

HÅNDBOG I CIRKULÆR ØKONOMI

Byggeri København
Københavns Kommune



4. UDGAVE, 10. FEBRUAR 2022

De største ændringer i 4. udgave i forhold til 3. udgave:

Der er formuleret 17 krav til en række emner inden for cirkulær økonomi, som kan anvendes direkte i udbudsmateriale.

Rønnebo er taget ud som eksempel. Det skyldes, at projektindholdet er ændret og derfor ikke fortsætter ad det spor, som var lagt ud i 3. udgave.

Vidensopsamlingerne i kapitel 4 er opdateret.

Byggeri København modtager gerne kommentarer vedr. indholdet i håndbogen.

Kontakt: Jens Runge, y69d@kk.dk, Anders Østerskov Knudsen, iv94@kk.dk, Malcolm Costigan, js95@kk.dk eller David Groth, ub9s@kk.dk.

1. Byggeri Københavns arbejde med cirkulær økonomi	7
1.1. Introduktion	7
1.2. Cirkulær økonomi gennem DGNB	9
1.2.1. Hvilke projekter?	9
1.2.2. Hvordan?	9
1.2.3. Opfølgning	9
1.3. Cirkulære principper	11
1.3.1. Forklaring til de Cirkulære principper	11
1.4. Cirkulære principper - gennemgang	13
1.4.1. Opstart	13
1.4.2. Mål	16
1.4.3. Strategier	18
1.4.4. Handlemuligheder	19
1.4.5. Opmærksomhedspunkter	22
2. Cirkulære krav	24
2.1. Introduktion	24
2.1.1. Bygherrens udbudsproces i praksis	25
2.2. Krav til seks områder	25
2.2.1. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol	25
2.2.1.1. Ressourcekortlægning - rådgivning - nedrivning, renovering og ombygning	25
2.2.1.2. Stikprøvekontrol af sortering - rådgivning - nedrivning	25
2.2.2. Beton	26
2.2.2.1. Forundersøgelser - rådgivning - nedrivning	26
2.2.2.2. Krav i entrepriseudbud til cirkulering af betonkonstruktioner - rådgivning - nedrivning	26
2.2.2.3. Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton - entreprise - nedrivning	26
2.2.2.4. CE-mærket genanvendt tilslag i beton - entreprise - nybyggeri, ombygning	27
2.2.2.5. Unødigt merforbrug af cement, beton og armeringsstål - rådgivning - nybyggeri, ombygning	27
2.2.2.6. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton	27
2.2.2.7. Tabel 2: Vurdering af økonomi: CE-mærket genanvendt tilslag i beton	28
2.2.3. Gips	28
2.2.3.1. Forundersøgelser - rådgivning - nedrivning	28
2.2.3.2. Krav i entrepriseudbud til sortering af gips - rådgivning - nedrivning og ombygning	29
2.2.3.3. Sortering og afsætning af ren gips - entreprise - nedrivning	29
2.2.3.4. Cirkulær anvendelse af gipsplader - rådgivning - nybyggeri og ombygning	29
2.2.3.5. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Sortering i ren gips	30
2.2.3.6. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren gips	30
2.2.4. Mursten	31
2.2.4.1. Øget genbrug af mursten - rådgivning - nedrivning	31
2.2.4.2. Sortering og afsætning af mursten - entreprise - nedrivning	31
2.2.4.3. Anvendelse af genbrugte mursten - rådgivning - nybyggeri og ombygning	31
2.2.4.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Anvendelse af genbrugte mursten	32
2.2.4.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Nedrivning af mursten	32
2.2.5. Træ	32

2.2.5.1. Afsætning af træ fra nedrivning – entreprise – nybyggeri, ombygning, renovering, nedrivning	32
2.2.5.2. Anvendelse af genbrugt træ til ikke opvarmede bygninger mm. – rådgivning – nybyggeri, ombygning, renovering.....	32
2.2.5.3. Afsætning af byggepladstræ – entreprise – nybyggeri, ombygning, renovering, nedrivning	33
2.2.5.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Genbrug af byggepladstræ	33
2.2.5.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Afsætning af træ fra nedrivning	33
2.2.6. Håndhævelse	33
2.2.6.1. Rådgivning	33
2.2.6.2. Entreprise.....	34
3. Cirkulære muligheder	35
3.1. Glas (vinduer), nedrevet fraktion og nyt materiale	35
3.2. Glasuld, nedrevet fraktion og nyt materiale	35
3.3. Lysarmaturer, nedrevet fraktion.....	36
3.4. Mineraluld, nedrevet fraktion og nyt materiale	36
3.5. Stål, nedrevet fraktion og nyt materiale	36
3.6. Tagpap, nedrevet fraktion	36
3.7. Tagsten, nedrevet fraktion.....	37
4. Byggeri Københavns vidensopsamling fra projekter med cirkulær økonomi.....	38
4.1. Introduktion	38
4.2. Center for diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8	39
4.2.1. Udvælgelseskriterierne	39
4.2.2. Tildelingskriterierne	39
4.2.3. Opgavebeskrivelsen.....	40
4.2.4. Totalrådgivning	40
4.2.5. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program)	40
4.2.6. Dispositionsforslag	40
4.2.7. Projektforslag	41
4.2.8. Myndighedsprojekt – Ansøgning om byggetilladelse	41
4.2.9. Cirkulære principper.....	43
4.2.10. Relevante kilder	43
4.3. Center for Specialundervisning for Voksne (CSV), Ryparken 81	43
4.3.1. Udbud i totalrådgivning.....	43
4.3.2. Totalrådgivning	46
4.3.3. Relevante kilder	46
4.4. Guldberg Skole – De Gamles By (GABYS), Sjællandsgade 38-42 og Edith Rodes Vej 4 og 8	46
4.4.1. Udvælgelseskriterierne	46
4.4.2. Ydelsesbeskrivelsen	47
4.4.3. Opgavebeskrivelsen.....	47
4.4.4. Totalrådgivning	47
4.4.5. Planlægningsfasen (forundersøgelser, idéoplæg og byggeprogram)	47
4.4.6. Byggeprogram	47
4.4.7. Relevante kilder	52

4.5. HAFNIA, Rosenvængets Hovedvej 35	53
4.6. Heerup Skole Kapacitetsudvidelse (HSK), Frederiksgaards Allé 13	53
4.5.1. Screening	54
4.5.2. Udvælgelses- og tildelingskriterier	54
4.5.3. Opgavebeskrivelsen	54
4.5.4. Totalrådgiver	55
4.5.5. Byggeprogram	55
4.5.7. Cirkulære principper	55
4.5.8. Relevante kilder	55
4.7. Jakob Michaelsens Minde (JMM), Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg	55
4.6.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program)	56
4.6.2. Udbud i hovedentreprise	56
4.6.3. Hovedentreprise	57
4.6.4. Relevante kilder	57
4.8. Ketsjersportens Hus (KET), Kløvermarksvej 34	57
4.7.1. Relevante kilder	58
4.9. Karateklub, Frankrigsgade 35 (Ungecenter Sundby Idrætspark)	58
4.8.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og Byggeprogram)	59
4.8.2. Byggeprogram og dispositionsforslag	59
4.8.3. Projektforslag, udbudsprojekt og myndighedsprojekt	60
4.8.4. Udbud i hovedentreprise – tilbudslisten som det aktive værktøj	60
4.8.5. Relevante kilder	60
5. Anvendte kilder	61

1. Byggeri Københavns arbejde med cirkulær økonomi

1.1. Introduktion

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

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

Formålet med denne håndbog er at vise, hvordan man konkret kan arbejde med cirkulær økonomi herunder opsamle den viden om cirkulær økonomi, som Byggeri København er med til at indsamle og skabe gennem sine byggerier.

Byggeri København ønsker at dele sine erfaringer med branchen og på denne måde være med til at bidrage til udviklingen af markedet.

Håndbogen er delt op i fire kapitler.

1. Første kapitel beskriver Byggeri Københavns tilgang til cirkulær økonomi, og hvordan vi arbejder med det i vores byggeprojekter.
2. Andet kapitel er Byggeri Københavns liste med cirkulære krav, som Byggeri København har formuleret med denne fjerde udgave af håndbogen.
3. Tredje kapitel indeholder de muligheder, som Byggeri København er opmærksom på, men som endnu ikke er formuleret som krav.
4. Fjerde del er Byggeri Københavns erfaringsopsamling fra projekter, der arbejder med cirkulære tiltag.

Københavns Kommunes Borgerrepræsentation besluttede den 19. september 2019, 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.

Endelig besluttede Københavns Kommunes Økonomiudvalg den 23. februar 2021, at cirkulær økonomi skulle håndteres gennem DGNB-systemet. Det blev besluttet, hvordan det kunne sikres, at alle projekter arbejder med cirkulær økonomi samtidig med, at enkelte udvalgte projekter skulle have et øget særskilt fokus på cirkulær økonomi. Beslutningen om at håndtere cirkulær økonomi gennem DGNB sikrer, at Københavns Kommune fremadrettet arbejder målrettet med cirkulær økonomi i alle sine nye projekter, og det særligt øgede fokus i nogle projekter sikrer, at vi bidrager til udviklingen.

DGNB-systemet er den overordnede ramme for arbejdet og gør det muligt at screene vores projekter for muligheder inden for cirkulær økonomi og kommunikere denne screening, det løbende arbejde og resultaterne gennem DGNB's kriterier og indikatorer med tilhørende pointsystem.

I en form for dialog med DGNB-systemet og i et forsøg på at konkretisere, hvad cirkulær økonomi er, og hvordan der kan arbejdes med det, har Byggeri København opstillet 29 principper i denne håndbog. Målet er at styrke dialogen og udviklingen af markedet for cirkulær økonomi.

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

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

Byggeri København har som strategisk mål at bygge billigere. Det betyder, at Byggeri København er opmærksom på konsekvensen for byggeriets pris ved at indarbejde nye krav til bæredygtighed herunder krav til cirkulær økonomi. Derfor er det afgørende, at der er et klart mandat fra politikerne til at arbejde med potentielt fordyrende tiltag. Mandatet er også vigtigt, fordi arbejdet med cirkulær økonomi sker i et umodent marked, og fordi prissætning af kravene derfor er usikker. Byggeri København ønsker på sigt, og i takt med at markedet modnes, at håndtere arbejdet med cirkulær økonomi på planlægningsstadiet uden, at der er behov for et eksplicit mandat.

Endelig ønsker Byggeri København at fremme anvendelse af designværktøjer, som styrker cirkulær økonomi herunder det nationalt anerkendte værktøj til livscyklusanalyser, LCA-byg, og materialepas, som på sigt skal være med til at give den grundlæggende væsentlige information til at håndtere materialer på vejen gennem deres livscyklus.

