres i massivtræelementer og limtræ, indvendige vægge bygges på træskelet og ydervægge og tag opbygges ligeledes som lette trækassetter med træfiberisolering. Det er ambitionen at bruge så mange fornybare materialer som muligt uden at det går udover kvalitet og funktion.

4.5.7.3. Design til adskillelse

Hvis de materialer, vi bygger med, skal kunne genanvendes i andre byggerier i en fremtid, hvor Rosa ikke længere er i drift, er det nødvendigt at materialerne kan skilles ad igen. Derfor er der fokus på at

materialerne og konstruktionerne så vidt muligt samles, så de senere kan tages fra i hinanden. Det betyder at facadeplader f.eks. skrues monteres, så de nemt kan nedtages. Det gør det samtidig nemmere at udskifte enkelte dele, som måtte blive beskadiget i byggeriets levetid.

4.5.8. Relevante Kilder

Udbudsmaterialet til Totalrådgivning, Københavns Kommune
 Byggeprogram, Tyréns og Lendager
 Dispositionsforslag, Tyréns og Lendager
 Projektforslag, Søren Jensen og Lendager
 Bæredygtighedsanalyse, Lendager

4.6. Specialklasserække HAFNIA, Rosenvængets Hovedvej 35

HAFNIA er en specialklasserække ved Skolen på Strandboulevarden til sårbare unge med autismlignende funktionsnedsættelser.

Projektet er afsluttet og indeholdt en mindre ombygning.

Den samlede anlægsbevilling var på 8,4 millioner kroner.

Projektet fik anlægsmidler i oktober 2020 (budget 2021) og mandat fra Borgerrepræsentationen til at arbejde med cirkulær økonomi i maj 2020 (overførselssagen 2019-2020). Der blev ikke givet ekstra finansiering til arbejdet med cirkulær økonomi i dette projekt.

Projektet blev gennemført i Byggeri Københavns strategiske partnerskab Trust svarende til en totalentreprise.

Det centrale cirkulære element i dette projekt var direkte genbrug af eksisterende lokaler og ekstra opmærksomhed i planlægningsfasen på at minimere omfanget af ombygning. Det skete i tæt dialog med brugerne. Der er ikke regnet på CO₂-besparelsen i projektet.



Billede 9: Skolen på Strandboulevarden, som også huser HAFNIA

Oktober (Budget 2020)	2019	Beslutning om planlægningsbevilling
Maj (Overførselssagen 2019-2020)	2020	Mandat til cirkulær økonomi
Oktober (Budget 2021)	2020	Beslutning om anlægsbevilling
4. oktober 2021		ABT-aflevering af projektet

Tabel 8: Vigtige datoer i projektet HAFNIA

4.7. Heerup Skole Kapacitetsudvidelse (HSK), Frederiksgaards Allé 13

Heerup Skole Kapacitetsudvidelse er en ny tilbygning, der skal kunne rumme 40 kategori 4 specialpladser på den eksisterende Heerup Skole for børn med fysiske og psykiske funktionsnedsættelser. Den eksisterende skole er blevet udvidet og helhedsrenoveret med indvielse i efteråret 2019.

Den nye tilbygning bliver på 1.600 m² og skal bygges i forbindelse med den eksisterende skole, og de bærende elementer skal opføres i CLT (Cross Laminated Timber, krydslamineret træ).

Den samlede anlægsbevilling er på ca. 66 millioner kroner. Entreprisen er anslået til mellem 35-40 millioner kroner, og heri indgår en merpris i anlægssummen på 5-10 procent af den samlede anlægsbevilling på grund af kravet om CLT i byggeriet.



Billede 10: Luftfoto af Heerup Skole

Projektet fik planlægningsbevilling i oktober 2019 (budget 2020) og mandat fra Borgerrepræsentationen til at arbejde med cirkulær økonomi i maj 2020 (overførsels-sagen 2019-2020).

4.7.1. Screening

GXN har foretaget en screening af projektet for cirkulær økonomi, som belyste muligheden for at opføre tilbygningen i CLT-elementer sammenlignet med et konventionelt betonbyggeri. Det er på baggrund af denne screening, at kravet om at anvende CLT som de bærende elementer er videreført i projektet.

4.7.2. Udvælgelses- og tildelingskriterier

I udvælgelseskriterierne til totalrådgivningen indgik vurdering af relevant erfaring fra projekter med "Teknisk rådgivning omfattende projekter med bærende konstruktioner i træ, hvor anvendelse af CLT (Cross Laminated Timber) vægtes særligt positivt".

