



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Ressource- kortlægning af bygninger

Miljøprojekt nr. 2006

April 2018

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Katrine Hauge Smith, Rikke Juel
Lyng, Anke Oberender, Teknologisk Institut.

ISBN: 978-87-93710-05-4

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter indenfor miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	Forord	4
2.	Sammenfatning og konklusioner	5
2.1	Afklaring af formål	6
2.2	Desktop studie	7
2.3	Bygningsgennemgang	8
2.4	Databearbejdning	9
2.5	Udbud	10
2.6	Vær opmærksom på den tekniske og miljømæssige kvalitet	11
3.	Indledning	12
3.1	Baggrund og formål	12
3.2	Fremgangsmåde	12
3.3	Læsevejledning	13
4.	Introduktion til en ressourcekortlægning	14
4.1	Overordnet formål med ressourcekortlægning	14
4.2	Sammenhæng med nuværende miljølovgivning	14
4.3	Kompetenceprofil for ressourcekortlægger	16
5.	Afklaring af formål med ressourcekortlægning	17
5.1	Afklaring med bygherre	17
5.2	Dialog i værdikæden	18
5.3	Ressourcekortlægning i udbud	18
6.	Desktopstudie	21
6.1	Bygningsinformation	21
6.2	Byggestil	23
7.	Bygningsgennemgang	26
7.1	Overordnet metode	26
7.2	Identificering af ressourcer	26
7.3	Identificering af fugt	27
7.4	Registreringsskema	28
8.	Databearbejdning	30
8.1	Mængdeberegninger	30
8.2	Beskrivelse af markedet	30
8.3	Vurdering af nedtagning	31
8.4	Vurdering af anvendelsesmuligheder	31
8.5	Vurdering af afsætningsmuligheder	33
8.6	Samlet vurdering ved brug af skema	34
9.	Perspektivering	35
10.	Referencer	36

1. Forord

Denne rapport indeholder en guide til, hvordan der kan udføres ressourcekortlægninger af bygninger, og er bygget op således at den beskriver 4 faser, der kan følges, når der laves en ressourcekortlægning.

Projektet blev udført af Teknologisk Institut for Miljøstyrelsen i perioden november-december 2017.

Projektet er gennemført på basis af en række praktiske erfaringer med ressourcekortlægning, og har taget udgangspunkt i erfaringer fra en følgegruppe til projektet.

Følgegruppen bestod af:

- Søren Christensen, Danske Maskinstationer og Entreprenører, DM&E
- Erik Lauritzen, Lauritzen Advising
- Allan Kastrop, Janus Poulsen og Jonas Bergenholz, DJ Miljø & Geoteknik A/S
- Ebbe Tubæk Naamansen, RGS Nordic
- Johnny Christensen, Københavns Kommune
- Katrine Hauge Smith og Rikke Juel Lyng, Teknologisk Institut
- Aruwa Bendsen og Anne Sofie Nielsen, Miljøstyrelsen

Projektet har udover dette haft en styregruppe, der bestod af:

- Katrine Hauge Smith, Teknologisk Institut
- Aruwa Bendsen, Miljøstyrelsen

Projektet er gennemført af følgende medarbejdere fra Teknologisk Institut:

- Katrine Hauge Smith (projektleder)
- Rikke Lyng Juel
- Bent Kofoed
- Lene Dalvang
- Rune Østergaard Haven
- Anke Oberender (kvalitetssikring af rapporten)

2. Sammenfatning og konklusioner

Dette projekt beskriver mulige krav til indholdet og udførelse af en ressourcekortlægning, dvs. det opstiller rammerne for, hvilke elementer en konkret ressourcekortlægning skal/kan indeholde, herunder hvilke konkrete værktøjer, der kan anvendes til udarbejdelse af kortlægningen.

Der er 4 faser, der skal følges, når der laves en ressourcekortlægning. Rapporten er bygget op omkring disse faser, så den kan bruges som en praktisk guide, når den konkrete ressourcekortlægning udføres.

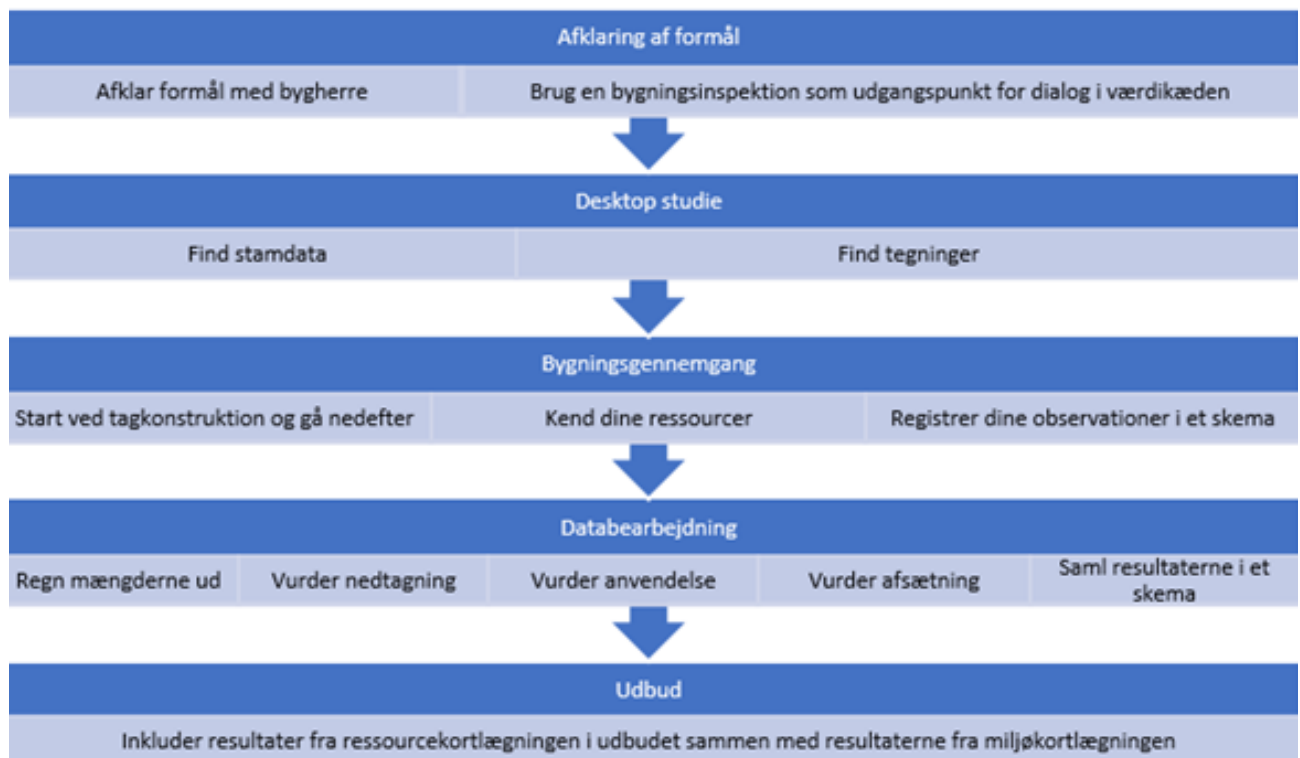
Målgruppen er aktører i byggebranchen, der gerne vil arbejde med ressourcekortlægning. Det er forudsat, at læseren har en grundlæggende viden om bygningsundersøgelser og byggeaffald.

De 4 faser i en ressourcekortlægning, der skal følges, når der laves en ressourcekortlægning, er:

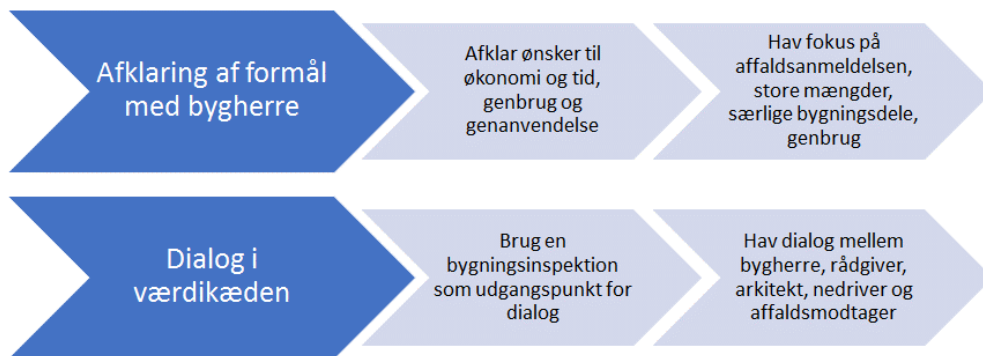
- Afklaring af formål med ressourcekortlægning
- Desktopstudie
- Bygningsgennemgang
- Databearbejdning

Til sidst skal resultaterne af en ressourcekortlægning anvendes i et udbud af renovering/nedrivningen.

Denne proces ses i nedenstående diagram. I det følgende er hver enkel delproces uddybet, og samtidig er der henvist til relevante tabeller i rapporten, som fungerer som konkrete værktøjer, når ressourcekortlægningen udføres.



2.1 Afklaring af formål



Afklar formål med bygherre

Det er vigtigt at afklare bygherres behov og ambitioner for ressourcekortlægningen inden den udføres. Her er de økonomiske og tidsmæssige forventninger for ressourcekortlægningen vigtige. Bygherres hensigt med den efterfølgende genanvendelse og genbrug af ressourcerne i byggeriet er ligeledes vigtig at få afklaret, fx om bygherre har ønsker om at bruge nogle af ressourcerne selv i et eventuelt nybyggeri eller renoveringsprojekt.

Hav fokus på følgende:

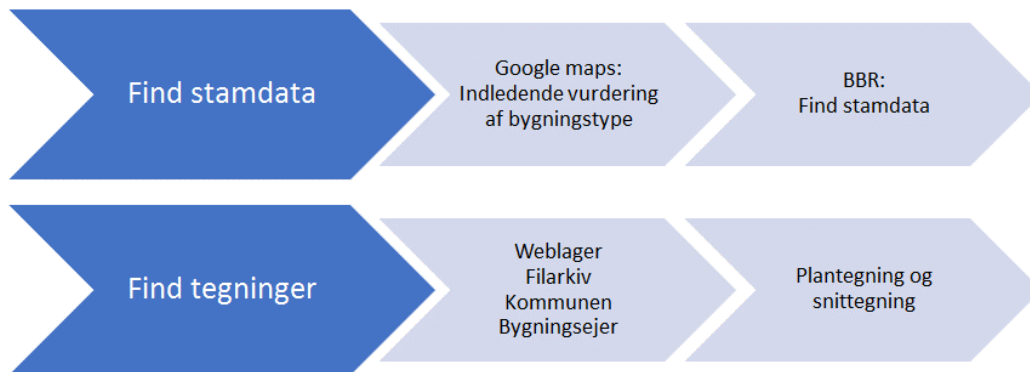
- Totalopgørelse med vurdering af mængder som input til affaldsanmeldelsen
- Ressourcer til genbrug
- De mængdemæssigt største fraktioner i bygningen
- Særlige bygningsdele, liebhaver-genstande

Brug en bygningsinspektion som udgangspunkt for dialog i værdikæden

Hvis en ressourcekortlægning skal føre til en højere anvendelse af ressourcerne i affaldshierarkiet er det vigtigt at have de aktører, der skal anvende eller aftage ressourcerne med fra start af projektet. Herved kan ressourcekortlægningen medvirke til, at afsætningssiden bliver koblet med aftagersiden i god tid inden nedrivnings- eller renoveringsprocessen går i gang.