1.2. Cirkulær økonomi gennem DGNB

I forbindelse med Økonomiudvalgets beslutning i februar 2021 præciserede Byggeri København tilgangen til cirkulær økonomi gennem DGNB. DGNB indeholder et stort antal kriterier og indikatorer, hvor der er større eller mindre elementer af cirkulær økonomi. Derfor har Københavns Kommune afgrænset antallet ved at udpege otte kriterier med relevante underkriterier (indikatorer), som der skal være ekstra fokus på i arbejdet med cirkulær økonomi. De er oplistet på side 10. Nedenfor gennemgås hvilke projekter, der skal arbejde med cirkulær økonomi og hvordan.

1.2.1. Hvilke projekter?

Kravet til cirkulær økonomi gennem DGNB gælder alle projekter i Københavns Kommune, som har fået og får midler til planlægningsfasen, dvs. idéoplæg og byggeprogram, fra og med budget 2021.

1.2.2. Hvordan?

Projekterne fastlægger point i de udvalgte kriterier og indikatorer i samarbejde med Byggeri Københavns specialister inden for cirkulær økonomi. Det skal gøres i den relevante matrix fra DGNB-systemet.

Projektet skal herunder inden for projektets økonomiske ramme implementere flest mulige af de cirkulære elementer, som løbende er udviklet i arbejdet med cirkulær økonomi, og som for de flestes vedkommende vil fremgå af denne håndbog.

Projekter, som *ikke* skal DGNB-certificeres, følger de samme kriterier i DGNB-systemet og den samme proces med tildeling af point. Dette angiver ambitionsniveauet i projektet for arbejdet med cirkulær økonomi, men fører ikke til en certificering. Pointgivningen foretages i samarbejde mellem projektleder eller projektchef, rådgiver og Byggeri Københavns specialister i cirkulær økonomi.

Herudover skal der i enkelte udvalgte projekter arbejdes med et særsomt øget fokus på cirkulær økonomi for at sikre løbende udvikling af området. I disse projekter gives der også point i de udvalgte kriterier, og i disse projekter vil der sandsynligvis skulle afsættes ekstra midler til cirkulær økonomi. Det kan både være projekter som DGNB-certificeres og projekter som ikke certificeres. Byggeri Københavns projektleder eller projektchef vil vide, om projektet er omfattet af et særsomt øget fokus.

Det er Byggeri København, der i forbindelse med kommentering af budgetnotater til planlægningsbevillinger vurderer, om et projekt skal arbejde med et særsomt fokus på cirkulær økonomi. Det vurderes ud fra projektets karakter og muligheder for at kunne bidrage til området. Det er denne håndbog, som er grundlaget for vurderingen. Vurderingen præsenteres i ansøgningen om planlægningsbevilling for Københavns Kommunes Borgerrepræsentation 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 cirkulær økonomi.

Eventuel ekstra finansiering til indsatsen for cirkulær økonomi vurderes som et led i planlægningsfasen, og der søges om den ekstra finansiering i anlægsbevillingen.

1.2.3. Opfølgning

Det er et politisk ønske i Københavns Kommune, at der årligt følges op på, hvilket niveau i DGNB, der opnås i de enkelte byggeprojekter, hvad angår cirkulær økonomi. Derfor skal følgende leveres i hvert byggeprojekt:

- Hvis der laves DGNB-certificering, skal vurderingen af de otte kriterier indgå som en del af den samlede matrix og afleveres ved hvert faseskift fra byggeprogram til aflevering.
- Hvis der *ikke* laves DGNB-certificering, skal projektet ved hvert faseskift fra byggeprogram til aflevering aflevere excelarket *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*, som indeholder de relevante cirkulær økonomi-kriterier. Det skal bestemmes fra starten af projektet, hvornår der skal indsendes dokumentation på de enkelte kriterier og indikatorer.

De udvalgte kriterier

De otte kriterier, som er oplistet nedenfor, har Byggeri København vurderet, er de vigtigste til at understøtte cirkulær økonomi. De fremgår af *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*.

Der stilles generelt ikke krav om minimumspoint i kriterierne ud fra en betragtning om, at cirkulær økonomi er så tidlig i sin udvikling, at det ikke giver mening at låse bestemte kriterier og indikatorer frem for andre. Der er dog enkelte undtagelser, og her fremgår pointene af *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB*.

Der henvises generelt til DGNB-systemet og den til enhver tid gældende manual for mere information om de enkelte kriterier.

Alle kriterierne nedenfor med de indikatorer, som er medtaget i *Københavns Kommunes miljøkrav til DGNB* skal vurderes.

- 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 Fleksibilitet og tilpasningsevne
- Kriterie TEC1.6 Nedtagning og genanvendelse

1.3. Cirkulære principper

For at strukturere arbejdet med prioritering af cirkulær økonomi, i dialog med DGNB-systemet, i det enkelte byggeprojekt, har Byggeri København lavet oversigten *Cirkulære principper* side 12. 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 er en retningspil for det enkelte projekt, og det er sammen med DGNB, Byggeri Københavns grundlag for at træffe beslutninger på tværs af sin portefølje om cirkulær økonomi.

1.3.1. 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 mere grundigt.

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 brug af CO₂ og 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 de konkrete cirkulære løsninger er uopprøvede 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.

1.4. Cirkulære principper – gennemgang

Nedenfor gennemgås hvert enkelt af de 29 principper nærmere.

1.4.1. Opstart

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

Hvis der er afsat en økonomi på forhånd til cirkulær økonomi, så er dette en del af prioriteringen. Hvis der ikke er afsat økonomi til projektet, så er de otte udvalgte kriterier i DGNB-systemet med til at prioritere arbejdet med cirkulær økonomi.

Ambition

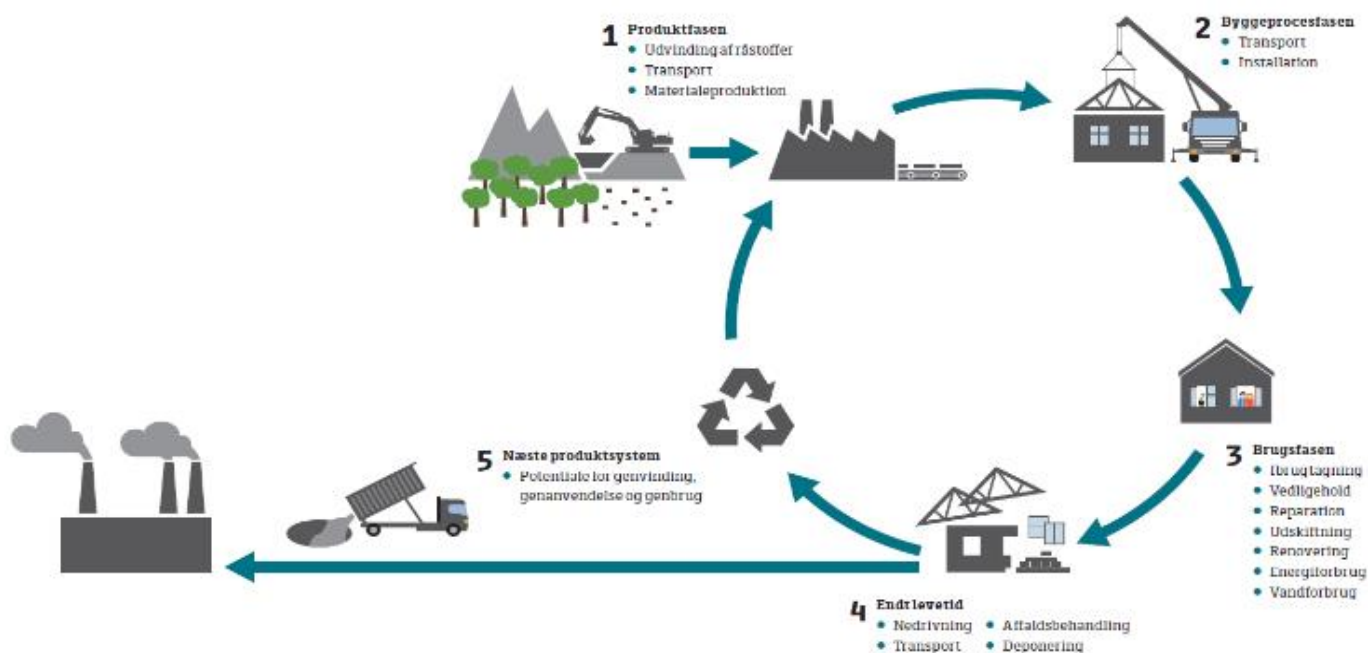
Sæt et ambitionsniveau, der styrker og udvikler markedet.

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

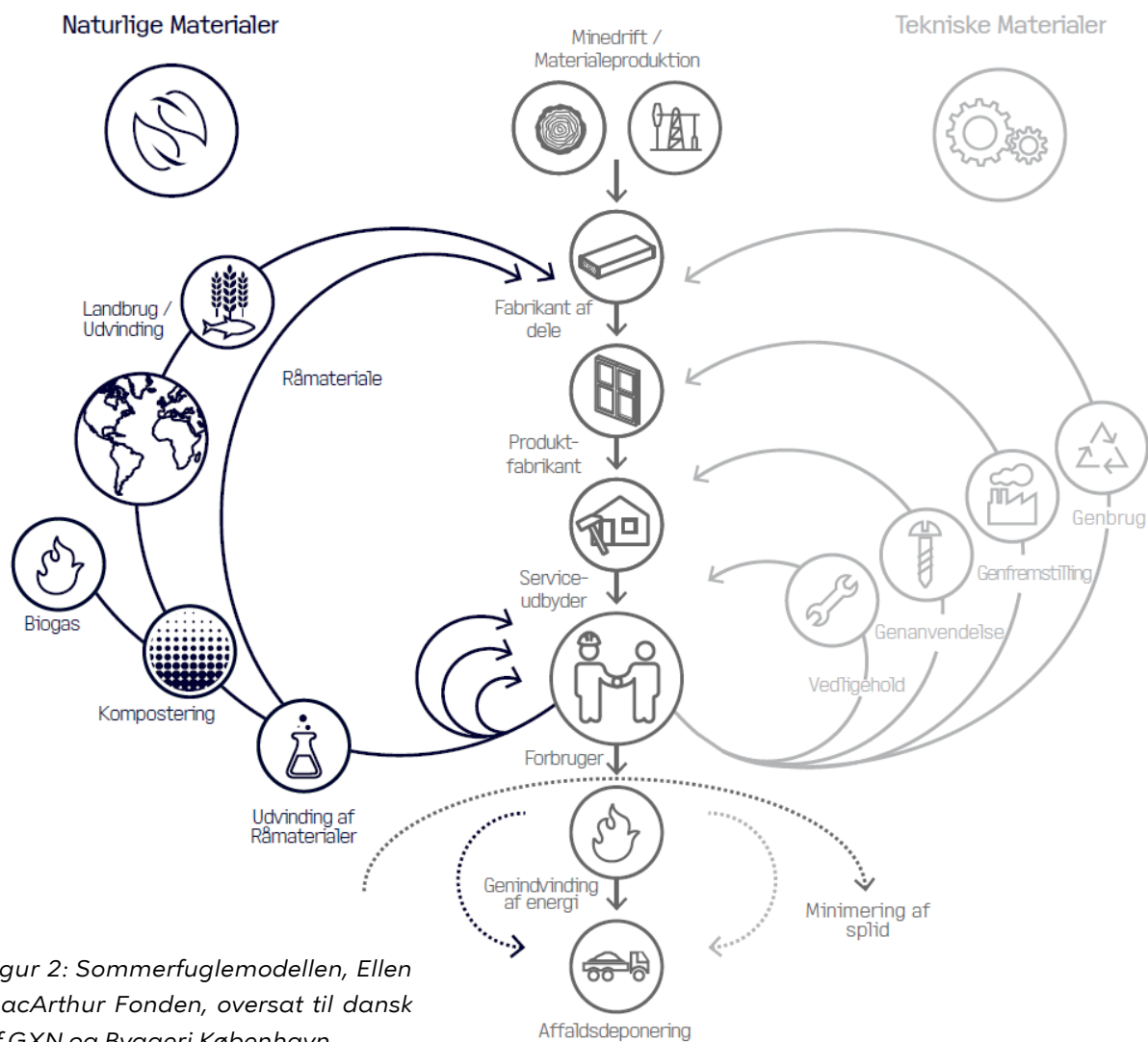
Ambitionen kan fastsættes ud fra pointniveauet i de otte udvalgte kriterier i DGNB og ét eller flere af de 29 principper i oversigten, for eksempel multifunktionel brug af de byggede m², et mindre forbrug af materialer eller at arbejde med specifikke cirkulære materialer og produkter.