Oktober 2019 (Budget 2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Maj 2020 (Overførselssagen 2019-2020)	Mandat til cirkulær økonomi
Marts 2021	Indgået kontrakt med totalrådgiver
Budget 2022	Beslutning om anlægsbevilling
Ultimo 2022	Forventet hovedentrepriseudbud
April 2024	Forventet aflevering

Tabel 9: Vigtige datoer i projektet Heerup Skole Kapacitetsudvidelse

I tildelingskriterierne blev 'pris' vægtet med 40%, og henholdsvis 'projektorganisation og bemanning' og 'proces' med hver 30%. Ved vurdering af CV'er blev det blandt andet vægtet særligt positivt, hvis de tilbudte nøglepersoner havde erfaringer med projekter med bærende konstruktioner i træ, herunder CLT.

4.7.3. Opgavebeskrivelsen

I opgavebeskrivelsen blev det beskrevet, at projektet er en læringsproces for Byggeri København, og der skal kunne redegøres for positive og negative forhold ved at bygge i træ i forhold til planlægning og udførelse. Herudover skal der udarbejdes en livscyklusvurdering og totaløkonomisk beregning i projektet, der viser forskellen på anvendelsen af CLT i forhold til traditionelle bærende elementer i beton. Yderligere er der stillet krav til, at der skal kunne redegøres for, hvordan de afsatte midler til CLT er anvendt.

4.7.4. Totalrådgiver

I marts 2021 er der indgået totalrådgivningsaftale med CCO Arkitekter, med Øllgaard Ingeniører og Maters og Sted Landskab som underrådgivere. Der forventes udbud af hovedentreprise ultimo 2022, og projektet forventes afleveret (AB18) maj 2024.

4.7.5. Byggeprogram

Københavns Kommune vil gerne fremvise og have erfaringer fra et byggeprojekt, hvor der er anvendt CLT i byggeriet på baggrund af Borgerrepræsentationens beslutning om at fremme den cirkulære økonomi i byggeriet fra den 19. september 2019. Det er derfor besluttet inden totalrådgiverudbud, at den nye tilbygning skal opføres med bærende konstruktioner i CLT.

Målsætningen for tilbygningen til Heerup skole er under projektering og udførsel at identificere og erfare kvaliteten af anvendelsen af CLT som bærende bygningsdel samt at beregne den miljømæssige fordel ved anvendelse af træ i form af CLT.

4.7.6. Projektforslag

Under projekteringen anvendes LCAbyg som beregningsværktøj for livscyklusvurderinger suppleret med LCCbyg til at beregne totaløkonomi.

Der beregnes på varianter inden for råhus, de bærende og ikke bærende bygningsdele. For eksempel er der lavet variantanalyser på forskellige beklædninger af indervægge, som kan overholde de gældende krav til brand og akustik. Projektet skal DGNB-guld certificeres, og beregningerne viser at projektet i præcertificeringen til DGNB, ligger på 9,5 kg CO₂/m²/år.

Projektet er projekteret med fugtsensorer, som skal hjælpe til at detektere fugt på kritiske områder på kritiske tidspunkter i byggeriets udførsel og drift. Sensorerne bliver i driftsfasen koblet til bygningens CTS-system, og leverer en alarm digitalt, hvis bygningen bliver udsat for fugt i det målte område.

Design til adskillelse er en del af projektet, og de bærende elementer er samlet med let tilgængelige bolte og dorne, som gør det muligt at skille det ad igen.

4.7.7. Udførelse

Der er i udbudsmaterialet til hovedentreprenøren skrevet, at entreprenøren skal være med til at evaluere hvilke fordele og ulemper, der har været ved at bygge med CLT. Byggeri København har udarbejdet et ark, hvor blandt andet fugt, brand, akustik, byggetid mv., er en del af evalueringen i den udførende fase.

Sensorerne bliver koblet på CLT-elementerne fra fabrikken, som gør det muligt at måle fugtigheden i træet under levering og under udførsel.

4.7.8. Relevante kilder

Heerup Skole, Cirkulære byggetekniske tiltag, GXN, 20. februar 2020.

Udbudsmaterialet, Byggeri København.

Byggeprogram, Byggeri København, 30. august 2021, Tegnestuen Christensen og Co arkitekter.