En måde at facilitere en dialog på kan være i form af en indledende inspektion af bygningen, hvor de forskellige aktører såsom bygherre, arkitekt, affaldsmottager, rådgiver og nedriver kan mødes og inspicere bygningen sammen. Herved kan de forskellige muligheder i ressourcerne diskuteres og afsætningsmuligheder kan vurderes. Dette kan danne baggrund for en afgrænsning af ressourcekortlægningen.

2.2 Desktop studie



Find stamdata

I denne fase skal der indhentes nogle grundlæggende oplysninger om bygningen forud for bygningsgennemgangen, som skal planlægges ud fra disse oplysninger. Informationer om bygningens størrelse, tilbygninger, antal etager, tilgængelighed af loftrum og ruminddeling kan bruges til at planlægge, hvordan bygningsgennemgangen udføres.

Brug Google Maps til en indledende vurdering af, hvad det er for en type bygning, og hvordan den ser ud.

Brug BBR til at finde grundlæggende oplysninger om bygningerne. Disse findes på ww.ois.dk

- Opførelses år
- Grundareal
- Tilbygninger/Ombygninger
- Ydervægs og tagdækningsmaterialer

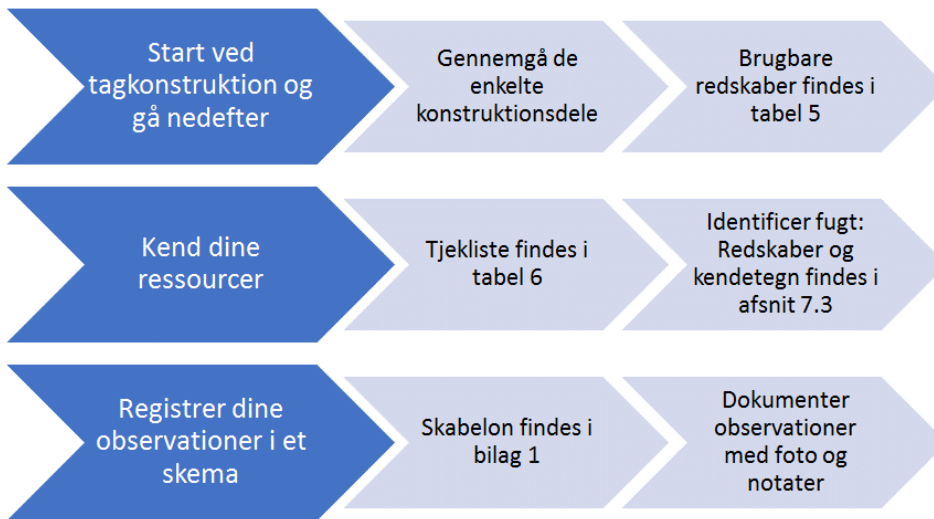
Find tegninger

Tegninger i form af plantegning og snittegning indeholder vigtige oplysninger om mål, konstruktion og materialer i bygningen.

Tegninger for en specifik bygning kan findes her:

- www.weblager.dk
- www.filarkiv.dk
- Kommunens byggesagsarkiv
- Bygningsejer eller bygherre

2.3 Bygningsgennemgang



Start ved tagkonstruktionen og gå nedefter.

Ved at starte med at kortlægge tagkonstruktionen og gå nedefter i bygningen kan der opnås en god systematik og struktur på gennemgangen. Ligeledes kan man starte med at kortlægge bygningen udefra og herefter kortlægge bygningen indefra.

En bygningsgennemgang kan udføres ved at gennemgå følgende konstruktionsdele i bygningen:

- Tag (tagdækning, tagkonstruktion, isolering, tagrender, inddækning m.m.)
- Facader
- Fundament og terrændæk
- Døre og vinduer
- Lofter og etageadskillelser
- Indvendige vægge
- Gulv
- Installationer
- Inventar og løsøre

Hvis det er et større bygningskompleks kan det være en fordel at opdele bygningerne i zoner og gennemgå en zone ad gangen. I tilfælde af, at der er tale om et byggeri med tilbygninger, kan zonerne med fordel opdeles efter årstallet, hvor bygningen eller tilbygningen er opført.

Brugbare redskaber til bygningsgennemgangen kan findes i "TABEL 5".

Kend dine ressourcer

For at identificere ressourcer i bygningen kan tjekliste i "TABEL 6" benyttes.

Identificer fugt. I afsnit 7.3 ses hvilke fugtmålere, der kan bruges, samt hvilke kendetegn, der er relevante at observere.

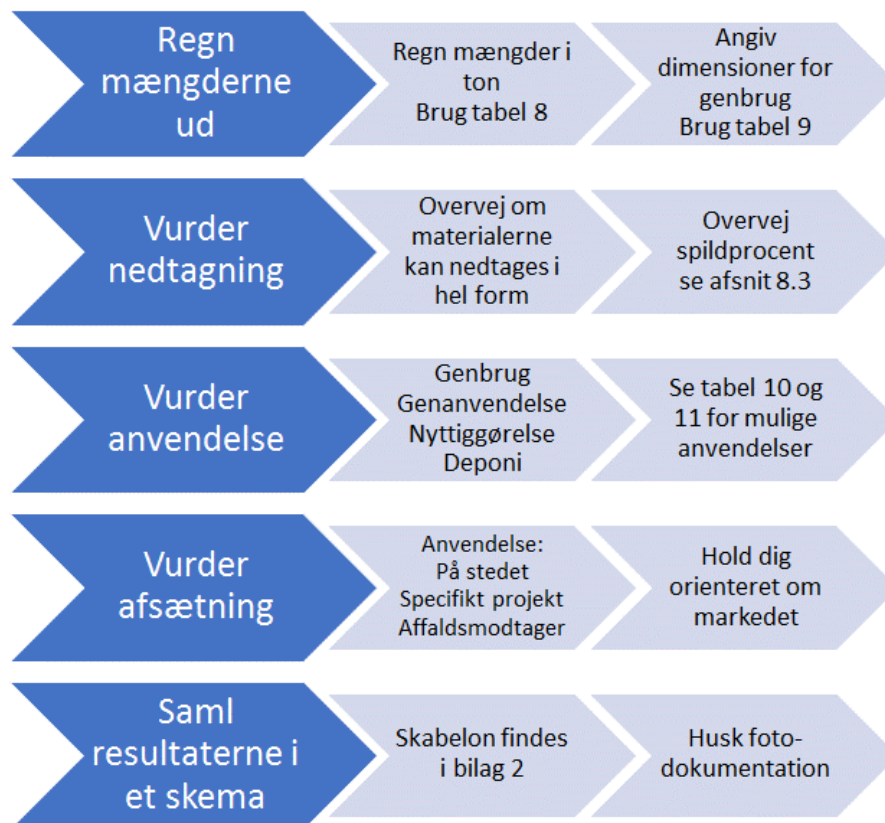
Registrer dine observationer i et registreringskema

Brug skabelonen i Bilag 1 til at registrere oplysninger under bygningsgennemgangen.

- Sørg for at dokumentere din bygningsgennemgang med fotos.
- Brug din bygningsgennemgang til at confirmere mål på tegningen.
- Husk et kommentarfelt til at registrere dine observationer.

Registreringskemaet er til ressourcekortlæggerens egen brug, og det kan med fordel kombineres med et regneark, som kan benyttes til at regne mængder ud.

2.4 Databearbejdning



Regn mængderne ud

Når bygningsgennemgangen er udført er næste skridt at beregne de forskellige mængder af ressourcerne. Det bedste grundlag for mængdeberegningen er en målfast tegning, der er konfirmeret ved opmåling af bygningen.

For at bruge kortlægningen som grundlag for affaldsanmeldelsen, anbefales det, at mængdeberegninger laves for alle materialeenheder i ton. Til dette formål anvendes materialedensiteter, som eksempelvis ses i "TABEL 8".

Hvis hensigten er at afsætte ressourcerne til genbrug anbefales det at bruge enheder og dimensioner, der beskriver materialets form og antal, se "TABEL 9".

Der findes erfaringsdata både hos nedrivningsvirksomheder og andre aktører i branchen om materialedensiteter, men der findes p.t. ikke et samlet opslagsværk med data om materialedensiteter til brug for omregning af affaldsmængder. Dette kunne være et nyttigt brancheværktøj, som vil give konsensus om data i branchen.

Vurder nedtagningmuligheder

Muligheder for nedtagning af bygningslementer skånsomt er afgørende, hvis ressourcerne skal genbruges i hel form. For elementer, der skal genanvendes, er det afgørende, at ressourcerne kildesorteres. Der skal derfor gøres nogle overvejelser om muligheden for nedtagning i ressourcekortlægningen, og her er det en fordel at inddrage nedriveren.

Ikke alle materialer og konstruktioner er mulige at nedtage i hel form uden skader, så de kan genbruges. Der kan være et procentvist stort spild, som bør overvejes, ligesom de tidsmæssige og økonomiske aspekter i at nedtage skånsomt også bør overvejes. I afsnit 8.3 findes forskellige erfaringstal for spild af mursten, tegltagsten og konstruktionstræ, som dog er behæftet med stor usikkerhed.

Vurder anvendelsesmuligheder

En vurdering af genanvendelsespotentialet i ressourcekortlægning skal ske efter affaldshierarkiet og de definitioner, der ligger til grund for dette, se "FIGUR 7"

Vurder anvendelsen efter

- Genbrug
- Genanvendelse
- Nyttiggørelse (skeln mellem materialenyttiggørelse og nyttiggørelse ved forbrænding)
- Deponi

Hold dig orienteret om aktuelle muligheder for anvendelse. I TABEL 10 findes information om relevante rapporter om emnet, mens der i TABEL 11 findes relevant information om potentielle anvendelsesmuligheder.