Ud over de cirkulære principper er Byggeri Københavns vidensopsamling på cirkulære projekter side 38 et godt sted at hente inspiration til at sætte ambitionen i byggeprojektet.

Man kan også inddrage de nedenstående fire figurer i sit projekt for at få inspiration og viden i forhold til at sætte et ambitionsniveau.



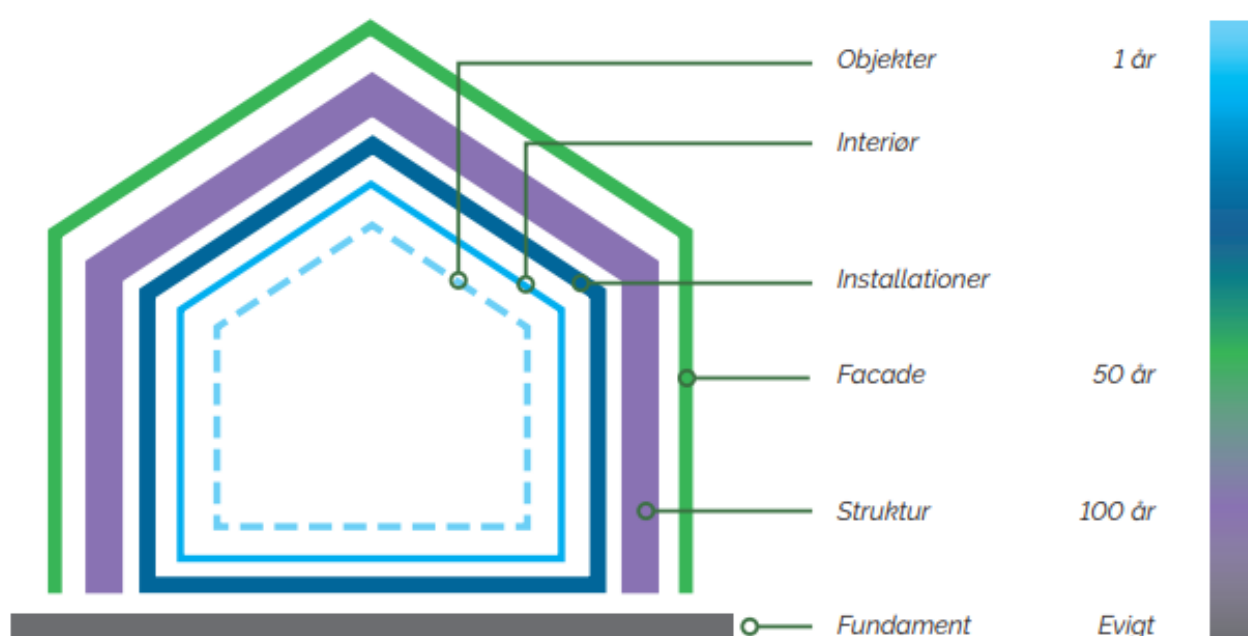
Figur 1: Introduktion til LCA på Bygninger, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2016).



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.



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. Materialepyramiden adresserer miljøpåvirkningen pr. m³ eller pr. kg. fra forskellige typer materialer som aluminium, træ og tegl. 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.

I forbindelse med fastsættelsen af ambitionsniveauet skal det også vurderes, hvor mange point, der skal gives i 8 udvalgte kriterier i DGNB-systemet se afsnit 1.2.

1.4.2. Mål

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.

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.

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 og 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.

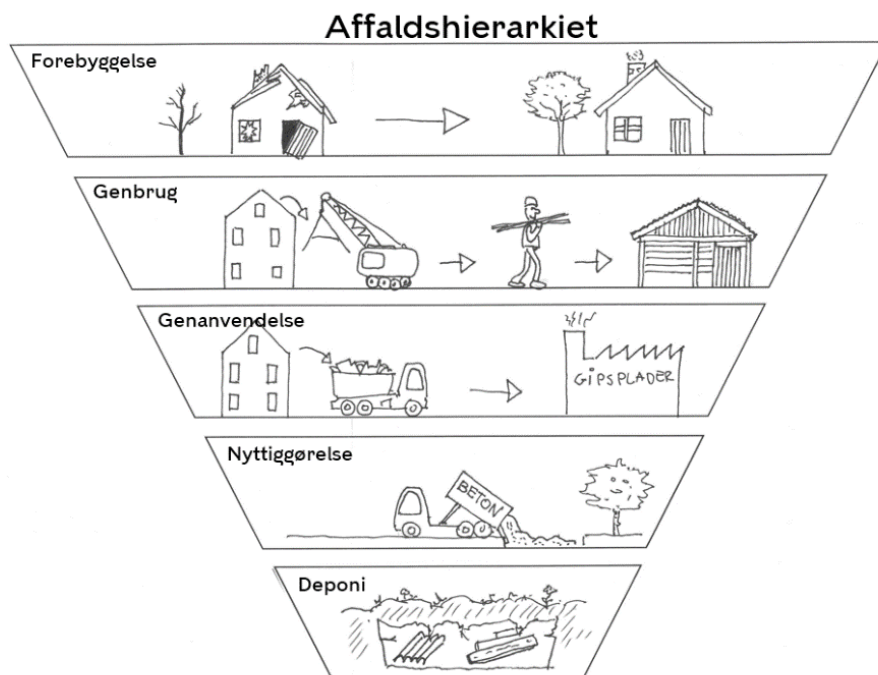
Genanvendelse

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.

1.4.3. Strategier

Mindreforbrug

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

Et mindre forbrug af ressourcer skal forstås som muligheden for at bygge den efterspurgte funktion med færre ressourcer og mindre energi, for eksempel ved brug af lette konstruktioner eller eldrevne maskiner på byggepladsen. Ligeledes er det et mindreforbrug af ressourcer, når den samme 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 har de bedste vilkår for at stå tomme så lidt som muligt.

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.

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

Viden

Styrk produkter, beslutninger og processer med dokumentation og ressourcekortlægning.

Brug 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.

1.4.4. Handlemuligheder

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 bygherren 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.

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.

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.

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 for adskillelse er central her.

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 for adskillelse og selektiv nedrivning er centrale her.

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.

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.

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.

Sikkerhed

Oprethold sikkerhedsprocedurer for at håndtere alle faser af bygningens liv.

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

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.

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 dem til forskellige modtagerstationer til at være en leverandør af materialer til materialeindustrien. Det kræver sandsynligvis nedrivning, pakning og transport på andre måder end den almindelige praksis.

Incitament

Skab positivt økonomisk afkast for alle parter i forsyningskæden.

Gør det synligt for markedet, at implementering af cirkulær økonomi er til markedets fordel. Gør det ligeledes synligt for hele samfundet og vis, at det har en positiv effekt på miljøet. Dokumentér så vidt muligt resultaterne. Dette kan blandt andet opgøres, som x kg CO₂ sparet for x kr., i modsætning til en konventionel løsning.

Service

Tænk i nye services og ejerformer frem for nye produkter.

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

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.

Kontakt Byggeri København for mere information om vores eksisterende samarbejder.

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

1.4.5. Opmærksomhedspunkter

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 som Realdania.

Byggeri København deltager i post. doc-projekt om ikke-bærende skillevægge sammen med Saint Gobain.

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.

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 byggereløse.

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

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 allerede i de tidlige planlægningsfaser.

Skalerbarhed

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

Vær opmærksom på, at 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 mursten skal anvendes som facade.

2. Cirkulære krav

2.1. Introduktion

Dette kapitel indeholder krav til cirkulær økonomi, som Byggeri København har forberedt til, at de kan tilføjes i udbudsmaterialet direkte. Kravene tager udgangspunkt i det, som Byggeri København i 3. udgave af håndbogen kaldte lavthængende frugter. I kapitel 3 er oplistet en række yderligere muligheder, som endnu ikke er formuleret som krav.

Kravene i dette kapitel er krav, hvor Byggeri København har vurderet, at det er sandsynligt, at vi med relativt få midler kan opnå gode CO₂- og råstofbesparelser, og at det er muligt at opfylde kravet, sådan som branchen ser ud i dag.

Ambitionen med kravene er, at vi kan stille dem generelt i vores byggeprojekter, men for det første skal der altid foretages en vurdering og en tilpasning i forhold til økonomien i det konkrete projekt, og for det andet vil der være 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.

For at kunne vurdere økonomien, arbejder vi med den såkaldte grønne merpris, på engelsk Green Premium¹, og formålet er 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 på 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 høj grad projektspecifikke og kan ikke bestemmes på forhånd. Det gælder f.eks. pladsen på byggepladsen. Måske skal en container til affald placeres på offentlig vej, hvor der måske skal betales leje.

Det er et opmærksomhedspunkt, at hvis tildelingskriteriet er billigste pris, kan nogle af kravene være udfordret fra starten. Dette skal derfor tages med i vurderingen af mulighederne ved cirkulær økonomi.

I denne udgave præsenterer Byggeri København krav til seks områder:

1. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol
2. Beton
3. Gips
4. Mursten
5. Træ
6. Håndhævelse

Byggeri København har udarbejdet kravene gennem dialog med markedet herunder affaldshåndteringsanlæg, nedrivnings- og bygningsentreprenører og leverandører. Byggeri København ønsker løbende at udbygge og forbedre listen af krav i dialog med branchen og modtager gerne kommentarer.