Dispositionsforslag, Byggeri København, 30. august 2021, Tegnestuen Christensen og Co arkitekter.

4.8. Botilbuddet Jakob Michaelsens Minde (JMM), Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg

Jacob Michaelsens Minde er en dag- og døgnbehandlingsinstitution for unge i alderen 13-17 år, der har alvorlige og komplekse psykiske lidelser. Institutionen tilbyder også mulighed for såkaldt efterværn (18-23 år) og/eller indskrivning på en midlertidig botilbudsplads efter servicelovens §107 (+18 år). Botilbuddet har 21 døgnpladser.

Projektet indeholder renovering og mindre modernisering. Projektet fik planlægningsbevilling i oktober 2018 (budget 2019) og mandat til at arbejde med cirkulær økonomi i maj 2020 (overførselssagen 2019-2020).

Anlægsudgiften var ved ansøgning om anlægsbevilling i budget 2021 vurderet til 16 millioner kroner. Heri skulle indregnes, at projektet var bevilget op til 5% ekstra til finansiering af indsatser inden for cirkulær økonomi regnet i forhold til den normalt forventede, samlede anlægsbevilling. Det vil sige, at der var afsat ca. 800.000 kr. til cirkulær økonomi.



Billede 11: Hovedbygning på Jakob Michaelsens Minde

4.8.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program)

Rytter Arkitekter udførte bygningssyn og gennemførte projektering af de nødvendige arbejder.

Den indledende tanke i projektet var at have et særligt fokus på cirkulær økonomi og arbejde med bedst mulig materialehåndtering i forhold til affaldshierarkiet. Det vil sige, at der var fokus på en følsom renovering, hvor der skulle gøres en ekstra indsats for at bevare eksisterende bygningskomponenter og for at genbruge materialer. Disse tanker udviklede sig til det arbejde, som er beskrevet nedenfor og i udbuddet af hovedentreprisen.

4.8.2. Udbud i hovedentreprise

Det blev indskrevet som en del af udbuddet til hovedentreprise at der skulle arbejdes med to

udviklingsprojekter i forhold til forskellige metoder til optimeret planlægning og styring af materialeresourcestrømme i forbindelse med renovering og nedrivning. Arbejdet kom i stand i en dialog mellem rådgiverfirmaet Golder Associates, Byggeri København og Teknik- og Miljøforvaltningen i kraft af denne forvaltnings ledelse af det europæiske Horizon 2020-projekt om cirkulær økonomi, Circuit.

Som følge af denne dialog blev det indskrevet i udbudsmaterialet, at Golder Associates havde ansvaret for to delprojekter, der var beslægtet, og som skulle gennemføres parallelt.

Delprojekt 1 handlede om afprøvning af og et bidrag til udvikling af EU's principper for pre-demolition audit (miljø- og ressourcekortlægning), som eventuelt på sigt vil blive til national dansk lovgivning. Afprøvningen skulle indgå som en case i projektet Circuit. Der var allerede som led i Circuit udviklet et foreløbigt koncept for gennemførelse af pre-demolition audits. Konceptet skulle afprøves, og erfaringerne samles op og afrapporteres med henblik på at videreudvikle og optimere konceptet. I forhold til renoveringen af Jacob Michaelsens Minde, var det forhåbningen, at processen ville bidrage til at fremme en bedre udnyttelse af de materialer og ressourcer, som fremkom i forbindelse med projektet.

Delprojekt 2 skulle gennemføres i samarbejde med Miljøstyrelsen og havde til formål at afprøve nye principper for selektiv nedrivning i praksis. Miljøstyrelsen arbejder med at forberede nye nationale regler for selektiv nedrivning, som forventes at træde i kraft i 2023.

I forbindelse med renoveringen af Jacob Michaelsens Minde skulle et forslag, som Miljøstyrelsen havde fået udarbejdet, afprøves i praksis. Målet var dels at fremme en bedre udnyttelse af materialeressourcer i renoveringsprojektet, dels at indsamle vigtig praktisk erfaring fra projektet, der ville kunne bidrage til at sikre, at de kommende nationale regler ville blive så operationelle og hensigtsmæssige som muligt. Følgende dele indgik blandt andet i forslaget:

- Et system (svarende til et kvalitetssikringssystem) hvor alle faser fra forundersøgelser til anmeldelser samles ét sted.