Vurder afsætningsmuligheder

Vurder afsætningsmulighederne efter disse parametre:

- Ressourcer anvendes på samme sted.
- Ressourcer anvendes i et andet specifikt projekt.
- Ressourcer afleveres til en affaldsmodtager/genbrugsforhandler/ressourcehotel inden det anvendes igen.

Hold dig orienteret om aktuelle afsætningsmuligheder og det eksisterende marked, og vær opmærksom på, at det hurtigt kan forandre sig.

Saml resultaterne i et skema

I Bilag 2 ses en skabelon for et skema, der kan bruges til at vurdere afsætningsmulighederne for de forskellige ressourcer, der er opgjort i ressourcekortlægningen. Dette skema kan bruges som afrapportering til bygherren og kan med fordel suppleres med fotodokumentation.

2.5 Udbud



Miljø og ressourcekortlægningerne skal udføres på et sådant tidspunkt, at resultaterne kan inkluderes i udbuddet af en renovering/nedrivning. Ved at inkludere resultaterne af en ressourcekortlægning i et udbud på en renovering/nedrivning vil udbuddet komme til at indeholde en opgørelse over ressourcerne i bygningen, og derved skabes der åbenhed om mængderne og muligheder.

Fordelene ved at inkludere ressourcekortlægning i udbuddet er:

- Det sikrer, at bygherren aktivt tager stilling til, hvad der efterfølgende sker med ressourcerne.
- Der kan skabes konkurrence på genbrug og genanvendelse.
- Det giver mulighed for, at flere aktører kommer på banen i forhold til at modtage og bruge ressourcerne.
- Der bliver bedre mulighed for at behandle ressourcerne så langt oppe i affaldshierarkiet som muligt.
- Der bliver bedre mulighed for at sætte tid af til, at genanvendelse og genbrug kan udføres i praksis.

I "TABEL 3" ses gode råd i forbindelse med at inkludere resultaterne i udbud af en nedrivning/renovering.

2.6 Vær opmærksom på den tekniske og miljømæssige kvalitet

Ressourcekortlægningen angiver et potentiale for genbrug og genanvendelse. I den efterfølgende anvendelse af ressourcerne er det vigtigt at være opmærksom på om den tekniske kvalitet er i overensstemmelse med den brug af ressourcerne, der er tiltænkt.

Udover ressourcekortlægningen er det derfor relevant at udføre et teknisk tilsyn af bygningen til at vurdere den tekniske kvalitet eller vurdere den tekniske kvalitet i forbindelse med test og prøvninger af ressourcerne, når de er udtaget af bygningen.

Den miljømæssige kvalitet er ligeledes en vigtig parameter, der skal tages højde for. Miljøkortlægningen skal laves før eller samtidig med ressourcekortlægningen, så miljøfremmede stoffer kan fjernes fra ressourcerne inden de genanvendes eller genbruges.

3. Indledning

3.1 Baggrund og formål

I branchen for bygge- og anlægsaffald er der gennem de seneste år kommet et stigende fokus på ressourcekortlægning som et redskab til at fremme en bedre udnyttelse af ressourcer, der fremkommer ved renovering eller nedrivning. Ressourcekortlægning er stadigvæk et forholdsvist nyt begreb i branchen, og der foreligger derfor hverken nærmere retningslinjer, erfaringsopsamling eller anbefalinger omkring det.

Efterhånden er der blevet gennemført en række projekter og forsøg med ressourcekortlægningen som omdrejningspunkt i praksis. Dermed er der nu basis for at samle op på de foreløbige resultater og erfaringer, der er blevet gjort i de relevante projekter med henblik på at kunne give branchen nogle retningslinjer og anbefalinger til, hvordan ressourcekortlægningen kan gennemføres i praksis.

Dette projekt beskriver mulige krav til indholdet og udførelse af en ressourcekortlægning, dvs. det opstiller rammerne for, hvilke elementer en konkret ressourcekortlægning skal/kan indeholde, herunder hvilke konkrete værktøjer, der kan anvendes til udarbejdelse af kortlægningen.

3.2 Fremgangsmåde

I forbindelse med projektet blev der samlet en følgegruppe, der bestod af en række aktører, der har erfaringer med ressourcekortlægninger fra en række konkrete projekter/cases. Følgegruppens erfaringer er blevet samlet via et følgegruppemøde samt opfølgende interviews. Erfaringer fra de forskellige ressourcekortlægninger er blevet anvendt i projektet til at foreslå forskellige værktøjer og metoder og er inddraget løbende gennem rapporten. Rapporten er opbygget således, at den kan anvendes som en guide, når man udfører en ressourcekortlægning.

Erfaringerne og resultater fra følgende projekter/cases indgik i projektet:

Teknologisk Institut

Teknologisk Institut har i forbindelse med et udviklingsprojekt arbejdet med at definere rammer for ressourcekortlægning samt gennemførelse af ressourcekortlægninger i praksis. Der er i den sammenhæng udført 3 ressourcekortlægninger af følgende typer bygninger: Et plejehjem fra 1943, en villa fra 1939 samt et offentligt byggeri fra 1981.

DM&E

DM&E har i forbindelse med et projekt om cirkulære forretninger i nedrivningsbranchen udført en række ressourcekortlægninger. Da projektet ikke er afsluttet, er endnu ikke alle resultater opsamlet. Der bliver arbejdet med ressourcekortlægninger af 5 bygninger: Byhus fra 1900 med til-/ombygning 1972, landejendom (stuehus + udbygning/lade/garage) fra 1856 med til-/ombygning 1927, forsamlingshus fra 1927, forsamlingshus fra 1911 med løbende til-/ombygninger, samt et missionshus fra 1887.

Lauritzen Advising og Københavns Kommune

Erik Lauritzen har i samarbejde med Københavns Kommune lavet en ressourcekortlægning af 2 bygninger på Oehlenschlägersgades skole, fra hhv. 1972 og 1885.

DJ Miljø & Geoteknik og RGS Nordic

DJM&G har i samarbejde med et konsortium af DJM&G (rådgiver), RGSNordic (modtager), Søndergaard nedrivning (nedriver) og Lendager Architects (arkitekt) lavet en ressourcekortlægning af VUC Roskilde fra 1970'erne. Derudover har DJM&G i samarbejde med et konsortium af RGSNordic (modtager) og Søndergaard nedrivning (nedriver) lavet ressourcekortlægninger i forbindelse med CLEAN-projekt om innovative udbud af nedrivningsprojekter med henblik på størst mulig kvalitativ genanvendelse og afsætning af byggeaffald. Dette drejer sig om en institution fra Faxe med bygninger fra 1877 og 1990'erne samt Kolding Kaserne fra 1943. Endelig er der udført en ressourcekortlægning af en institution med bygninger fra 1948.

3.3 Læsevejledning

Der er 4 faser, der skal følges, når der laves en ressourcekortlægning. Rapporten er bygget op omkring disse faser, så den kan bruges som en praktisk guide, når den konkrete ressourcekortlægning udføres.

Målgruppen er aktører i byggebranchen, der gerne vil arbejde med ressourcekortlægning. Det er forudsat, at læseren har en grundlæggende viden om bygningsundersøgelser og byggeaffald.

De 4 faser i en ressourcekortlægning er:

- Afklaring af formål med ressourcekortlægning
- Desktopstudie
- Bygningsgennemgang
- Databearbejdning

Rapportens opbygning:

Kapitel 4, Introduktion til en ressourcekortlægning, giver en generel introduktion til ressourcekortlægningen og dens sammenhæng med miljølovgivningen. Derudover er der beskrevet en kompetenceprofil til ressourcekortlæggeren.

Kapitel 5, Afklaring af formål med ressourcekortlægning, beskriver fastlæggelse af formålet med en ressourcekortlægning både ift. bygherre og den øvrige værdikæde. Kapitlet omhandler derudover overvejelser omkring udbud.

Kapitel 6, Desktopstudie, beskriver hvordan et desktopstudie udføres, samt hvilke datakilder, der er relevante.

Kapitel 7, Bygningsgennemgang, beskriver hvordan en gennemgang af bygningen kan udføres.

Kapitel 8, Databearbejdning, beskriver hvordan mængder opgøres og hvordan afsætningsmuligheder kan beskrives og vurderes.

Kapitel 9, Perspektivering, afrunder rapporten.

4. Introduktion til en ressourcekortlægning

4.1 Overordnet formål med ressourcekortlægning

En ressourcekortlægning skal etablere et overblik over, hvilke ressourcer en bygning indeholder og skal dermed svare på, om et byggeri står med en væsentlig mængde ressourcer eller nogle specielle ressourcer. Ressourcekortlægning kan bruges som et værktøj til at vise mulighederne ift. at få brugt ressourcerne igen samt vurdere ressourcernes afsætningsmuligheder, når bygningen renoveres eller rives ned. Ressourcekortlægningen skal altid ses i sammenhæng med en miljøkortlægning.

En ressourcekortlægning giver et grundlag for, at ressourcerne kan bruges så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt, og eventuelt som direkte genbrug. I kombination med en miljøkortlægning giver ressourcekortlægningen grundlaget for at få kildesorteret bygningens ressourcer korrekt og for at etablere en ressourceplan eller nedrivningsplan.

4.2 Sammenhæng med nuværende miljølovgivning

Affaldsbekendtgørelsen indeholder centrale krav for bygge- og anlægsområdet. Bl.a. er der i kapitel 10 fastlagt regler for sortering af bygge- og anlægsaffald, og kapitel 13 indeholder regler for screening og kortlægning af PCB i bygninger samt regler om affaldsanmeldelse. Ressourcekortlægningen skal ses i sammenhæng med disse regler, hvor miljøkortlægningen og affaldsanmeldelsen er centrale. Se også FIGUR 1.



FIGUR 1. Diagram for flow i ressourcekortlægning.

En ressourcekortlægning skal ses som et led i de forundersøgelser, der laves i forbindelse med en renovering eller nedrivning af bygninger, og det er vigtigt, at den ses i sammenhæng med en miljøkortlægning, da det er afgørende, at miljøfremmede stoffer identificeres og håndteres korrekt og kommer ud af kredsløbet. Miljøkortlægningen har stor betydning for ressourcekortlægningen og den kan derfor med fordel laves samtidig med ressourcekortlægningen. Fordele ved at lave miljøkortlægningen og ressourcekortlægningen samtidig er, at de grundlæggende oplysninger om bygningen er relevante for begge typer kortlægninger, og at gennemgangen af bygningen for de 2 kortlægninger kan laves samtidig.