¹ Udtrykket er hentet fra Bill Gates bog *How to Avoid a Climate Disaster* (2021)

2.1.1. Bygherrens udbudsproces i praksis

Kravene kan bruges på tværs af alle projekter. Som bygherre kan du gøre følgende for at komme videre:

1. Læs dette kapitel 2, og se hvilke muligheder, der kan være relevante i dit projekt.
2. Vurder økonomien nærmere vedrørende de enkelte krav eventuelt sammen med din rådgiver. Tag, hvad angår økonomien, udgangspunkt i tabellerne i kravlisten.
3. Tal med din udbudsjurist om mulighederne for at få det med i udbuddet eller på anden måde indarbejde det i projektet.
4. Lav en prioritering af hvilke krav, du vil have med.
5. Sæt proces i gang med at indarbejde kravene.

2.2. Krav til seks områder

Præsentationen nedenfor indeholder en kort motivation for at bruge kravene. Hvert område og hvert krav herunder har sin egen overskrift. Desuden indeholder hvert område bortset fra ressourcekortlægning, stikprøvekontrol og håndhævelse to tabeller, som hjælper til at vurdere økonomien knyttet til kravene. Teksten i kursiv er selve kravteksten og er til at sætte direkte ind i udbudsmaterialet.

I et bygherrerådgiverudbud eller et udbud til totalrådgivning kan *Håndbog i cirkulær økonomi* vedlægges som bilag, og der kan blive refereret til de relevante krav fra ydelsesbeskrivelsen. I udbud til hovedentreprise og til totalentreprise kan de relevante krav klippes ud og sættes direkte ind i udbudsmaterialet. F.eks. kan krav om afsætning og sortering af fraktioner klippes ind i arbejdsbeskrivelsen for nedrivning, og krav til beton klippes ind i arbejdsbeskrivelsen for beton.

2.2.1. Ressourcekortlægning og stikprøvekontrol

Det er grundlæggende vigtigt, at bygherren er opmærksom på, at ressourcekortlægning i forbindelse med hel eller delvis nedrivning er en afgørende faktor for at fremme cirkulær økonomi. Det er også vigtigt, at der bliver fulgt op på de gode intentioner. Derfor har Byggeri København formuleret de følgende to krav.

2.2.1.1. Ressourcekortlægning – rådgivning – nedrivning, renovering og ombygning

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 bygherren med henblik på at sikre en genkendelig tilgang på porteføljeniveau hos bygherren.

Kravet dokumenteres med en gennemført ressourcekortlægning.

2.2.1.2. Stikprøvekontrol af sortering – rådgivning – nedrivning

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 skal præciseres i udbudsmateriale til entreprise, hvor der indgår nedrivning.

Kravet dokumenteres gennem udbudsmaterialet.

2.2.2. 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.

2.2.2.1. Forundersøgelser - rådgivning - nedrivning

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 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.

2.2.2.2. Krav i entrepriseudbud til cirkulering af betonkonstruktioner - rådgivning - nedrivning

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.

2.2.2.3. Sortering og afsætning af ren konstruktionsbeton - entreprise - nedrivning

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

2.2.2.4. CE-mærket genanvendt tilslag i beton – entreprise – nybyggeri, ombygning

Entreprenøren skal sikre, at al passiv sætmålsbeton $\leq C35/45$ indeholder 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.

2.2.2.5. Unødigt merforbrug af cement, beton og armeringsstål – rådgivning – nybyggeri, ombygning

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri 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 kravet.

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

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Tid til selektiv nedrivning vil normalt forlænge tidsplanen.	Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.
For at lave relevant antal prøver, som er af en kvalitet, som entreprenøren, affaldshåndteringsanlæg 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.	Flere prøver koster mere.
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.	Merpris for rensning og eventuel tredjemandsverifikation af kvaliteten af rensningen.
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	Rensning ved sandblæsning af mere end det øverste lag på 1-2 mm er dyrt. Eventuel merpris for stålgrit.

sandblæsning bør undersøges og vurderes i forhold til miljøbelastning. Stålgrit er et alternativ. Metallet bliver slidt efterhånden og resten smeltes om. Der bruges ofte underentreprenører til dette arbejde. Opmærksomhed på vand og miljøforhold ved rensning.	
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.	Kan kræve ekstra ressourcer.
Opmærksomhed på eventuel pladmangel på byggepladsen.	Leje af f.eks. offentlig vej kan kræve ekstra økonomi.

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

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Mulighed og overvejelse vedr. at undgå overdimensionering af betonkonstruktioner kan være meget tidskrævende for rådgiver og entreprenør, da det ikke er anset som 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.

2.2.3. Gips

Partnerskabet for Cirkulært Gips har skønnet, at den totale mængde årlige gipsaffald i Danmark er omkring 140.000 tons. Det svarer til ca. 4 millioner kvadratmeter gipsvæg, som går til spildevand om året, hvis man forudsætter, at 1 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.

2.2.3.1. Forundersøgelser - rådgivning - nedrivning

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

tilstedeværelse af asbest. Rådgiver kan søge rådgivning hos affaldsmotageranlæggene med henblik på hensigtsmæssig håndtering af gipsen.

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

Kravet dokumenteres ved forundersøgelserne.

2.2.3.2. Krav i entrepriseudbud til sortering af gips – rådgivning – nedrivning og ombygning

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.

2.2.3.3. Sortering og afsætning af ren gips – entreprise – nedrivning

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 indeholde materiale, som ikke kan indgå i nye gipsplader, f.eks. gipsplader med fibre i, herunder asbestfibre.

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.

2.2.3.4. Cirkulær anvendelse af gipsplader – rådgivning – nybyggeri og ombygning

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

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 bygherren 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.

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

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Tid til selektiv nedrivning vil normalt forlænge tidsplanen.	Forlængelse af tidsplanen vil normalt fordyre projektet. Tidlig italesættelse kan være med til at bringe prisen ned.
For at lave relevant antal prøver, som er af en kvalitet, som nedrivningsentreprenør, affaldshåndteringsanlæg 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 indhold af 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 ift. container til anden 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 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?

2.2.3.6. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Sortering og afsætning af ren gips

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

2.2.4. 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. Der er umiddelbart to kendte producenter i dag: Gamle Mursten i Svendborg og Gamle Mursten Nord i Brønderslev.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til mursten.

2.2.4.1. Øget genbrug af mursten - rådgivning - nedrivning

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

2.2.4.2. Sortering og afsætning af mursten - entreprise - nedrivning

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

Entreprenøren skal sikre, at den procentdel mursten som er forudsat i entrepriseudbuddet 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 genanvendelse, 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.

2.2.4.3. Anvendelse af genbrugte mursten - rådgivning - nybyggeri og ombygning

Byggeri København ønsker at nedbringe udledningen af CO₂ og anvendelsen af råstoffer i forbindelse med nybyggeri eller 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.

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

Dokumentationen er projektmaterialet og eventuelt i oplæg til beslutning.

2.2.4.4. Tabel 1: Vurdering af økonomi: Anvendelse af genbrugte mursten

Opmærksomhedspunkter	Økonomi
Genbrugte mursten kan koste mere end nye mursten afhængigt af kvalitet.	Priser fremgår f.eks. af Gamle mursten i Svendborgs hjemmeside.

2.2.4.5. Tabel 2: Vurdering af økonomi: Nedrivning af mursten

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

2.2.5. 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 af nedrevet træ, eller hvis det bruges som byggepladstræ af genbrugt byggepladstræ. I Københavns Kommune er der opført et skur af genbrugte materialer på Holberg Skolen med træ fra en nedrivning på Oehlenschlägersgades Skole.

Byggeri København har formuleret nedenstående krav til træ.

2.2.5.1. Afsætning af træ fra nedrivning - entreprise - nybyggeri, ombygning, renovering, nedrivning

Bygherre ønsker at fremme, at træ fra nedrivning udnyttes som forberedt til genbrug.

Entreprenøren skal sikre at tømmer, som kan forberedes til genbrug og som skal nedrives, afleveres til affaldshåndteringsanlæg eller anden modtager herunder til entreprenøren selv, som sikrer, at træet kan genbruges eller forberedes til genbrug i hele stykker, fremfor at genanvendes til f.eks. spånplader eller nyttiggøres til energi.

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

Sorteringen skal dokumenteres med angivelse af mængder af det tømmer, som er nedrevet og afleveret til modtager og angivelse af mængder, som er forberedt til genbrug, genanvendt og nyttiggjort.

2.2.5.2. Anvendelse af genbrugt træ til ikke opvarmede bygninger mm. - rådgivning - nybyggeri, ombygning, renovering

Byggeri København ønsker at fremme anvendelsen af genbrugte materialer, herunder træ.

Rådgiver skal vurdere, om det er hensigtsmæssigt i projektet at opføre ikke opvarmede bygninger, lave fast inventar eller lignende i genbrugte byggematerialer.

Kravet dokumenteres med oplæg til beslutning hos bygherren og efterfølgende gennem projekterings- og udbudsmaterialet.

2.2.5.3. Afsætning af byggepladstræ - entreprise - nybyggeri, ombygning, renovering, nedrivning

Bygherre ønsker at fremme anvendelsen af genbrugte materialer, 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.

2.2.5.4. Tabel 1: 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.
Tidsplanen skal måske forlænges afhængigt af projekt. Denne løsning vurderes dog umiddelbart ikke at have indvirkning på projektets tidsplan.	

2.2.5.5. Tabel 2: 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 til ressourcekortlægning.
Hvis træet skal pilles ned i lange stykker, er processen mere krævende.	Ekstra ressourcer til nedrivningsentreprenør.

2.2.6. Håndhævelse

For at sikre håndhævelse af kravene til de fem områder, som er præsenteret ovenfor, er også medtaget krav til håndhævelse.

2.2.6.1. 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 dette.

2.2.6.2. Entreprise

Hvad krav til entreprenører angår, er det nok ikke muligt at bevise et økonomisk tab, såfremt ydelsen ikke leveres. Af denne grund er en bod en praktisk løsning. Her er kunsten at sikre, at boden er større end entreprenørens økonomiske gevinst ved manglende opfyldelse af kravet.

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 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 genanvendt, 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 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.

3. Cirkulære muligheder

Dette kapitel indeholder en række små introduktioner til en række yderligere muligheder inden for cirkulær økonomi, som kan undersøges nærmere, og hvor der for en række områder også vil kunne formuleres krav til udbudsmaterialet. Det er Byggeri Københavns ønske at arbejde videre med dette i kommende udgaver af håndbogen.

3.1. Glas (vinduer), nedrevet fraktion og nyt materiale

Resumé	Glas smeltes ved cirka 1400-1500 grader og kræver derfor meget energi. Det skal yderligere undersøges, hvorvidt vinduer består/kan bestå af nedknust glas. Nedknust glas kan gå ind i produktionen af glasuld og lecasten. VELFAC 2000 er et eksempel på en serie af vinduer, der er designet til adskillelse og må derfor forventes at have en nemmere genanvendelighed.
Mulige mål	Det undersøges, hvorvidt der findes glas på markedet, der er mere miljøvenlige end andre. Glas skal ved nedrivning, sorteres og sendes til genanvendelse så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.
Cirkularitet	Glas og vinduer kan indgå i produktionen af glasuld og lecasten. Glas kan ligeledes knuses og ende som glasaffald, hvor glasaffald genanvendes i flere former for produkter som flasker og sylteglas og i fiberglas/celleglas som aggregat.