Oktober 2018 (Budget 2019)	Beslutning om planlægningsbevilling
Maj 2020 (Overførselssagen 2019-2020)	Mandat til cirkulær økonomi
Oktober 2020 (Budget 2021)	Beslutning om anlægsbevilling
Januar-februar 2021	Udbud af hovedentreprise
Februar 2021	Underskrevet kontrakt med hovedentreprenør
14. januar 2022	AB18-aflevering af projektet

Tabel 10: Vigtige datoer i projektet Jakob Michaelsens Minde

- Et system baseret på, at der udpeges en person af bygherre, der skal have ansvaret for, at alle forhold vedrørende miljø, affald og ressourcer følges op fra start til slut.
- En miljø- og ressourceplan, i stil med den pre-demolition audit der nævnes ovenfor, hvor der laves en miljøkortlægning samt en plan for håndtering af ressourcer til f.eks. genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse.
- Selektiv nedrivning af bygning, dvs. at den skilles ad under nedrivningen og materialerne kildesorteres på pladsen. Denne del skulle tilpasses Jacob Michaelsens Minde, hvor der ikke blev nedrevet en hel bygning.

4.8.3. Hovedentreprise

Som hovedentreprenør blev valgt Helmer Christiansen. Hovedentreprisen er gennemført og blev afsluttet i januar 2022.

4.8.4. Resultater

I projektet fik Københavns Kommune testet de to tilgange til håndtering af affald. Resultaterne fra projektet indgår i de processer, som samlet set skal føre til bedre håndtering af affald på sigt.

Det væsentligste resultat fra projektet er, ud over det ekstra fokus affald har fået i selve projektet, en større klarhed om, hvilken vej Københavns Kommune og Danmark nationalt kan gå i håndtering af affald og herunder ressourcekortlægning i anlægsprojekter.

Projektets resultater har været med til at give input til Miljøstyrelsen om regulering af selektiv nedrivning. Det forventes at blive lovgivning fra 2023. Projektet har også bidraget til test af europæiske principper for selektiv nedrivning, som kan indgå i den europæiske udvikling på området. Nedenfor gennemgås resultaterne fra de to delprojekter

4.8.4.1. Resultat delprojekt 1: Test af European Predemolition Audit

Golder foreslog en række ændringer til den udgave af konceptet til predemolition audit, som de skulle teste, herunder at der skulle laves en vejledning til, hvordan konceptet skulle bruges, f.eks. information om hvordan den forskellige indsamlede data skulle anvendes, hvilket ifølge Golder ville føre til mere motiveret og dermed bedre dataindsamling. Herudover blev det påpeget at konceptet ville skulle tilpasses nationale juridiske forhold. Og endelig blev det konkluderet at teamet bag ressourcekortlægningen gerne må bestå af et team med forskellige kompetencer for at opnå den bedste værdi. Denne vurdering er afleveret til Københavns Kommunes Teknik- og Miljøforvaltningen, som tager det med i det videre arbejde i projektet Circuit.

4.8.4.2. Resultat delprojekt 2: Test af miljø- og ressourcekoordinator og nedrivningsplan

I projektet har Københavns Kommune afprøvet følgende to forslag fra Miljøstyrelsen til selektiv nedrivning

- Tilknytning af en miljø- og ressourcekoordinator til projektet og
- Udarbejdelse af en nedrivningsplan.

I projektet har man kunne konstatere at miljø- og ressourcekoordinatoren er med til at fremme bæredygtighed og cirkulær økonomi i byggeriet og det gælder blandt andet følgende

- At der bliver skabt synlighed omkring affald og ressourcer, hvilket igen skaber fokus og interesse. Aktørerne i projektet fik større og større interesse for affaldshåndteringen.

- At affald og ressourcer fra byggesagen bliver håndteret som en helhed.
- At der indføres særlige kompetencer omkring håndtering af miljø og ressourcer til projektet.

Synligheden gør det sandsynligt

- At flere fraktioner udsorteres til genbrug eller genanvendelse f.eks. træ konkret i dette projekt.
- At også direkte genbrug bliver registreret.

Nedrivningsplanen, som er det andet forslag fra Miljøstyrelsen, er miljø- og ressourcekoordinatorens vigtigste værktøj til at arbejde struktureret med miljø og ressourcer. Nedrivningsplanen er opbygget, så de oplysninger, der erfaringsmæssigt er vigtige i forbindelse med et nedrivningsprojekt, alle er samlet ét sted.