Hvis de 2 kortlægninger ikke laves samtidig, skal miljøkortlægningen laves først, da resultaterne fra miljøkortlægningen har betydning for ressourcekortlægningen. Der kan være fordele ved at udføre ressourcekortlægningen efter miljøkortlægningen. DM&E har erfaret, at der er store fordele ved, at ressourcekortlægningen tidsmæssigt foretages efter resultaterne af miljøkortlægningen, da man herved kan koncentrere sig om grundig måling af de ressourcer, hvor genbrug er muligt (DM&E, 2017).

En ressourcekortlægning, der udmunder i en opgørelse af de forskellige rene fraktioner i tons samt mængder af de forurenede affaldsfraktioner fra miljøkortlægningen, vil kunne bruges direkte i den lovpligtige affaldsanmeldelse til kommunen. En ressourcekortlægning vil dog også omhandle de dele, der går til direkte genbrug, som ikke er omfattet af affaldsanmeldelsen.

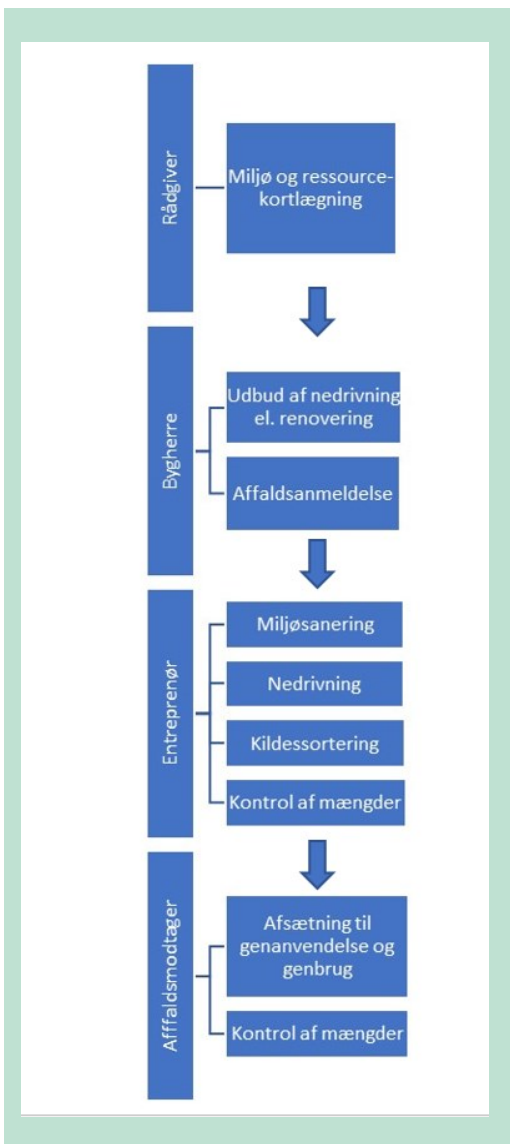
En kombineret ressource- og miljøkortlægning kan desuden danne grundlag for en ressourceplan, som kan anvendes i forbindelse med planlægning af nedrivnings- eller renoveringsprojekter.

Forslag til indhold i ressourceplan:

- Forekomster af miljøskadelige stoffer
- Affaldsfraktioner
- Affaldsmængder
- Forslag til håndteringsmuligheder
- Slutopgørelse med opgjorte mængder

Det bemærkes, at en slutopgørelse først kan foretages, når nedrivningen er afsluttet, og at denne foretages som en kontrol af mængderne i ressourcekortlægningen.

Hele nedrivningsprocessen er illustreret i FIGUR 2, hvor der også er angivet, hvilke aktører, der kan være udførende i processen.



FIGUR 2. Flowdiagram for nedrivningsprocessen, som den kan se ud, hvis ressourcekortlægning og kontrol af mængder indføres. De forskellige aktører, der kan være udførende i forskellige dele af processen er illustreret.

Ressourcekortlægning er desuden central ift. det forventede stigende fokus på at udføre selektiv nedrivning af bygninger. Initiativer omkring selektiv nedrivning indgik i regeringens handlingsplan for PCB fra 2011, og initiativerne er videreført i de 2 ressourcestrategier om affaldshåndtering og affaldsforebyggelse. Senest har Advisory Board peget på, at implementering af selektiv nedrivning i branchen er et centralt emne. Miljøprojekt nr. 1962, 2017 beskriver forskellige konkrete forslag, der kan fremme selektiv nedrivning. Her er ressourcekortlægningen et centralt

element i forslaget om bygherrens forpligtelser til at udarbejde en miljø- og ressourceplan, som er beskrevet i rapporten.

Hvis en ressourcekortlægning skal inkluderes direkte i lovgivningen eller der skal gives et vejledende bud på, hvornår en ressourcekortlægning skal laves, er det nærliggende at lade samme krav gælde som for en affaldsanmeldelse. Dvs. at en ressourcekortlægning skal laves, hvis affaldsmængden overstiger 1 ton eller berører mere end 10 m² fladeareal, da den danner grundlag for en affaldsanmeldelse.

4.3 Kompetenceprofil for ressourcekortlægger

Udarbejdelsen af en ressourcekortlægning kræver nogle forudsætninger hos den udførende. En ressourcekortlægger skal have en grundlæggende viden og forståelse om bygninger og bygningskonstruktioner, samt en bred viden om de materialer, der er blevet anvendt i byggeriet og affaldshåndteringen af disse, dvs. om nedrivning, håndtering og genanvendelse af bygge- og anlægsaffald. Viden om miljøskadelige stoffer er også vigtig for at sætte ressourcekortlægningen i sammenhæng med miljøkortlægningen. Det er ligeledes vigtigt, at ressourcekortlæggeren har en forståelse af byggeriets værdikæde og de forskellige aktører i værdikæden, da ressourcekortlægningen i høj grad er et redskab til at facilitere dialog og højne ressourceudnyttelsen i værdikæden. Konkret erfaring inden for de nævnte områder er en klar fordel. En kompetenceprofil for en ressourcekortlægger ses i TABEL 1.

TABEL 1. Kompetenceprofil for ressourcekortlægger

Kompetenceprofil for ressourcekortlægger
Viden om byggeteknik og konstruktioner
Viden om den historiske udvikling i byggeriet og byggetradition
En bred viden om materialer anvendt i byggeriet og affaldshåndteringen af disse
Viden om nedtagnings- og afsætningsmuligheder og muligheder for ressourceudnyttelse
Viden om byggeriets værdikæde og de forskellige aktørers rolle i denne
Viden om miljøfremmede stoffer og håndtering af disse

5. Afklaring af formål med ressourcekortlægning

5.1 Afklaring med bygherre

Det er vigtigt at afklare bygherres behov og ambitioner for ressourcekortlægningen inden den udføres. Her er de økonomiske og tidsmæssige forventninger for ressourcekortlægningen vigtige. Bygherres hensigt med den efterfølgende genanvendelse og genbrug af ressourcerne i byggeriet er ligeledes vigtig at få afklaret, fx om bygherre har ønsker om at bruge nogle af ressourcerne selv i et eventuelt nybyggeri/renovering.

Det er i den forbindelse relevant at se på hvilken type bygning, der kortlægges i forhold til at bestemme detaljeringsniveauet af kortlægningen, se TABEL 2. De forskellige cases, der er gennemgået som baggrund for rapporten, omhandler særligt offentligt byggeri og i nogen grad også enfamiliehuse i form af villaer og landejendomme. Det offentlige byggeri repræsenterer typisk større bygninger med store mængder ens ressourcer, mens de mindre byggerier i form af enfamiliehuse repræsenterer mindre mængder ressourcer og har typisk et andet økonomisk udgangspunkt end de store byggerier.

TABEL 2. Bygningstyper

Bygningstyper
Enfamiliehuse (villa/parcelhus)
Landejendomme
Etageejendomme
Offentligt byggeri (skoler, institutioner m.m.)
Kontorbyggeri
Industrielt byggeri (lagerhaller m.m.)

Detaljeringsniveauet i en ressourcekortlægning vil også afhænge af, hvilke muligheder der er for at anvende ressourcerne efterfølgende, og det er vigtigt at have en idé om dette fra start, således at det kan tænkes med ind i ressourcekortlægningen. Se også afsnit 5.2, Dialog i værdikæden.

Et andet fokuspunkt i afklaring af formålet med ressourcekortlægningen er, hvor meget af bygningen, der udvælges til gennemgang. Her kan der være fokus på følgende:

- Totalopgørelse med vurdering af mængder som input til affaldsanmeldelsen
- Ressourcer til genbrug
- De mængdemæssigt største fraktioner i bygningen
- Særlige bygningsdele, liebhaver-genstande

Totalopgørelse:

Da en ressourcekortlægning kan fungere som grundlag for en affaldsanmeldelse er det relevant at lave en totalopgørelse for de renoveringer og nedrivninger, der genererer mere end 1 tons affald eller berører et areal på mere end 10 m² fladeareal. Mange af de gennemgåede cases har lavet en totalopgørelse.

Fordelen ved en totalopgørelse er, at muligheder ikke udelukkes på forhånd. Selv om der fra start i ressourcekortlægningen laves en afgrænsning om kun at se på en udvalgt affaldsfraktion, vil der stadig være et behov for at se på bygningen i sin helhed, idet der dels skal laves en affaldsanmeldelse, og idet alt affald fra en bygning skal håndteres korrekt.

Ressourcer til genbrug:

Et specifikt fokus for ressourcekortlægningen er desuden de elementer i et byggeri, der kan genbruges direkte eller ved en mindre forarbejdning. Dette er et emne, der er kommet stigende fokus på de seneste år, hvor der i branchen især er arbejdet intensivt med genbrug af mursten.

Potentialet for genbrug er især højt ved større byggerier, hvor der er store mængder, samt mange ens elementer, fx et plejehjem med mange ens indrettede værelser. Genbrug er som sådan ikke noget nyt, da både nedrivningsfirmaer og genbrugsforhandlere allerede arbejder med dette, men med en ressourcekortlægning kan dette sættes i system.

Københavns Kommune har fx indført krav til miljø i byggeri og anlæg. Her er en af måleparametrene, at der skal laves en kortlægning inden en nedrivning eller renovering udføres, der viser, hvilke bygningsdele, der er egnede til genbrug (Københavns kommune, 2016, 1). Casen fra Københavns kommune er netop udført på denne baggrund som et pilotprojekt med henblik på at udvikle et system og paradigme for dette (Københavns kommune, 2016, 2).