3.2. Glasuld, nedrevet fraktion og nyt materiale

Resumé	Ny glasuld indeholder en genanvendelsesprocent på op til 90% af rensset knust glas. Glasuld smeltes ved 1500 grader ved brug af jomfruelige ressourcer og ved 1200 grader med brug af genanvendte glasfraktioner, som bl.a. glasskår. Glasuld genanvendes som materiale i lecasten, ellers deponeres det.
Mulige mål	Undgå brug af glasuld medmindre det er højst nødvendigt eller med mindre, en LCA- og LCC-analyse kan bevise, at det giver mening at bruge glasuld, eller det fremgår, at glasulden laves med grøn energi, og at den som minimum kan genanvendes til f.eks. lecasten bagefter. Vær opmærksom på, at der skal tages højde for skimmelsvamp, når der ikke bruges glasuld eller stenudd. Alternativer til glasuld bør undersøges.
Cirkularitet	Glasuld består af op til 90% genanvendt rensset glas/glasskår. Den købes som ny glasuld. Glasuld kan recirkuleres, men det kræver en bearbejdning for at indgå som ressource i lecasten.

3.3. Lysarmaturer, nedrevet fraktion

Resumé	Det bør undersøges ved nedrivning, hvorvidt lysarmaturer kan genbruges direkte eller forberedes til genbrug. Undersøg ligeledes, om eventuelt nye lysarmaturer kan indeholde genanvendelse eller være genbrugte.
Mulige mål i byggeprojektet	Stil krav om direkte genbrug eller forberedelse til genbrug af eksisterende lysarmaturer, jf. affaldshierarkiet.
Cirkularitet	Nedrevne lysarmaturer kan sendes til genbrug eller forberedelse til genbrug og derved forlænge deres levetid.

3.4. Mineraluld, nedrevet fraktion og nyt materiale

Resumé	Ny mineraluld fra f.eks. Rockwool indeholder en høj andel af genanvendt mineraluld. Energiforbruget ved produktionen af mineraluld er højt, da materialet smeltes ved 1450 grader. Dog er energikilden selvfølgelig relevant at tage med i betragtningen.
Mulige mål	Undgå brug af mineraluld medmindre, det er højst nødvendigt eller med mindre, en LCA- og LCC-analyse kan bevise, at det giver mening at bruge mineraluld eller med mindre, producenterne kan fremvise, at mineraluld udleder en mængde CO ₂ , som er acceptabelt f.eks. ved brug af grøn energi. Vær opmærksom på, at der skal tages højde for skimmelsvamp, når der ikke bruges mineraluld. Alternativer til mineraluld bør undersøges.
Cirkularitet	Købes som ny mineraluld, f.eks. Rockwool. Mineraluld kan recirkuleres, men dette kræver en gensmeltning af ulden, hvilket kræver energi.

3.5. Stål, nedrevet fraktion og nyt materiale

Resumé	Det er oplagt at arbejde med direkte genbrug af stål, da produktionen og smeltningen kræver meget energi. Stål indeholder generelt høje mængder af genanvendt stål, men skal stadig smeltes og formes. Der skal dog være opmærksomhed på, om markedet overhovedet har nok stål til, at genbrug er relevant. Byggeri København deltager i Business-Reuse-projektet, hvor genbrug af stål er i fokus sammen med beton og træ.
--------	---

3.6. Tagpap, nedrevet fraktion

Resumé	Tagpap kan genanvendes som CE-mærket fyld i asfalt og sparer op til 60 kg CO ₂ pr. ton produceret asfalt. Vær opmærksom på lang transportafstand til modtager.
--------	---

Mulige mål	Al nedreven tagpap skal sendes til CE-mærket genanvendelsestilslag i asfalt.
------------	--

3.7. Tagsten, nedrevet fraktion

Resumé	Det bør overvejes at genbruge tagsten ved renovering. Der vil eventuelt være erfaringer fra projektet i Gladsaxe, Tobaksvej 6. Der genbruges tagsten på næste-skuret f.eks. på Holberg Skole i Københavns Kommune.
--------	--

Mulige mål	Genbrug af tagsten i renoveringsprojekter. Undersøge muligheden for at bruge genbrugte tagsten fra andet byggeri. Samarbejde med relevante aktører for at bidrage til at få CE-mærkede genbrugte tagsten.
------------	---

4. Byggeri Københavns vidensopsamling fra projekter med cirkulær økonomi

4.1. Introduktion

I dette afsnit præsenterer Byggeri København sin viden fra de 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. Botilbuddet Rønnebo er taget ud, fordi indholdet i projektet er ændret.

4.2. Center for diabetes (CfD), Hans Kirks Vej 8	39
4.3. Center for Specialundervisning for Voksne (CSV), Ryparken 81.....	43
4.4. Guldberg Skole – De Gamles By (GABYS), Sjællandsgade 38-42 og Edith Rodes Vej 4 og 8	46
4.5. HAFNIA, Rosenvængets Hovedvej 35	53
4.6. Heerup Skole Kapacitetsudvidelse (HSK), Frederiksgaards Allé 13	53
4.7. Jakob Michaelsens Minde (JMM), Aggershvile Allé 1, 2942 Skodsborg	55
4.8. Ketsjersportens Hus (KET), Kløvermarksvej 34	57
4.9. Karateklub, Frankrigsgade 35 (Ungecenter Sundby Idrætspark)	58

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

Center for Diabetes er et byggeri til mennesker med diabetes, som 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 102,6 millioner kroner. Entreprisensummen er anslået til 70 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 er udbudt i totalrådgivning og skal efterfølgende udbydes i hovedentreprise.



Figur 6: Maskinhuset som skal nedrives selektivt i forbindelse med opførelsen af Center for Diabetes. Set fra Hans Kirks Vej.

4.2.1. Udvalgelseskriterierne

I udvalgelseskriterierne 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 "særlig 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."

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

Tabel 1: Vigtige datoer i projektet Center for Diabetes

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."

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."



Figur 7: Billede fra forslag til lokalplan: Center for Diabetes med gavlen mod Hans Kirks Vej. Illustration: Dorte Mandrup

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 (Idéoplæg 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 så begrænsede i mængder, at det ikke giver mening at recirkulere dem i projektet.

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 hybriddæk, 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 bygningen

Samlet anlægsøkonomi	102.600.000 kr.
Entreprisesum, anslået	70.000.000 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.

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 bygningsscreening 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 er der gennemført en test af murstenen i Maskinhuset af 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:

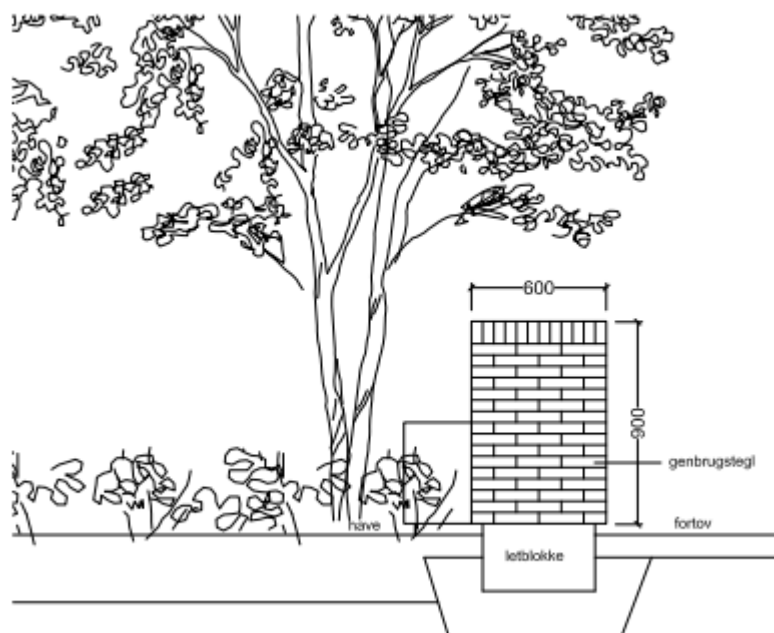
"Dansk Miljøanalyse har undersøgt eksisterende bygninger for miljøskadelige stoffer og udarbejdet en rapport over materialernes forureningsgrad mv. Der er konstateret miljøskadelige stoffer, bl.a. zink, bly og kobber, over grænsen for farligt affald. Derfor skal en miljøsanering udføres, før byggearbejderne 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 afrenses for gammel mørtel. Der vil være omkring 6000 sten tilbage for genanvendelse."



Figur 8: 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 flig et løn holder muren en pause, så rødderne får den nødvendige plads. Muren udføres i genbrugs tegl fra den nedrevne 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 stålrør 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.”

4.2.9. Cirkulære principper

Det indgår ikke i projektet at arbejde med de cirkulære principper fra denne håndbog, men hvis man lægger dem ned over projektet, er følgende principper som minimum relevante i Center for Diabetes.

- *CO2, Råstoffer*: Der arbejdes med bærende konstruktion i træ.
- *Mindreforbrug*: Multifunktionel indretning i det nye byggeri og nybyggeri så vidt muligt med bærende konstruktioner i træ.
- *Cirkularitet*: Eventuel genbrug af mursten. Murstenene genanvendes til mure og bænke i landskabsdelen. De gamle mursten er for porøse til at anvende i belægningen.
- *Viden; Dokumentation; Værktøjer*: Forventet selektiv nedrivning.

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.



Figur 9: 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 skillevej. 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 materials 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).

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).

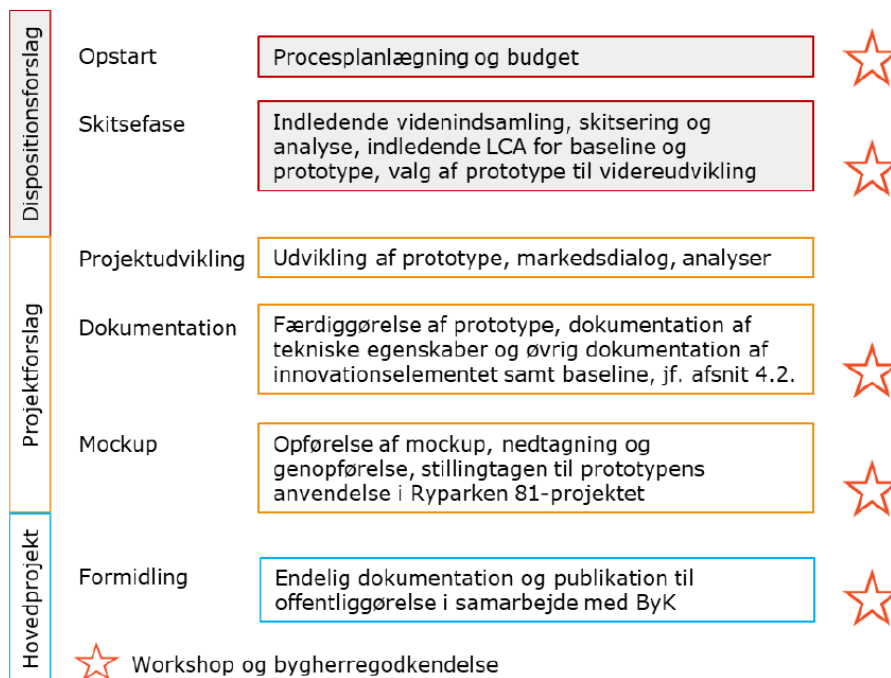
Maj 2021 (Overførselssagen 2019-2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Juli 2020	Opstart bygherrerådgivning
Oktober 2020 (Budget 2021)	Mandat til cirkulær økonomi
Overførselssagen 2020-2021	Forventet beslutning om anlægsbevilling
November 2021	Kontrakt med totalrådgiver

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

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 skal opfylde en række tekniske krav til funktion, overflade, robusthed, brand og luftlydisolation.