Der er ofte mange entreprenører på en sag f.eks. nedriver, tømrer, elektriker og VVS'er. Affaldet fra byggesagen bliver ofte ikke opfattet som en helhed, men håndteret af hver enkel entreprenør. Miljø- og ressourcekoordinatoren hjælper til, at affald og ressourcer fra byggesagen bliver håndteret som en helhed, herunder bl.a:

- At containere og fraktioner bliver planlagt.
- At det bliver lavet målrettet prøvetagning af materialerne.
- At det bliver lavet en samlet affaldsanmeldelse.

Opfølgning og kontrol udført af en kompetent medarbejder leder til færre fejl. F.eks. bliver de rigtige prøver planlagt og udtaget fra begyndelsen, og affaldsanmeldelsen bliver udfyldt korrekt.

4.8.5. Pris

Københavns Kommune har betalt 463.500 kr. for to ydelser: 1. Arbejde med de to delprojekter som er beskrevet ovenfor. Det har kostet 418.500 kr. 2. Sammenligning af forskellige tilgange til arbejde med affaldshåndtering herunder især ressourcekortlægning. Det har kostet 45.000 kr. Se nærmere om sammenligningen nedenfor. Til sammen har der været udgifter i projektet svarende til 3% af den samlede anlægssum. Der var oprindeligt afsat 5%.

4.8.6. Mulige næste skridt

Københavns Kommune bad på baggrund af de gennemførte test Ingeniørfirmaet TRE (de to personer som primært arbejdede med projektet hos Golder Associates havde i mellemtiden etableret deres egne virksomhed) om at vurdere, hvilken tilgang, de mente, ville være den relevante at anvende for kommunens bygherrefunktion, Byggeri København. TRE gav følgende vurdering:

“På baggrund af Byggeri Københavns ambitioner og med tanke på at Miljøstyrelsen forventes at indføre krav om implementering af selektiv nedrivning i løbet af 2023, er det TREs anbefaling, at processen omkring systemet selektiv nedrivning bliver implementeret i Københavns Kommune.

“TRE anbefaler, at der til formålet, udarbejdes en 'Københavnmodel', der vil være målrettet de projekter og mål, som er aktuelle for Københavns Kommune. Modellen bør overordnet tage udgangspunkt i EU's principper for Pre Demolition Audit og skal understøttes af en række hjælpeskemaer til ressourcekortlægning.

Det anbefales, at udviklingen af hjælpekemaerne til ressourcekortlægning mere konkret tager udgangspunkt i Miljøprojekt 2006, Ressourcekortlægning af bygninger, april 2018, Miljøstyrelsen, men tilpasses med relevante emnefeltter fra de øvrige systemer og skemaer, herunder bl.a. mere specifikke informationer om nedtagning og opbevaring.”

Miljøstyrelsen skriver i en rapport, Miljøprojekt nr. 2188, februar 2022, der samler op på styrelsens arbejde med at udvikle tilgang til selektiv nedrivning, hvori testen i Jakob Michaelsens Minde også er indgået som element nedenstående, som understøtter TREs vurdering. Her nævnes en virksomhedsordning, som ikke var en del af testen i Jakob Michaelsens Minde. Miljøstyrelsen skriver:

“Det konkluderes, at de tre beskrevne forslag om nedrivningsplaner, miljø- og ressourcekoordinator og virksomhedsordning vil implementere selektiv nedrivning i et samlet system med nedrivningsplanen som omdrejningspunkt. Det anbefales, at der fastsættes krav om de tre forslag. Forslagene er udarbejdet, så der er grundlag for videre diskussion af delelementer i forslagene i samarbejde med branchen frem mod den praktiske implementering af forslagene.

“Det vurderes, at de beskrevne forslag, i højere grad end det er tilfældet i dag, vil sikre, at eksisterende regler omkring korrekt håndtering af byggeaffald overholdes i nedrivningsprocessen.

“Ligeledes vurderes det, at de beskrevne forslag vil føre til, at mere byggeaffald kan anvendes højere oppe i affaldshierarkiet, end det er tilfældet i dag. Her vurderes det, at særligt ressourcekortlægning af bygningen inden nedrivning vil have en effekt. Ressourcekortlægningen bør derfor gøres obligatorisk som en del af nedrivningsplanerne.” (Miljøprojekt nr. 2188, februar 2022, side 8).

4.8.7. Relevante kilder

Jacob Michaelsens Minde, Cirkulære byggetekniske tiltag, GXN, 20. februar 2020.