Mange af casene har haft et specifikt fokus på genbrug. I cases fra DM&E har der været et fokus på genbrug, og her er der fundet afsætningsmuligheder for mursten, trægulve, støbejernsvinduer, tagbelægning, tagkonstruktion samt døre og vinduer m.m. (DM&E, 2017). I de 3 cases fra Teknologisk Institut har der også været et fokus på at se på elementer til genbrug. Der blev fundet et potentiale for genbrug af indvendige døre, tagsten, sanitet og trækonstruktion (Teknologisk Institut, 2017).

De mængdemæssigt største fraktioner i bygningen:

Det kan være en fordel at holde fokus på de store mængder i byggeriet, som vurderes at være beton, træ og tegl. I affaldsbekendtgørelsens kapitel 10 er der desuden et fokus på at få udsorteret jern & metal, gips og stenuld, da dette er affaldsfraktioner, der i dag kan genanvendes. Dertil kommer, at glas fra byggeriet også genanvendes i dag.

Særlige bygningsdele:

Et fokuspunkt for bygherren kan også være, at der er særlige bygningsdele, der har speciel værdi. I casen fra Københavns kommune er beskrevet, at facadeudsmykning på skolen samt granittrappen har særlig æstetisk værdi (Københavns kommune, 2016, 2). Et andet eksempel kan være, at unika registreres. I casen om kortlægning af en villa fra Teknologisk Institut er det beskrevet, at der er fundet et særligt Morsø komfur, ligesom der i casen fra Plejehjemmet var en industriel opvaskemaskine og en elevator (Teknologisk Institut, 2017).

5.2 Dialog i værdikæden

Hvis en ressourcekortlægning skal føre til en højere anvendelse af ressourcerne i affaldshierarkiet er det vigtigt at have de aktører, der skal anvende eller aftage ressourcerne med fra start af projektet. Herved kan ressourcekortlægningen medvirke til, at afsætnings siden bliver koblet med aftagersiden i god tid inden nedrivnings- eller renoveringsprocessen går i gang.

En måde at facilitere en dialog på kan være i form af en indledende inspektion af bygningen, hvor de forskellige aktører såsom bygherre, arkitekt, affaldsmottager, rådgiver og nedriver kan mødes og inspicere bygningen sammen. Herved kan de forskellige muligheder i ressourcerne diskuteres og afsætningsmuligheder kan vurderes. Dette kan være baggrund for en afgrænsning af ressourcekortlægningen.

Erfaringer fra projektet om nedrivningen af VUC-centeret i Roskilde var, at i dialogen på tværs af faggrænser findes de gode løsninger. Dialogen var her mellem arkitekt, affaldsmottager, nedriver og rådgiver, og oplevelsen var, at de forskellige fagområder kan påvirke hinanden positivt. Et konkret eksempel på dette var bl.a., at der i dialogen mellem arkitekten og nedriveren blev metodeudviklet på opskæring af murværk (DJ Miljø & Geoteknik, 2017).

5.3 Ressourcekortlægning i udbud

Miljø og ressourcekortlægningerne skal udføres på et sådant tidspunkt, at resultaterne kan inkluderes i udbuddet af en renovering/nedrivning. Ved at inkludere resultaterne af en ressourcekortlægning i et udbud på en renovering/nedrivning vil udbuddet komme til at indeholde en opgørelse over ressourcerne i bygningen, og derved skabes der åbenhed om mængderne og muligheder.

Fordelene ved at inkludere ressourcekortlægning i udbuddet er:

- Det sikrer, at bygherren aktivt tager stilling til, hvad der efterfølgende sker med ressourcerne.

- Der kan skabes konkurrence på genbrug og genanvendelse.
- Det giver mulighed for, at flere aktører kommer på banen i forhold til at modtage og bruge affaldet/ressourcerne.
- Der bliver bedre mulighed for at behandle ressourcerne så langt oppe i affaldshierarkiet som muligt.
- Der bliver bedre mulighed for at sætte tid af til, at genanvendelse og genbrug kan udføres i praksis.

Hvis ressourcekortlægningen skal fungere optimalt ift. at få anvendt affaldsressourcerne højest muligt oppe i affaldshierarkiet, er det en fordel at sætte det efterfølgende arbejde med at afsætte ressourcer i system. Ressourcekortlægningen skal således ikke alene være en del af udbuddet af nedrivningen, men bør også inddrages aktivt ved nedrivningen, fx via en nedrivningsplan eller ved en slutopgørelse af affaldsmængderne, hvor mængderne kontrolleres.

Nedenfor er listet en række erfaringer fra de forskellige cases:

I en case (Bro Missionshus) fra DM&E er der erfaring med at skrive resultater fra ressourcekortlægningen ind i et udbud. I denne sag har bygherren selv afsat ressourcerne før udbuddet, idet bygherre har solgt ressourcerne til private bygherrer samt ønsker at anvende nogle af ressourcerne fra nedrivningen i egne projekter. I udbuddet er det specifikt defineret hvilke dele af bygningen, der skal genbruges, hvilket er sket på baggrund af ressourcekortlægningen. De bydende skal således give et bud på dette, og de konkurrerer på bedste pris. Projektet er ikke færdiggjort, og de fulde erfaringer er derfor ikke opnået (DM&E, 2017).

I CLEAN-projekt om bedre genanvendelse af byggeaffald har 3 bygherrer udbudt deres opgave inden for håndtering af byggeaffald efter EU-regler for konkurrencepræget dialog for at opnå innovative løsninger inden for bedre genanvendelse af byggeaffald. I dette projekt er der erfaringer med ressourcekortlægninger ift. udbud. I en case var bygherre også affaldsmottager, da ressourcerne skulle indbygges i et nyt byggeri. Erfaringen her var, at det havde været fordelagtigt at koble udbud af nedrivning og opførelse af nyt byggeri sammen, eller ideelt set lave et udbud, der både omhandlede nedrivning af det gamle byggeri og opførelse af det nye byggeri for at opnå et bedre match mellem de 2 projekter. Der var desuden en oplevelse af, at en totalentreprise, hvor entreprenøren har fuldt ansvar, gav nogle udfordringer, da dette betød, at der hverken var en arkitekt eller affaldsmottager med fra start (DJ Miljø & Geoteknik, 2017).

I en anden case er der erfaring med, at ressourcekortlægningen af den eksisterende bygning er skrevet ind og vedlagt som bilag i udbuddet for opbygning af den nye bygning. I udbuddet står, at bygherre ønsker at genanvende/genbruge ressourcer fra bygningen, dog ikke i de bærende bygningsdele. Projektet vil blive vurderet ift. bæredygtighed, som blandt andet omfatter genanvendelse/genbrug (DJ Miljø & Geoteknik, 2017).

I casen fra Københavns Kommune er der gjort overvejelser omkring udbudsprocesser og her anbefales det, at der stilles krav til bæredygtighed og cirkulær økonomi i udbuddet af renoveringen med vægt på genanvendelse af byggematerialer i det eksisterende byggeri. Det anbefales, at tildelingskriterierne bør vurdere mulighederne for at minimere den samlede CO₂-reduktion under nedrivning og nybyggeri. Det anbefales, at entreprenøren får god tid til at undersøge genanvendelsesmulighederne for ressourcerne beskrevet i ressourcekortlægningen, inden der afgives tilbud, ligesom økonomien til genanvendelse skal vurderes (Københavns Kommune, 2016, 2).

Et forslag til, hvordan ressourcekortlægningen kan bruges som kontrolværktøj, er beskrevet i casen om Københavns Kommune, hvor der foreslås at stille krav om, at alle ressourcer fra nedrivningsarbejdet og deres behandling/genanvendelse skal opgøres og sammenlignes med resultater fra kortlægningsrapporten. I den forbindelse vil miljøkortlægningsrapportens resultater også være relevant (Københavns Kommune, 2016, 2).

De forskellige erfaringer vedrørende udbud er sammenfattet som nogle gode råd i forbindelse med udbud i nedenstående TABEL 3.

TABEL 3. Gode råd i forbindelse med at inkludere resultater fra ressourcekortlægning i udbud af en nedrivning/renovering.

Ressourcekortlægning i udbud
Brug ressourcekortlægningen og miljøkortlægningens resultater i udbuddet til at definere, hvad og hvor meget, der skal genanvendes eller genbruges.
Vedlæg rapporten fra ressource- og miljøkortlægningen som bilag til udbuddet.
Hvis ressourcerne skal bruges i et specifikt nyt byggeri skal udbuddet af nedrivningen kobles sammen med udbuddet af det nye byggeri.
Giv god tid til, at tilbudsgiver kan undersøge muligheder for genanvendelse og genbrug af de ressourcer, der er fundet egnet hertil
Giv plads i udbuddet til, at der kan være en dialog mellem entreprenør, arkitekt, affaldsmottager, rådgiver og nedriver om hvordan ressourcerne kan bruges.
Stil krav om, at ressourcer, der fremkommer fra nedrivningsarbejdet, skal opgøres og sammenlignes med det vurderede potentiale på baggrund af miljø- og ressourcekortlægningen.
Tildelingskriterier bør tage højde for bæredygtighed og cirkulær økonomi.

6. Desktopstudie

6.1 Bygningsinformation

I denne fase skal der indhentes nogle grundlæggende oplysninger om bygningen forud for bygningsgennemgangen, som skal planlægges ud fra disse oplysninger. Bygningens størrelse, tilbygninger, antal etager, tilgængelighed af loftrum og ruminddeling kan bruges til at planlægge hvordan bygningsgennemgangen udføres.

En del oplysninger kan fås af bygherre, og disse kan suppleres med viden fra andre datakilder. Der findes flere steder, hvor man kan finde oplysninger om bygningen, dens konstruktion og dens historie. Det er forskelligt fra bygning til bygning, hvor mange oplysninger, der er tilgængelige. Informationer, der hentes om bygningen i dette led, kan også anvendes, når der udføres en miljøkortlægning.

Nedenfor er listet de mest relevante datakilder:

BBR:

BBR står for Bygnings- og Boligregistret. Det er et landsdækkende register, der indeholder alle grunddata om bygnings- og boligforhold for samtlige bygninger i Danmark. Det vil sige, at registeret også omfatter andre bygninger end boliger, som fx kirker og erhverv.

BBR indeholder en lang række oplysninger om den enkelte bolig/bygning, bl.a.:

- Matrikelnummer og hvad bygningen må anvendes til, fx om det er til beboelse eller erhverv.
- Opførelsesår og evt. årstal for væsentlige om- eller tilbygninger.
- Arealer, grundareal og areal på bygninger og udhuse.
- Ydervægs- og tagdækningsmaterialer.
- Installationer, vand- og afløbsforhold.
- Oplysninger om, hvorvidt der er en olie- eller gastank på grunden.
- Energioplysninger og opvarmningsform.

BBR indeholder oplysninger om materialer anvendt i ydervægge og tagdækningsmaterialer. De forskellige kategorier kan ses i TABEL 4.