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 10: 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 Wis-senberg som underrådgivere. Erik Arkitekter har en dedikeret medarbejder som projektleder på den cir-kulære væg. Desuden er firmaet Business With Impact tilknyttet som underrådgiver med fokus på udvik-ling, 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 ovenfor.

4.3.3. Relevante kilder

Udbudsmaterialet, COWI og Byggeri København, februar 2021

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

4.4. Guldberg Skole - De Gamles By (GABYS), Sjællandsgade 38-42 og Edith Rodes Vej 4 og 8

De Gamles Bys Skole er udskolingsafdelingen af Guldberg Skole. Udskolingsafdelingen omfatter 5.-9. klasse (seks spor) med skoleidrætshal, madskole, fritidsklub- og juniorklubpladser samt ungdomsklub.

Projektet for skolen i De Gamles By indeholder nedrivning af ca. 11.530 m² administrationsbyg-ninger, ca. 10.165 m² nybyg-geri og ombygning af ca. 2.457 m² eksisterende byggeri.

Projektet påbegyndte sin an-den planlægningsfase i okto-ber 2020 (Budget 2021) og fik mandat fra Borgerrepræsen-tationen til at arbejde med cirku-lær økonomi i oktober 2019 (Budget 2020).

Projektets totalrådgivning blev udbudt i februar 2019.



Figur 11: De tre bygninger på Sjællandsgade 38-42 som skal selektivt nedrives.

4.4.1. Udvalgelseskriterierne

I totalrådgiverudbuddets udvælgelseskriterier blev der blandt andet lagt vægt på, at ansøgeren kunne vise erfaring fra sammenlignelige projekter, hvori indgik "teknisk rådgivning omfattende bæredygtig-hedsprojekter > 5 000 kvm, hvorved menes konkretisering af genanvendelses- og livcyklusstrategier eller innovative tiltag for reduktion af energi- og ressourceforbrug".

4.4.2. Ydelsesbeskrivelsen

I ydelsesbeskrivelsen tilføjede Byggeri København en række forhold vedr. nedrivning og cirkulering af materialer. Der blev blandt andet tilføjet følgende:

”I forhold til bygninger som skal nedrives, skal der indhentes og formuleres eventuelle særlige krav til nedrivningen, herunder en tilkendegivelse af nedrivningsmetode og sortering af affald samt bortskaffelse og håndtering af miljøfarligt affald.” Der står endvidere: ”Det skal undersøges, hvorledes samtlige byggematerialer i de bygninger, der

nedrives, kan genanvendes. Undersøgelsen skal fremlægges som en rapport, hvor hvert materiales art, omfang, egenskaber og genanvendelsesmuligheder belyses. Herunder redegøres for de økonomiske og tidsmæssige konsekvenser af genanvendelsen. Rådgiveren skal på baggrund af undersøgelsen fremlægge samlede forslag til beslutning vedr. genanvendelse indeholdende disses tid og økonomi.”

Oktober 2019 (Budget 2020)	Mandat til cirkulær økonomi
Oktober 2020 (Budget 2021)	Beslutning om 2. planlægningsbevilling og anlægsbevilling
Oktober 2022 (Budget 2023)	Forventet beslutning om eventuel supplerende anlægsbevilling
Oktober 2022	Forventet opstart nedtagningsprojekt
Juni 2024	Forventet opstart byggearbejder
Oktober 2026	Forventet ibrugtagning

Tabel 4: Vigtige datoer i projektet Guldberg Skole, De Gamles By

4.4.3. Opgavebeskrivelsen

I opgavebeskrivelsen står der, at projektet udarbejdes i henhold til Københavns Kommunes *Miljø i Byggeri og Anlæg 2016*, og at totalrådgiver inden udarbejdelse af nedrivningsprojekt skal ”udarbejde forslag til, hvorledes materialerne fra de bygninger, der nedrives, kan genanvendes i det nye byggeri.”

4.4.4. Totalrådgivning

Som totalrådgiver blev valgt Kjaer og Richter med følgende underrådgivere: CCO Arkitekter, 1:1 Landskab, Søren Jensen Rådgivende ingeniører og Teknologisk Institut.

4.4.5. Planlægningsfasen (forundersøgelser, idéoplæg og byggeprogram)

I forbindelse med beslutning om 2. planlægningsbevilling i oktober 2020 blev det besluttet, at byggeriet skulle DGNB-certificeres. Målene vedrørende cirkulær økonomi er uændrede fra 1. planlægningsfase.

4.4.6. Byggeprogram

Nedenfor gengives de væsentligste dele af byggeprogrammet, som er lavet af totalrådgiveren, hvad angår cirkulær økonomi. Referencerne i parentes er til programmet. Delene er tematiseret med titler i denne opsamling for at lette læsningen.

Overordnet om cirkulær økonomi

”Genanvendelse og cirkulært byggeri” er et af fem overordnede fokusområder (kap. 2, side 4) og er beskrevet som følger (kap 2, side 6):

”Med en målsætning om cirkulært byggeri baseres design og løsninger på en maksimal genanvendelse af de eksisterende byggematerialer hvor det funktionelt og klimamæssigt giver effekt. De nuværende længebebyggelser mod Sjællandsgade 38-42 er grundet sin udformning og byggeteknik ikke egnet til

ombygning til ny skole, men rummer et stort potentiale som materiale ressourcebank for opførelsen af en ny skolebygning. Byggematerialer skal om muligt udnyttes lokalt, hvor det vurderes byggeteknisk og driftsmæssigt hensigtsmæssigt. Genbrugte materialer bør udgøre hovedbestanddelen i det samlede bygningsdesign, og det undersøges om materialerne kan klargøres på stedet til genindbygning på en såkaldt cirkulær byggeplads – dette vil yderligt nedbringe forbruget af CO2 grundet reduceret transport. Alternativt undersøges afståelse af materialer til andre byggerier eller modtagelse af materialer til genindbygning fra andre byggerier i området fra mulige materialepartnere. Nye materialer udvælges ligeledes ud fra parametre om andel af indhold af generelt genanvendte byggematerialer samt afstand fra fabrik til byggeplads.

“Den cirkulære materialering sluttet ved at projektet opstiller design- og byggetekniske krav om fremtidig simpel adskillelse af materialerne for en mulig fremtidig recirkulering.”

Der står i kap. 5, side 2:

“Det færdige byggeri skal [...] sikre, at de indbyggede materialer i fremtiden kan genbruges. Dette skal tilvejebringes via designmæssige greb, der fremmer design til adskillelse og genbrug uden funktionstab, kvalitetstab eller væsentlige materialetab i forbindelse med genbrug af byggevarer.

“Ovenstående stiller store krav til beslutningsprocessen, og bygherre ønsker derfor at byggeriets design, herunder konstruktioner og især materialevalg, understøtter formålet, og tager udgangspunkt i at fremme

- 1) genbrug af de eksisterende materialer i de nedtagne bygninger,
- 2) genbrug af byggevarer fra andre bygninger og
- 3) nye materialer med et stort indhold af genanvendte materialer.”

Og i kap. 5, side 9:

“Det er projektets tilgang, at et genbrugt materiale, der fremmer ressourcedagsordenen, ikke må medføre øget miljøbelastning sammenlignet med en konventionelt produceret byggevare.”

I kap. 5, side 4 står der:

“Projektet skal genbruge så mange materialer fra de eksisterende bygninger som muligt, og indholdet af genbrugsmaterialer skal dokumenteres som en procentdel af de anvendte materialer. I denne beregning må følgende typer materialer medregnes som genbrugsmaterialer:

- 1) materialer, der er genbrugt direkte fra det eksisterende byggeri,
- 2) genbrugsmaterialer tilkøbt fra nedtagning fra andre byggerier og
- 3) genanvendte post-konsumer materialer der indgår i produktion af nye byggevarer

“Pre-konsumer genbrug må ikke medregnes i opgørelsen.

“Procenten af genbrugsmaterialer beregnes både for den samlede vægt og det samlede volumen af de anvendte byggematerialer. Det skal endvidere oplyses, hvordan de genbrugte materialer fordeler sig procentvis på de tre typer af genbrugsmaterialer (direkte genbrug, genbrug fra andre bygninger, genanvendte post-konsumer materialer) for henholdsvis vægt og volumen.

“I dispositionsforslaget skal der fremlægges en plan for genbrug af de kortlagte ressourcer samt undersøges muligheder for indkøb af genbrugte materialer eller byggevarer med indhold af genanvendt post-

konsumer materialer. For hver materialegruppe skal der udarbejdes en 'fall-back' strategi, der beskriver alternative løsninger i det tilfælde, at det ikke er muligt at skaffe genbrugsmaterialer til de valgte løsninger. I den forbindelse gennemføres den første beregning af indhold af genbrugsmaterialer og der etableres et beregningsark, der anvendes i de videre faser og udleveres til den udførende entreprenør.

"Der skal gennemføres livscyklusvurderinger i LCAbyg i løbet af beslutningsprocessen.



Figur 12: Visualisering fra forslag til lokalplan. Den viser skolen set fra Sjællandsgade. Illustration: CCO

"[...]. I takt med at genbrugsmaterialer eller materialer med indhold af post-konsumer genbrugsmaterialer, indtænkes i bygningens udformning, udarbejdes der både LCA og LCC-beregninger for udvalgte bygningsdele, hvor disse byggevarer indgår."

I kap. 5, side 33 står der:

"For at opnå en robusthed i designet og sikre mulighed for ændringer i byggeriet i fremtiden, dimensioneres føringsveje for hovedledninger og hovedkanaler med disponibel plads. Dette giver også mulighed for senere udvidelser. Føringsveje skal udføres med god og let adgang til installationer for service og vedligehold.

Og i kap. 5, side 42

"Byggeriets struktur skal også understøtte fleksibilitet i anvendelse og indretning af skolens rum og områder. Der ønskes en bygning som er fleksibel i sin grundstruktur og kan ændre funktion og indhold over tid. Eventuelle ombygninger kan ske uden unødige indgreb i byggeriet med heraf følgende materialeforbrug og affaldsmængder.