Udbudsmateriale til udbud i hovedentreprise, Rytter Arkitekter og Byggeri København

Cirkulær økonomi, bilag i udbudsmaterialet, Rytter Arkitekter og Byggeri København

Byggeri København, Jakob Michaelsens Minde, Cirkulære projekter, powerpoint, TRE Ingeniører, juni 2022

Anbefalinger til at fremme bæredygtighed og cirkulær økonomi i byggeriet, TRE Ingeniører, 14. januar 2022

Notat med sammenligning af ressourcekortlægningskemaer, TRE Ingeniører, 15. februar 2022

Ressourcekortlægning af bygninger, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 2006, april 2018 [LINK](#)

Selektiv nedrivning i byggebranchen, Miljøstyrelsen, Miljøprojekt nr. 2188, februar 2022 [LINK](#)

5. Kilder

I dette afsnit er de anvendte kilder præsenteret i rækkefølgen: navnet på forfatter(e), årstal for udgivelse, navnet udgivelsen og eventuelt anden udgivelsesinformation.

Aalborg Portland, Future-Cem. Eksempel: 'Grøn cement'. [Her.](#)

Bocken mfl., 2013. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. Universitetet i Cambridge, udgivet i Elsevier Journal of Cleaner Production, december 2013.

Bygcirkulært.dk, 2019. Partnerskab mellem Gladsaxe Kommune og Gladsaxe Erhvervsby. [Her.](#)

Bæredygtigt Beton Initiativ: [Her.](#)

Cirkulær Økonomi, Frankrigsgade Svømmehal, Rytter Ark Group A/S og Byggeri København, 5. oktober 2022. [Her](#)

Dansk Celleglas. Byggematerialer fremstillet af glasaffald. [Her.](#)

Dansk Standard pr. 1-1/21. DK/EN 206 betonstandard

Det Nationale Forskningscenter, video om arbejdsmiljø og arbejdsmaskiner. [Her.](#)

DK Beton, DK Cirkulær beton. [Her.](#)

Ellen McArthur Foundation, 2013. Towards the Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition.

Europakommissionen, 2008. Affaldshierarkiet. [Her.](#)

Fischer Lighting. Bæredygtig belysning. [Her.](#)

Gates, Bill (2021): How to Avoid a Climate Disaster, Penguin Random House, UK

Giessdoerfer mfl., 2017. The Circular Economy – A new sustainable paradigm? Universitet i Cambridge, udgivet i Elsevier Journal of Cleaner Production, februar 2017.

GXN, 2020. Heerup Skole, Cirkulære byggetekniske tiltag.

GXN og MT Højgaard, 2018. Building a Circular Future 3. Version – 2018. [Her.](#)

Knauf Danmark. Producent og leverandør af gipsplader mm. [Her.](#)

Konietzko mfl., 2020. A Tool to Analyze, Ideate and Develop Circular Innovation Ecosystems. Tekniske Universitet i Delft.

Københavns Kommune, 2016. Miljø i Byggeri og Anlæg. [Her.](#)

Københavns Kommune, Teknik og Miljø Forvaltningen mfl. 2020. Genanvendelse af beton - Sydhavn Genbrugscenter. [Her.](#)

Københavns Universitet, Department of Geoscience and Natural Resource Management. [Her.](#)

Materialepyramiden, 2019. Det Kongelige Akademi (KADK) og Centre for Industrialised Architecture (CINARK). [Her.](#)

Nordea Invest Magasinet, 2021. Gips kan bruges igen og igen. [Her.](#)

Næste.dk. Cirkulær design – og byggevirksomhed. [Her.](#)

OECD, Cement and Steel: Issue Paper. [Her.](#)

Retsinformation.dk. 2020. Bekendtgørelse om affald. [Her.](#)

RGS Nordic, cirkulær konstruktionsbeton. [Her.](#)

Saint Gobain. Leverandør af byggematerialer og – systemer. [Her.](#)

Stark.dk. Gentræ – Løsning til genbrug af træ fra midlertidige konstruktioner. [Her.](#)

Sydhavn Genbrugscenter, rapport. [Her.](#)

Tarpaper Recycling ApS. Genanvendelse af tagpap. [Her.](#)

Teknologisk Institut. [Her.](#)

Træinformation.dk. Træbranchens Viden – og Formidlingscenter. [Her.](#)

Unicon, betonguide. [Her.](#)