BBR-data om den enkelte bygning kan findes på ois.dk, hvor data kan søges frem via bygningens adresse eller matrikelnummer.

TABEL 4. Oplysninger om materialer i BBR (Skive kommune m.fl., 2017)

Ydervægge	Tagdækningsmaterialer
Mursten (tegl, kalksten, cementsten)	Built-up
Letbeton (lette betonsten, gasbeton)	Tagpap (med taghældning)
Plader af fibercement, herunder asbest (eternit el lign.)	Fibercement, herunder asbest (bølge- eller skifer eternit)
Bindingsværk (med udvendigt synligt træværk)	Cementsten
Træbeklædning	Tegl
Betonelementer (etagehøje betonelementer)	Metalplader (bølgeblik, aluminium o.lign.)
Metalplader	Stråtag
Plader af fibercement (asbestfri)	Fibercement (asbestfri)
PVC	PVC
Glas	Glas
Ingen	Grønne tage
Andet materiale	Ingen
	Andet materiale

Google Maps:

Ved at søge på bygningens adresse kan der her findes billedmateriale af bygningen, som kan fungere som en første vurdering af bygningen og dens potentiale. Hvis målfaste tegninger ikke er tilgængelige, kan Google Maps bruges til at fremskaffe hovedmål på bygningen.

Weblager og filarkiv:

De fleste af kommunernes byggesager er digitalt tilgængelige på enten Weblager (indeholder information fra 43 kommuner) eller filarkiv (indeholder information fra 32 kommuner).

Weblager og filarkiv kan tilgås herfra:

- Weblager.dk
- Filarkiv.dk

Ved at søge på adressen for en bygning kan de dokumenter, der er tilknyttet adressen, søges frem. Her kan man ofte finde historik om bygningen såsom til- og ombygninger, og ofte findes der også tegninger af bygningen.

De kommuner, som ikke har deres byggesager offentliggjort digitalt, vil have samme information på kommunes byggesagsarkiv. Ofte vil bygningsejer også have de samme oplysninger.

Der kan være bygninger, især større offentlige bygninger, hvor dokumenterne ikke er offentligt tilgængelige, og i disse tilfælde kan bygningsejer udlevere oplysningerne til den specifikke opgave om ressourcekortlægning.

Et interview med bruger eller bygningsejer kan desuden give oplysninger om, hvilke ombygninger eller renoveringer bygningen har gennemgået.

Tegninger:

Plantegninger og snittegninger er vigtige i forhold til at beregne mængder. Tegningsmaterialet kan også give nogle nyttige informationer om selve ressourcerne i byggeriet, som kan bruges i ressourcekortlægning. Tegningsmaterialet kan desuden give information om bygningen og dets konstruktion, som ikke umiddelbart kan ses ved bygningsgennemgangen. Det er dog nødvendigt at være opmærksom på afvigelser mellem tegninger og oplysninger, der findes ved bygningsgennemgang.

Der er stor forskel på detaljeringsniveauet af tegninger. I nogle sager, ofte villaer og rækkehuse, vil der ikke være mange oplysninger at hente, mens der i andre større byggerier er detaljerede oplysninger. Det vurderes, at det typisk er i store offentlige byggerier, hvor der er mange detaljerede oplysninger i tegningsmaterialet.

I et eksempel fra Teknologisk Instituts ressourcekortlægning af et plejehjem kunne det ses på tegningerne, at etageadskillelsen var udført som Røselerdæk, som er et hulstensdæk af beton med elementer af tegl, som indgår trykoverførende i konstruktionen. Den information kan være nyttig, da den giver noget information om materialet, og herved kan der undgås destruktive indgreb i bygningen for at bestemme materiale. I et andet eksempel, hvor Teknologisk Institut kortlagde en villa, var der ikke mange oplysninger at hente i tegningsmaterialet (Teknologisk Institut, 2017).

6.2 Byggestil

Forskellige bygningers byggestil forventes at have betydning for genanvendelsespotentialet. Der er derfor lavet en undersøgelse for at fastlægge, hvordan en inddeling af bygninger efter byggestil kan hjælpe med at lave en ressourcekortlægning af en konkret bygning. Samlet set vurderes det, at ift. den konkrete ressourcekortlægning giver oplysninger om byggestil ikke meget ift. andre datakilder. Undersøgelsen og konklusionen er uddybet i afsnittet.

Beskrivelse af undersøgelse

Denne undersøgelse har taget udgangspunkt i forskellige eksisterende samlinger/portaler, hvor byggestil er beskrevet, og disse er gennemgået nedenfor. Det har været muligt at finde materiale om etageboligbygger, boligbyggeri (villa, dobbelthuse, rækkehuse) og industriejendomme.

Portaler med beskrivelser af byggestil:

Projekt Gen Byg Data

I rapporten Projekt Gen Byg Data er der arbejdet med et udviklingsprojekt om datadrevet genanvendelse af byggematerialer. I rapporten er der et skema med en tidsmæssig oversigt over typiske materialer i bygninger over tid inddelt i 17 forskellige bygningstyper (Skive kommune m.fl., 2017).

Huseftersyninfo: <http://huseftersyninfo.dk/>

På Sikkerhedsstyrelsens hjemmeside findes hustypebeskrivelser, som bruges til at vedlægge en tilstandsrapport. Her findes 36 forskellige type boliger fra 1600-tallet og indtil i dag. Det er enfamiliehuse, dobbelthuse og rækkehuse. For hver typer er konstruktionerne beskrevet, samt typisk anvendte materialer.

Dansk Byggeskik: <http://danskbyggeskik.dk/>

Portalen drives af fonden BYG-ERFA med støtte fra Realdania og Grundejernes Investeringsfond. Den beskriver byggeteknik og materialer brugt i etageboligbyggeri fra 1850-2000. Der findes beskrivelser af typiske konstruktioner inddelt efter etageadskillelser, fundamenter, indervægge, installationer, tage og tagværker samt ydervægge.

Danske bygningsmodeller: <http://www.danskebygningsmodeller.dk>.

Portalen er en søsterportal til Dansk Byggeskik, og systematiserer oplysningerne herfra. Portalen indeholder 3d-modeller af 5 typer etageejendomme fra 1850-2000. Formålet med portalen er at etablere et let forståeligt indblik i, hvordan ældre bygninger er konstruerede. Den er tilstræbt repræsentativ, men understreger, at virkelighedens byggerier er mere varierende. Ved hver type etageejendom er de typiske træk ved konstruktioner og materialer beskrevet. Derudover kan man klikke på 3d-modellerne og se detaljer af forskellige bygningskonstruktioner.

Bygningskultur Danmark: <http://bygningskultur.dk/stilguide/#1187>

Bygningskultur Danmark er en interesseorganisation for bygningskultur i Danmark. På deres hjemmeside er der stilguides til både villaer og etagebyggeri fra 1840-1990, der beskriver de forskellige stilarter inden for byggeriet. Der er fokus på det arkitektoniske udtryk og bygningshistorik. Der kan findes enkelte oplysninger om konstruktionsopbygning og materialer, men det er ikke det, der er hovedfokus.

Industriens bygningsarv: <http://bygningskultur2015.dk/industriarv>

Industriens bygningsarv er et Realdania-projekt, der beskriver og lokalisere industribygninger og områder i Danmark. Formålet har været at inspirere bygningssejere og kommuner til at genanvende industribygninger til nye formål i stedet for at rive dem ned. Forskellige typer industribygninger fra 1840-1975 er beskrevet. Fokus er at genanvende hele bygningen til nye formål, og oplysninger om konstruktionsopbygning og materialer er ikke meget detaljerede.

De beskrevne portaler – med undtagelse af det arbejde, der er gennemført i Genbyg Skive – er lavet med udgangspunkt i at beskrive bygninger og deres konstruktioner, men har ikke haft fokus på genanvendelse af ressourcer. Derfor er detaljeringsniveauet om materialer ikke særligt højt, og på nogle portaler skal man lede en del efter de specifikke oplysninger. Det vurderes, at særligt skemaet fra Gen Byg Data samt huseftersyn.info indeholder relevant information ift. materialer i bygningen.

For at undersøge om disse 2 portaler kan understøtte en konkret ressourcekortlægning af en specifik bygning er der taget udgangspunkt i Teknologisk Instituts case om en villa fra 1939. Villaen er gennemgået ift. opgørelsen fra Gen Byg Data og Huseftersyninfo for at se hvilke informationer, der kan opnås, hvis man står overfor at skulle ressourcekortlægge villaen.

I skemaet fra Projekt Gen Byg Data ses en beskrivelse, der passer på villaen, som er et længehus med gule mursten og tegltag, se FIGUR 3. Skemaet indeholder overordnede informationer om bygningstypen, men disse oplysninger kan også findes, hvis villaen søges frem via Google Maps.

funktionalismen		1920'erne til 1950'erne	en velfungerende bolig med enkle og rene linjer	typisk et muret (som regel gule blødstrøgne mursten) længehus med et teglbelagt saddeltag (røde mursten) og trævinduer. Facaden står enten som en rå-mur af mursten (blankt murværk) eller den er pudset og malet. Oprindeligt blev husets facader malet enten gule eller hvide.
-----------------	--	-------------------------	---	--

FIGUR 3. Udsnit af skema fra Gen Byg Data, der passer på casen om en villa fra 1939 (Skive kommune m.fl., 2017)

På Huseftersyninfo.dk er der mere detaljeret information om de enkelte bygningstyper. Dette ses i FIGUR 4. Vurderingen er, at informationen kan hjælpe med at danne et overblik over bygningen, men de sagsspecifikke oplysninger fra BBR og tegninger har langt højere værdi ift. den konkrete case.

Fundament

Statslånshusenes fundamenter og kældergulv er støbt af beton og er uden isolering.

Husene er tit udført med ½ kælder i den ene ende af huset og med krybekælder i resten af huset. Krybekælderen er opbygget med gulvbrædder på træbjælkelag hævet over jorden og som oftest med kun 20 mm isolering placeret imellem bjælkerne. Der er ventilationsriste i soklerne, som sørger for ventilation af krybekælderen.

Vægge

Ydervægge på statslånshusene er ofte udført som bærende og stabiliserende vægge af murværk med trådbindere (binderne sikrer forbindelsen mellem yder- og indermur). Der er normalt massivt murværk omkring vinduerne og dørhullerne.

Det udvendige murværk er blank mur (teglstensmur uden overfladebehandling). De indvendige vægge er typisk pudsede murstensvægge, slaggepladevægge eller bræddeskillevægge med rørvæv og puds.