Om udearealerne står der følgende i kap. 5, side 10:

"Som for bygningerne, er det fra bygherres side, et primært fokuspunkt i visionen for projektet, at den landskabelige bearbejdning af De Gamles By Skole udformes med sigte på robusthed og enkelhed i forhold til drift og vedligehold, og at intentionen om en høj grad af genanvendelse videreføres til de løsninger som udarbejdes."

Forundersøgelser

Som en del af forundersøgelserne er der gennemført miljøkortlægning (kap. 2, side 24), som bl.a. har vist, at der skal udføres en sanering for skimmel, asbest og af overflader med tungmetaller (kap. 2, side 32)

Der er også gennemført en ressourcekortlægningen, hvoraf det bl.a. fremgår, at der er et særligt potentiale for at cirkulere teglsten (genbrug/genanvendelse), beton (genanvendelse) akustiklofter (genbrug) og træ (genbrug) fra tagkonstruktion fra bygningerne i Sjællandsgade 38-42 (kap. 2, side 24-25).

Der står videre om ressourcekortlægningen i kap. 5, side 6:

”På baggrund af Ressourcekortlægningen, er der udarbejdet et skema med de materialer, der vurderes at have en genbrugs- og genanvendelsesværdi. Skemaet er opdelt efter bygnings- og konstruktionsdel, og det beskriver materialetype, forekomst af overfladebehandling på materialet samt evt. forureningsgrad. Der fremgår ligeledes en mængdeopgørelse samt en indledende vurdering af materialernes tilstand. Derudover er der synliggjort, hvad materialerne potentielt kan bruges til. For at sikre et gennemarbejdet beslutningsgrundlag suppleres konklusionerne fra miljø- og ressourcekortlægningerne med følgende emner [...]:

- Saneringsøkonomi
- Overordnet anbefaling til valg af nedtagningsmetode
- Muligheder for ressourceudnyttelse og afsætningskanaler
- Potentialer for CO₂-besparelser ved genbrug og genanvendelse af eksisterende materialer kontra anvendelse af nye materialer
- Potentialer for ressourcebesparelser ved genbrug og genanvendelse af eksisterende materialer kontra anvendelse af nye materialer
- Potentialer for økonomiske besparelser i forbindelse med drift og vedligehold (LCC)
- Potentialer for genbrug og genanvendelse samt design for adskillelse (ved renovering eller endt levetid af skolebyggeriet)”

”Der er anvendt miljøvaredeklarationer og generiske datablade fra LCA Byg (Ökobau) til at vurdere den potentielle CO₂ besparelse fra genbrug af de identificerede ressourcer. Dette er gjort ved at identificere miljøbelastningen fra et tilsvarende produkt der er fremstillet med konventionelle metoder.” (kap. 5, side 8)

Nedtagning, entreprisreform

Nedtagningen af de eksisterende længebygninger ved Sjællandsgade 38-42 gennemføres som særskilt totalentreprise, og her udfører totalrådgiver myndighedsprojekt for rettidig nedbrydningstilladelse.” (kap. 2, side 7)

Nedtagning, tidsplan

”I forbindelse med bygherres rammetidsplan er totalrådgiver bedt om en kvalificering af nedtagningsprocessen herunder afledte konsekvenser af målsætningen om cirkulært byggeri.

”Efter forhåndsdialog med nedriverfirma, samt dialog med de cirkulære materialeleverandører, anbefales perioden for nedtagningsentreprisen reduceret fra 12 - 7 måneder.

”Begrundelsen er, at de fleste cirkulære leverandører allerede indgår i faste aftaleforhold med nedriverfirmaer, hvor de som cirkulære leverandører deltager i planlægningen af nedtagningsprocessen som materialemodtager for genanvendelse i stedet for aflevering af materialer til almindeligt slutdeponi.

”De cirkulære leverandører anvender på nuværende tidspunkt kun egne anlæg på egne lokaliteter for forberedelse af materialet for genanvendelse i nybyggeriet. Omfang af den cirkulære byggeplads må derfor forventes beskedent, hvis ikke nye aktører og teknologier identificeres under forslagsfasen.

”En væsentlig fordel ved en reduceret periode til nedtagningsentreprisen, er muligheden for et parallelt forløb mellem entrepriserne. Dette vil kunne kvalificere koordinerede løsninger for genanvendelse samt

forenkle bygherres godkendelse. Ligeledes åbner tidsplanændringen op for en større budgetsikkerhed, da udbudsprocessen for nedtagningsentreprisen og totalentreprisen for ny- og ombygning, vil kunne integreres i et samlet udbudsforløb.

"Afhængigheder imellem entrepriserne, vil dermed kunne håndteres under udbudsprocessen og dermed sikre de økonomisk og tidsmæssige- og cirkulære potentialer i projektet." (kap. 2, side 35)

Nedtagning, metode og afsætning af materialer

"Metodevalg for nedtagningen vil være afgørende for efterfølgende muligheder for genbrug og genanvendelse af materialerne samt i hvilken udstrækning materialerne kan udnyttes – med andre ord, hvilken genbrugs- eller genanvendelsesprocent, der kan opnås. [...] Der er fokus på at definere en incitamentsstruktur, hvor nedbryderen vil kunne sælge de nedtagne byggematerialer videre til projektets totalentreprenør eller Københavns Kommune." (kap. 5, side 7)

"Forud for miljøsanering og egnet metode for nedtagning af materialerne skal der findes egnede og etablerede løsninger for ressourceudnyttelse og gerne via etablerede afsætningskanaler.

Ressourcekortlægningsskemaet omfatter en vurdering af, hvilke håndteringsmuligheder, der kan anbefales for materialerne [...]. Tabellen [nedenfor] skelner mellem om der er tale om 1) etablerede og afprøvede løsninger og afsætningskanaler eller 2) løsninger der kræver udvikling/efterprøvning og som dermed må betragtes som mere risikofyldte i gennemførelsen af projektet. For etablerede og afprøvede løsninger, er der oplyst de relevante aftagere/producenter, der er kendskab til på nuværende tidspunkt." (kap. 5, side 7)

Cirkulær byggeplads

"Grundet projektets ambition om at sikre genbrug af materialer i de eksisterende bygninger, skal muligheden for etablering af en cirkulær byggeplads på byggefeltet, eller tæt på byggefeltet, undersøges nærmere, i samråd med nedrivningsentreprenører og totalentreprenør. Projektets udbudsmateriale skal understøtte en forretningsmodel for genbrug af materialer i de eksisterende bygninger – eksempelvis ved, at entreprenøren kan sælge nedtagne materialer tilbage til bygherre, deponere materialet på grunden eller videresælge til totalentreprenøren på opgaven." (kap. 5, side 5)

Godkendelse af materialer

"I forhold til genanvendelse af materialer fra nedrivning skal det indarbejdes i kravsspecifikation til nedriver eller totalentreprenør, at materialer skal testes og vurderes i forhold til styrke og levetid. Der stilles for flere komponenter krav om CE-mærkning." (kap 2, side 32)

Totaløkonomi og drift

"Levetidsomkostningsberegninger af de genbrugte materialer skal sammenholdes med tilsvarende beregninger for nye materialer. Denne beregning kan først gennemføres, når der foreligger overvejelser om, hvordan de genbrugte materialer indbygges i det nye byggeri." (kap. 5, side 9)

Og i kap. 5, side 43:

Da projektet skal udvikles i overensstemmelse med Københavns Kommunes udviklingsstrategi for genanvendelse og cirkulær økonomi, og dermed forventeligt vil pege på nye muligheder for genanvendelse, vil en række driftsmæssige forhold kunne påvirkes i forhold til normal kendt viden og erfaring. Derfor er det centralt at bygherre og driftspart indgår i et samlet driftsudvalg parallelt med bæredygtighedsudvalget, så forhold og forberedelser kan belyses og afklares under projektets udvikling i forslagsfaserne.

Forhold kan eksempelvis være ukendt restlevetid, ukendt driftsinterval, manglende garantier, manglende EPD, manglende CE-godkendelse mv. Totaløkonomiske overvejelser skal indgå i grundlaget for valg af materialer og installationer frem til udbud af totalentreprisen – og skal herefter sikres på mindst samme kvalitetsniveau under udarbejdelse af udførelsesprojekt og i udførelsesfasen.

Potentiale for design til adskillelse

”Når der foreligger overvejelser omkring hvordan de genbrugte materialer kan indbygges i det nye byggeri, vurderes potentialerne for at genbruge byggematerialerne igen, den dag, skolen skal nedtages eller bygges om. Her vil det være relevant at designe bygningen til adskillelse. Dette kan eksempelvis sikres ved anvendelse af kalkmørtel, via elementstørrelser og sammenstøbninger, der muliggør adskillelse og genbrug. Inspiration til dette findes i Circle House, der udføres i Lystrup ved Aarhus.” (kap 5, side 9)

Der står videre i kap. 5, side 11:

”De bærende konstruktioner projekteres med henblik på senere genanvendelse ved adskillelse eller som råmateriale. Pga. krav til dokumentation af bæreevne er det vanskeligt direkte at genanvende byggematerialer til de bærende konstruktioner.

”Materialevalg for de bærende konstruktioner informeres af projektets visioner og vælges med nøje overvejelser af følgende parametre:

Statiske egenskaber – med hensyn til ønsket spændvidde, krav til slankhed osv.

Bæredygtighed – med hensyn til mulighed for genanvendelse nu og i fremtiden

Materiale egenskaber – med hensyn til robusthed og driftssikkerhed, samt brandsikkerhed”

Brandtekniske krav til genanvendte materialer

”Materialer, der genanvendes fra tidligere byggerier, skal forsat opfylde nutidige krav til de enkelte bygningsdele. Der skal i den projektspecifikke brandstrategi redegøres for disse materialer og deres anvendelse i projektet. Såfremt der ikke foreligger konkret dokumentation for de enkelte dele og deres anvendelse, skal der udføres en brandteknisk analyse, der redegør for materialernes kvalitet i relation til brand og anvendelse i projektet. Disse forhold skal ligeledes afspejles i den fremtidige projektspecifikke drifts-, kontrol- og vedligeholdelsesplan.” (kap. 5, side 23)

Akustik

”Såfremt akustiklofter og vægabsorbenter genanvendes fra EVR 4 og 8 skal det sikres at deres egenskaber ikke forringes. Eksisterende væg- og dækkonstruktioner eller dele af disse kan genanvendes, men skal om muligt forbedres, så der opnås lydforhold, der svarer til gældende krav. Der skal i den forbindelse være fokus på konstruktionernes densitet, stivhed og tæthed. Vinduer kan genanvendes i det omfang, at krav til støjbelastning fra trafik kan opfyldes.” (kap. 5, side 28) EVR (ERV) er Edith Rodes Vej.