Tag

Tagkonstruktionerne har ofte saksepær eller bjælkespær, som tillader en anden eller samme indvendige loftshældning som det udvendige tag (f.eks. 30 grader). Loftet er udført med forskalling, rørvæv og puds.

Der er murede gavle uden udhæng.

Ved høj tagrejsning består tagdækningen af teglsten, mens den ved mindre hældninger består af eternitskifer eller bølgeplader.

Etageadskillelser/gulve

Etageadskillelsen over kælderen er som oftest udført med trægulv på træbjælkelag med isolering mellem bjælkerne og herunder loft udført af forskallingsbrædder, rørvæv og puds.

Trægulvene er oftest gulvbrædder af fyr.

Installationer

Huset er oprindeligt opført med vand, afløb, el og centralvarme. Varme anlægget er næsten altid udskiftet.



FIGUR 4. Her ses, hvilke oplysninger der findes for en villa, der minder om villaen fra 1939 i huseftersyninfo.

Samlet set vurderes det, at det er muligt at danne sig et billede af hvilke materialer og konstruktioner, der kan forventes i en bygning, ved at se på byggestil og bygningsår for bygningen. Ofte vil dette dog være en baggrundsinformation, som ressourcekortlæggeren har på baggrund af erfaring og uddannelse. Der er således ikke hentet erfaringer fra casene om, at dette har været en tilgang, der er benyttet i ressourcekortlægningen.

Derudover kan bygningen være renoveret flere gange, og det vurderes, at det er ved udtræk af BBR-oplysninger, besigtigelse og tegningsgennemgang, at de mest værdifulde oplysninger om den specifikke bygning kan opnås. Det anbefales derfor, at der i en ressourcekortlægning lægges vægt på at indsamle dette materiale.

Oversigterne over byggestil er anvendelige til undervisningsbrug. Derudover kan de bruges som grundlag for at skabe et overblik over genanvendelsespotentialer for den samlede bygningsmasse eller lave nogle generelle beskrivelser af forskellige bygningers genanvendelsespotentiale ligesom det er gjort i projektet Gen Byg Data. Dette er dog en større øvelse, som ikke har ligget inden for rammerne af dette projekt.

7. Bygningsgennemgang

7.1 Overordnet metode

Ved at starte med at kortlægge tagkonstruktionen og gå nedefter i bygningen kan man opnå en god systematik og struktur på gennemgangen. Ligeledes kan man starte med at kortlægge bygningen udefra og herefter kortlægge bygningen indefra.

En bygningsgennemgang kan udføres ved at gennemgå følgende konstruktionsdele i bygningen:

- Tag (tagdækning, tagkonstruktion, isolering, tagrender, inddækning m.m.)
- Facader
- Fundament og terrændæk
- Døre og vinduer
- Lofter og etageadskillelser
- Indvendige vægge
- Gulv
- Installationer
- Inventar og løsøre

Bygningsgennemgangen kan med fordel kombineres med undersøgelsen for skadelige stoffer.

Materialeatlas fra InnoBYG indeholder en overordnet vurdering af genanvendelsespotentialet ift. miljøfremmede stoffer og kan bruges til at støtte bygningsgennemgang ud fra strukturen i atlasset (InnoBYG, 2016,2).

Hvis det er et større bygningskompleks kan det være en fordel at opdele bygningerne i zoner og gennemgå en zone ad gangen. I tilfælde af, at der er tale om et byggeri med tilbygninger, kan zonerne med fordel opdeles efter årstallet, hvor bygningen eller tilbygningen er opført.

Nedenfor ses en tjekliste til hvilke redskaber/værktøjer, som kan være brugbare i forbindelse med en bygningsgennemgang:

TABEL 5. Brugbare værktøjer til bygningsgennemgang

Redskaber/Værktøj
Afstandsmåler, tommestok, målebånd til opmåling
Kamera til billedokumentation
Indstiksmåler, Gannmåler eller Troxlersystem til fugtmåling
Værktøj til eventuelle destruktive indgreb
Tablet med skema til at notere oplysninger
Tegninger over bygningen

7.2 Identificering af ressourcer

Under bygningsgennemgangen skal de forskellige ressourcer identificeres. I TABEL 6 ses en tjekliste til hvilke identifikationer, der kan give relevante oplysninger om ressourcerne. Ressourcerne kan være placeret flere steder i bygningen. Tjeklisten er lavet baseret på erfaring, og er ikke udtømmende. Nogle oplysninger i tjeklisten kan også komme fra tegningsmaterialet.

TABEL 6. Tjekliste for identificering af ressourcer (alfabetisk rækkefølge)

Ressourcer	Se efter
Bjælker af jern/beton	Er der revner eller skader? Hvad er dimensionerne?
Gulvbrædder	Hvordan er gulvet fastgjort? Er der søm? Hvilken type er træet (eg, bøg m.m.)? Hvad er dimensionerne på brædderne?
Isolering	Hvilken type er der tale om (fx stenuld, glasuld)? Er det granulat eller bats?
Indvendige døre	Hvad er målene? Kan karmen tages af?
Konstruktionstræ	Samlinger. Er de tappet eller sømmet? Er der tegn på råd eller svamp? Er der tegn på overfladebehandling mod svamp? Hvad er dimensionerne på de enkelte dele af konstruktionen?
Mursten af tegl	Mørtel. Er det kalk eller cementmørtel? ¹ Forbandt. Hvordan er stenene lagt? Farve? Fuldmur eller hulmur? (kan ses på tegninger) Type? (kan evt. ses på tegninger)
Tagrender	Hvilket materiale er de lavet af (PVC, zink, mm)
Tagsten af tegl	Producent? (Se efter mærkning af tagsten) Understrygning (Hvilken type er anvendt? Kan det slås af?) Farve? Glasering?
Vinduer og facadedøre	Årstal i vinduesramme? Er trærammer på vinduer angrebet af råd? Hvad er dimensionerne?

¹ Det kan være svært at se, om mørtlen er kalk eller cement, men årstallet for hvornår bygningen er opført er en god indikation, idet mørtel før 1955 kan antages at være kalk og mørtel efter 1955 kan antages at være cement (Miljøprojekt nr. 1904, 2016), (Københavns Kommune, 2016, 3). Under bygningsgennemgangen kan der anvendes en lægtehammer eller andet lignende værktøj til at kradse i mørtlen for at se om mørtlen er bundet hårdt til stenen eller om mørtlen smuldrer (Lauritzen Advising, 2017, 1)

Eternitplader er ikke medtaget i den ovenstående tjekliste, selv om dette er en udbredt tagbelægning i den danske bygningsmasse. Da der mellem 1928-1988 blev brugt asbest i produktionen, er der fortsat usikkerhed omkring genanvendelse af eternitplader, men eternitplader uden asbest kan knuses og bruges som ubundet bærelag. Eternitplader er påført et produktionsnummer, og via produktionsnummer kan pladernes oprindelse spores, ligesom det er muligt at påvise asbest via prøvetagning. Dette er dog en del af miljøkortlægningen og ikke ressourcekortlægningen, og derfor er eternit ikke medtaget i oversigten.

7.3 Identificering af fugt

En bygningsgennemgang kan med fordel suppleres med en registrering af tegn på fugt, da der kan være sket en fugtphobning eller en tidligere fugtpåvirkning i materialerne, som kan give problemer med skimmelsvampevækst eller svække materialet. Begge dele kan have betydning for nye anvendelser af materialet.

Fugten kan stamme fra opstigende eller indtrængende grundfugt, vand-/rørskader, indtrængende regnvand og kondensering på kolde materialeoverflader.

For at kortlægge fugtigheden i materialerne kan der foretages fugtmålinger i materialerne. Målingerne kan foretages med følgende måleinstrumenter:

- Indstiksmåler, som kan anvendes til måling af fugtniveauer i træværk og delvist i gipsplader.
- Gannmåler, som kan anvendes til måling på de tunge konstruktioner.
- Troxlersystem, som anvendes til måling af fugt i dybden i de tunge konstruktioner.

Det er muligt, at der ikke kan måles fugt i konstruktionerne, men at der tidligere har været tilført fugt, som kan have forårsaget nedbrydning eller opkvældning af materialet eller vækst af skimmelsvampe i materialerne.

Visuelle tegn, der kan indikere, at der har været tilført fugt, kan være:

- Opkvældning af materialer
- Misfarvninger på overflader
- Nedbrydning af træværk
- Løstsiddende taper og/eller puds
- Skjolder
- Lugt.


7.4 Registreringsskema

Under bygningsgennemgangen skal de relevante oplysninger registreres. Det er en god ide at dokumentere sin gennemgang med billedmateriale. Et eksempel på et registreringsskema, der kan bruges i felten ses i TABEL 7. Hvis der laves miljøkortlægning samtidig, kan skemaet med fordel udbygges til at indeholde oplysninger om dette.

TABEL 7. Opbygning af registreringsskema, der kan bruges i felten

Foto	Lokalitet	Materiale	Tilstand	Mål (Mængde)	Vurdering i felten
Indsæt billede	Beskriv lokaliteten	Beskriv materialet	Lav en vurdering af tilstanden	Beskriv om mål stemmer overens med tegninger. Andre mål kan også registreres her.	Beskriv den indledende vurdering eller andre relevante kommentarer

I FIGUR 5 ses et eksempel på udfyldelse af et registreringsskema, og i Bilag 1 ses en skabelon for dette registreringsskema.

Foto	Lokalitet	Materiale	Tilstand	Mål (mængde)	Vurdering i felten
	Facader	Mursten	Murstenen er muret med cementmørtel, hvilket gør, at stenene ikke kan skilles ad	Opmåling stemmer med tegning	Udskæring i felter, mikrobølgeteknologi, knusning

FIGUR 5. Eksempel på hvordan et registreringsskema kan bruges.

Skemaets oplysninger kan med fordel indføres i eller kombineres med et regneark, der regner mængder ud. Et eksempel på et skema, der indeholder både registreringer og udregninger ses i FIGUR 6.