4.4.7. Relevante kilder

Udbudsmaterialet til totalrådgivning, Københavns Kommune

Byggeprogram, CCO og Kjaer og Richter, marts 2021

Miljøkortlægning SJG, Teknologisk Institut

Miljøkortlægning ERV, Teknologisk Institut

Ressourcekortlægning, pdf, Teknologisk Institut

4.5. 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.



Figur 13: Skolen på Strandboulevarden, som også huser HAFNIA

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

Tabel 5: Vigtige datoer i projektet HAFNIA

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

Heerup Skole Kapacitetsudvidelse er en ny tilbygning, der skal kunne rumme 40 kategori 4 specialpladser til 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).

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.



Figur 14: 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 (overførselssagen 2019-2020).

4.5.1. 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.

4.5.2. 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 blev vægtet særligt positivt".

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.

4.5.3. 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,

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

Tabel 6: Vigtige datoer i projektet Heerup Skole Kapacitetsudvidelse

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.

4.5.4. Totalrådgiver

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

4.5.5. Byggeprogram

På møde i Borgerrepræsentationen den 19. september 2019 blev det besluttet, at Byggeri København skulle screene alle de byggeprojekter, der havde opnået planlægningsbevilling i budget 2020, for cirkulær økonomi. I forbindelse med overførselssagen 2020-2021 skulle Byggeri København vende tilbage med anbefalinger til, om og hvordan der i de konkrete projekter kunne arbejdes konkret med genbrug og genanvendelse og eventuelle andre miljømæssige elementer, som kan fremme cirkulær økonomi.

Københavns Kommune vil gerne fremvise et byggeprojekt, hvor der er anvendt CLT i byggeriet på baggrund af Borgerrepræsentationens beslutning om at fremme den cirkulære økonomi i byggeriet. 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.

Under projekteringen anvendes LCAbyg som beregningsværktøj for livscyklusvurderinger suppleret med LCCbyg for totaløkonomi og levetidsomkostninger.

Der beregnes på varianter inden for råhus og de bærende bygningsdele.

4.5.7. Cirkulære principper

CO₂, Råstoffer: Bærende konstruktion i træ

Mindre forbrug: Nybyggeri med bærende konstruktioner i træ (færre ressourcer til fundament)

Viden; Dokumentation; Værktøjer: Udarbejdelsen af livscyklusanalyse og totaløkonomisk analyse

4.5.8. Relevante kilder

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

Udbudsmaterialet, Byggeri København

Byggeprogram, Byggeri København, 30. august 2021

Dispositionsforslag, Byggeri København, 30. august 2021

4.7. 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). Botilbudet 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 er ved ansøgning om anlægsbevilling i budget 2021 vurderet til 16 millioner kroner. Heri skal indregnes, at projektet er 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 er afsat ca. 800.000 kr. til cirkulær økonomi.



Figur 15: Hovedbygning på Jacob Michaelsens Minde

4.6.1. Planlægningsfasen (Idéoplæg og program)

Rytter Arkitekter har udført bygningssyn og gennemfører projektering af de nødvendige arbejder.

Den indledende tanke i projektet var at have et særligt fokus på cirkulær økonomi og arbejder med bedst mulig materialehåndtering i forhold til affaldshierarkiet. Det vil sige, at der er fokus på en følsom renovering, hvor der 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 i udbuddet af hovedentreprisen.

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

Tabel 7: Vigtige datoer i projektet Jakob Michaelsens Minde

4.6.2. Udbud i hovedentreprise

Det blev indskrevet som en del af udbud til hovedentreprise at arbejde med to udviklingsprojekter i forhold til forskellige metoder til optimeret planlægning og styring af ressourcestrømme i forbindelse med renovering og nedrivning. Arbejdet kom i stand i en dialog mellem rådgiverfirmaet Golder Associates, Teknik- og Miljøforvaltningen i kraft af forvaltningens ledelse af det europæiske Horizon 2020-projekt om cirkulær økonomi, Circuit, og Byggeri København.

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

Delprojekt 1 handler om afprøvning af og et bidrag til udvikling af EU's principper for pre-demolition audit, som eventuelt på sigt bliver til national lovgivning. Afprøvningen vil indgå som en case i projektet Circuit. Der er som led i projektet udviklet et foreløbigt koncept for gennemførelse af pre-demolition audits. Konceptet vil blive afprøvet, og erfaringerne samlet op og afrapporteret med henblik på at videreudvikle og optimere konceptet. I forhold til renoveringen af Jacob Michaelsens Minde, er det forhåbningen, at processen vil kunne bidrage til at fremme en bedre udnyttelse af materialer og ressourcer, som fremkommer i forbindelse med projektet.

Delprojekt 2 gennemføres i samarbejde med Miljøstyrelsen og har til formål at afprøve nye principper for selektiv nedrivning i praksis. Miljøstyrelsen arbejder med at forberede nye nationale regler for selektiv nedrivning.

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

- Et system (à la et kvalitetssikringssystem) hvor alle faser fra forundersøgelser til anmeldelser mm. samles ét sted.
- Et system baseret på, at der udpeges en person, af byggherre, 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 en "pre-demolition audit" 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 skal tilpasses Jacob Michaelsens Minde, hvor der ikke nedrives en hel bygning.

4.6.3. Hovedentreprise

Som hovedentreprenør er valgt Helmer Christiansen. Hovedentreprisen forventes afsluttet ultimo 2021, hvorefter resultaterne fra de to testprojekter også kan præsenteres.

4.6.4. 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

4.8. Ketsjersportens Hus (KET), Kløvermarksvej 34

Ketsjersportens Hus er en hal med faciliteter til ketsjersport.

Projektet er nybyggeri.

Projektet fik finansiering til at gennemføre en planlægnings-bevilling i oktober 2019 (budget 2020). Projektet fik mandat til at arbejde med cirkulær økonomi i maj 2020 (overførselssagen 2019-2020).

Projektet har en ramme på op til 5% ekstra til finansiering af cirkulær økonomi i forhold til den normalt forventede, samlede anlægsbevilling.

Projektet gennemføres i Byggeri Københavns strategiske partnerskab DSPPLUS.

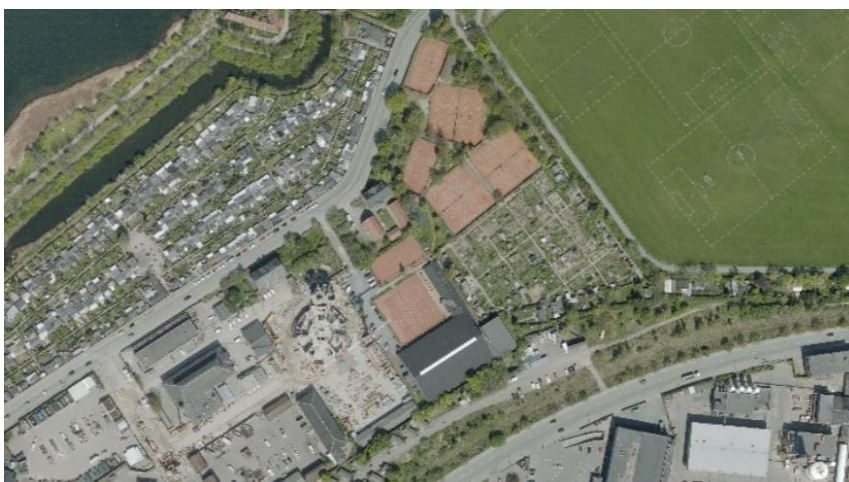
Det indgår i projektet at arbejde med, hvordan det samlede projekt kan leve op til principperne om cirkulær økonomi.

Projektet har fået lavet en rapport af GXN vedrørende forskellige konstruktionsprincipper til ydermurene. Af GXN-rapporten fremgår økonomi og mulige CO2-besparelser ved anvendelse af forskellige byggetekniske løsninger.

GXN har været koblet på projektet i kraft af tegnestuens erfaring med cirkulær økonomi og i kraft af deres deltagelse i det cirkulære projekt Circuit, som kører i regi af Teknik- og Miljøforvaltningen. I oktober og november 2020 blev der gennemført to workshops i projektet med deltagelse af GXN.

4.7.1. Relevante kilder

Ketsjersportens Hus, Cirkulære byggetekniske tiltag, GXN, 20. februar 2020.



Figur 16: Luftfoto af Kløvermarkens Tennisklub, hvor Ketsjersportens Hus skal opføres

Oktober 2019 (Budget 2020)	Beslutning om planlægningsbevilling
Maj 2020 (Overførselssagen 2019-2020)	Mandat til cirkulær økonomi

Tabel 8: Vigtige datoer i projektet Ketsjersportens Hus

4.9. 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).

4.8.1. Planlægningsfasen (Idé-oplæg og Byggeprogram)

Planlægningen gennemføres af Rytter Arkitekter, som undersøger mulighederne for at arbejde med det cirkulære vådrum.

Erfaringen fra planlægningsfasen er, at det i dette projekt vil være meningsfuldt at fokusere på ombygningen af vådrumsdelen i Frankrigsgades Svømmehal i forhold til det cirkulære.



Figur 17: Det ene af de to omklædningsrum der skal ombygges

I planlægningsfasen er de eksisterende fliser på vægge og gulve blevet vurderet, og konklusionen er, at de er i god stand og bør bevares også af hensyn til muligheden for fremtidig brug af omklædningsfaciliteterne. Det eksisterende ventilationsanlæg er også vurderet funktionsbart og lever op til de krævede standarder, hvorfor det ikke kræver udskiftning.

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

I forbindelse med nedrivning af en bærende betolvæg, skal der i den kommende anlægsfase arbejdes med materialelegenbrug samt LCA-beregning.

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

Tabel 9: Vigtige datoer i projektet Ungecenter Sundby Idrætspark

4.8.2. Byggeprogram og dispositionsforslag

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 fliser 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 lyddæmpende 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.

4.8.3. Projektforslag, udbudsprojekt og myndighedsprojekt

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

4.8.4. Udbud i hovedentreprise – tilbudslisten som det aktive værktøj

I projektet er det valgt at håndtere cirkulær økonomi gennem en klar definition af de enkelte elementer, der skal til for at gennemføre de cirkulære tiltag i bygningen. De fremgår af ni rækker i tilbudslisten, som kan ses i figur 18.

Tømrer- og snedkerarbejder	Mængde og enhed
Demontering/maling/reablering af garderober	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/reablering af eksisterende installationer	1 stk.
VVS-arbejder	
Demontering og genmontering	1 stk.
Option – vandbesparende aggregat/cisterne til WC	1 stk.

Figur 18: Elementer fra tilbudslisten til Karateklubben som omhandler cirkulær økonomi

4.8.5. Relevante kilder

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

5. Anvendte kilder

I dette afsnit er de anvendte kilder præsenteret. Kilderne er 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.](#)

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

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

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.](#)

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2016. Introduktion til LCA på Bygninger. [Her.](#)

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

Unicon, betonguide. [Her.](#)

Xella Danmark A/S, EPD. Leverandør af byggematerialer i porebeton og kalksandsten. [Her.](#)