Kortlægning af materialer				Bilag 2 til kortlægningsrapport			
Oehlenschlägergade Skole							
1. september 2016							
Materiale	Placering Bygning	Enhed	Genbru Vægt, t	Genanv. Vægt, t	Andet Vægt, t	Problm. Vægt, t	Bemærkninger
Tagkonstruktion							
Skifereternit, 310 x 11= 341 m ²	3 og 4	18 kg/m ²					6,1 Indeh. Muligvis asbest. Ingen prøver, jf. MS rapport
Træ, lægler 1½x2,25", ca. 400 m ²	3 og 4	5 kg/m ²		2			Forbrænding, fis
Mineraluld, 3 og 4, 400 m ²	3 og 4	2 kg/m ²		0,8			Retur til producent
Stålspær og gitre, indiv. 4 stk.	4	1000 kg/stk.		4			
Bliklameller, 4, 65 m ²	4	10 kg/m ²					0,7 Pb og Zn forurenset
Tømmer, spær 7x7", 10 stk. ca. 100 m.	3, gl. bygning	15 kg/m	1,5				Groft skån, konstruktionen ikke bestemt
Tømmer, spær 3x6", 16 stk. ca. 160 m	3	10 kg/m	1,6				
Remme og stolper m.v.	3		0,5				
Remme og stolper m.v.	4		0,5				
Tagrender, nedløb, inddækning, hætter m.v.	3 og 4			1			Zink
Div. puds, beklædning m.v.					2		
Facader							
Murværk, 60 cm, 6 m højde ca. 180 m ³	4	1,7 t/m ³	150	150			50% mursten til genbrug
Murværk, 32 cm, øverste murværk ca. 70 m ³	4	1,7 t/m ³	60	60			Do.
Murværk, varierende højde og tykkelse ca 64 m ³	3	1,7 t/m ³	50	50			Do.
Murværk, skalmur, 6,5 m ³	3	1,7 t/m ³	6	6			D0. mørtel er "bastardmørtel", murstenen kan skilles.
Betonelementer	3			13			
Flamingo, gips, mineraluld m.v., 300 m ² , 30 m ³	3 og 4	0,2 t/m ³			6		32 cm hulmur, sten kan renses for mørtel
Fundamenter							
Granit, 63 m, 30 x 60cm	3 og 4	2,5 t/m ³	30				Inkl. dørtrin
Beton	3 og 4	2,4 t/m ³		60			Groft skån, ukendte konstruktioner
Murværk m.v.	4	1,7 t/m ³		20			Inkl. indre fundamenter
Membraner, isolering	3 og 4				0,5		
Vinduer og døre							
Små vinduer, 1,2 x 1,5, 3 og 4, 20 stk.	3 og 4	50 kg/stk.	0,8	0,2			NB 80 % genbrug
Store vinduer, 1,2 x 2m, 6 stk.	4	100 kg/stk.	0,5	0,1			NB 80 % genbrug
Flønde vinduer, 3 stk.	4	50 kg/stk.	0,2				NB 100 % genbrug
Vinduer, 10 stk.	3	50 kg/stk.			0,5		
Døre, 6 stk.	4	100 kg/stk.	0,6				3 nye døre
Dør	3	200 kg			0,2		
Terrændæk, aulv stue							

FIGUR 6. Eksempel på registreringskema, hvor der laves udregninger (Lauritzen Advising, 2017, 2)

I følgegruppen var der desuden flere andre eksempler på opbygning af skema. Disse kan ses i Bilag 3.

8. Databearbejdning

8.1 Mængdeberegninger

Når bygningsgennemgangen er udført er næste skridt at beregne de forskellige mængder af materialer.

En første indikation af mængderne kan fås ved at lave nogle generelle overslag, fx at en etage m^2 er 1-2 tons byggeaffald for henholdsvis en let og tung konstruktion (Lauritzen Advising, 2017, 1). I SBI anvisning om nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner findes mere detaljerede oplysninger om mængder af forskellige byggematerialer pr. etageareal, bl.a. for en københavnsk beboelsesejendom samt betonelementbyggeri (SBI, 1991, Tabel 11, 12 og 13).

Det bedste grundlag for mængdeberegningen er en målfast tegning, der er konfirmeret ved opmåling af bygningen.

For at bruge kortlægningen som grundlag for affaldsanmeldelsen, anbefales det, at mængdeberegninger laves for alle materialeenheder i ton. Til dette formål skal anvendes materialedensiteter.

Der findes erfaringsdata både hos nedrivningsvirksomheder og andre aktører i branchen om materialedensiteter, men der findes p.t. ikke et samlet opslagsværk med data om materialedensiteter til brug for omregning af affaldsmængder. Dette kunne være et nyttigt brancheværktøj, som vil give konsensus om data i branchen. I TABEL 8 er listet nogle forskellige densiteter, som kan anvendes. Det pointeres, at disse densiteter ikke er hentet i et opslagsværk, men er erfaringsdata fra branchen og derfor forbundet med usikkerheder.

TABEL 8. Eksempel på materialedensiteter. Erfaringsdata.

Alm mursten	Beton	Gips	Nåletræ (konstruktionstræ)	Løvtræ (eg, bøg mm)
1500 kg/m ³	2450 kg/m ³	900 kg/m ³	390 kg/m ³	630 kg/m ³

Hvis hensigten er at afsætte ressourcerne til genbrug anbefales det at bruge enheder og dimensioner, der beskriver materialets form og antal. Der ses nogle eksempler på dette i TABEL 9.

TABEL 9. Eksempel på enheder og oplysninger om udvalgte materialer til genbrug

Mursten	Tagsten	Konstruktionstræ	Gulv
Stk.	Stk.	lbm (løbende meter)	m ²
Farve	Farve	Dimensioner	Dimensioner
Type/dimensioner	Type/dimensioner		Træsart

Hvis murværk skal omregnes fra ton til stk., kan der bruges en omregningsfaktor på 2 kg/stk. (Københavns kommune, 2016,2). Det bemærkes dog, at murværk lægges i forskellige forbandter, hvilket har betydning for antallet af mursten, da nogle forbandter indeholder halve sten. I en case fra Teknologisk Institut var murstenene lagt i Kocks forbandt, hvilket betød, at der var 28 hele sten og 49 halve sten per m^2 facade (Teknologisk Institut, 2017).

8.2 Beskrivelse af markedet

Det resultat, der omhandler mængdeberegninger i ressourcekortlægningen, er et statisk resultat, der ikke ændrer sig. Anderledes forholder det sig, når ressourcekortlægningen skal forholde sig til markedet. Markedet er dynamisk og kan hurtigt ændre sig både ift. udvikling af teknologier, der muliggør nye former for genanvendelse, men også ift. de specifikke aktører på markedet og økonomien i den forretning, der er omkring genanvendelsen.

Et eksempel på, at markedet er svært at vurdere og ikke er statisk, er brugen af beton som tilslag. Størstedelen af beton anvendes i dag som nedknust materiale i anlægsprojekter, men der arbejdes p.t. i branchen på at forbedre

mulighederne for at anvende det som tilslag. Ved en vurdering af afsætningsmulighederne for beton i en ressourcekortlægning i dag vil anvendelsen i langt de fleste tilfælde blive vurderet som "nyttiggørelse", men dette kan hurtigt ændre sig. Brug af beton som tilslag vil desuden kræve et nærmere kendskab til den tekniske kvalitet af betonen.

Derudover vil der også være forskel på om der er tale om store offentlige byggerier med store mængder og mange ens elementer eller mindre villaer med små mængder. Det vurderes, at det i store byggerier med store mængder er nemmere at finde afsætningsmuligheder end i små projekter. I DM&E's projekt er det oplevet, at det er muligt at finde afsætning for mindre byggerier, når det gælder genbrug, men at det ikke i de aktuelle projekter er sket via systematiske salgskanaler (DM&E, 2017).

Ressourcekortlægningen skal forholde sig systematisk til markedet, og det anbefales derfor, at følgende parametre vurderes og samles i et skema:

- Nedtagning. Hvis elementer skal genbruges i hel form skal der gøres overvejelser om nedtagningsmuligheder. Se beskrivelse i afsnit 8.3.
- Anvendelse. Anvendelsesmuligheder skal vurderes efter affaldshierarkiet. Se beskrivelse i afsnit 8.4.
- Afsætning. Afsætningsmuligheder skal vurderes efter hvilke affaldsmodtager, der findes. Se beskrivelse i afsnit 8.5.

8.3 Vurdering af nedtagning

Muligheder for nedtagning af bygningselementer skånsomt er afgørende, hvis ressourcerne skal genbruges i hel form. For elementer, der skal genanvendes, er det afgørende, at ressourcerne kildesorteres. Der skal derfor gøres nogle overvejelser om muligheden for nedtagning i ressourcekortlægningen, og her er det en fordel at inddrage nedriveren.

Ikke alle materialer og konstruktioner er mulige at nedtage i hel form uden skader, så de kan genbruges. Der kan være et procentvist stort spild, som bør overvejes, ligesom de tidsmæssige og økonomiske aspekter i at nedtage skånsomt også bør overvejes.

Ved genbrug af træ er måden, som træet er samlet på vigtig. Sømmede konstruktioner kan være svære at skille ad. Eksempelvis kan gulvbrædder være udført med mange søm, som er en langsommelig proces at demontere. I et forsøg fra 1990-1992 med genbrug af konstrukstræ blev det fundet, at 61 % af træet kunne genbruges (Miljøstyrelsen, 1994). Et andet eksempel er fliser, der er opsat med en klæber, der gør det meget svært at få fliserne ned uden at de går i stykker.

I forhold til bygninger af murværk er det relevant at se på, om der er brugt kalk eller cementmørtel, da bygninger, der er muret med kalkmørtel, kan skilles ad igen. Fra omkring 1960 er kalkmørtlerne i stigende grad erstattet af cementholdige mørtler, og i dag opføres murværk stort set kun med cementrige mørtler. De cementrige mørtler gør det stort set umuligt at skille sten og mørtel ad igen uden at ødelægge stenene. Ny teknologi kan dog ændre på dette, og der bliver således forsket i om opvarmning af cementmørtel kan sprænge bindingerne i mørtelen (Ingeniøren, 2017).

Det har ligeledes betydning for adskillelsen om en mur er fuldmuret eller hulmuret. Hvis der er hulmur kan væggene nemmere vippes fra hinanden, mens at i en fuldmur er det svært at skille facadesten fra bagsten. Erfaringsmæssigt bliver højst 50 % mursten genbrugt (Lauritzen Advising, 2017, 1).

I en anvisning til bygningsbevaring er det beskrevet, at det ikke er unormalt, at 50-80 % af tegl-tagsten kan genbruges, afhængigt af alderen. Det er også beskrevet, hvordan stenene kan nedtages med et sliskesystem, som kræver 3-4 personer at betjene (Center for bygningsbevaring i RAADVAD, 2012).

8.4 Vurdering af anvendelsesmuligheder

En vurdering af genanvendelsespotentialet i ressourcekortlægning skal ske efter affaldshierarkiet og de definitioner, der ligger til grund for dette. Dette er for at sikre konsistens i begreberne og undgå misforståelser. Ved at der i ressourcekortlægningen bruges konsistente og officielle begreber kan dialogen mellem aktørerne foregå på et fælles forståelsesgrundlag. Der kan også skabes en fælles forståelse for, at der med ressourcekortlægningen stræbes efter at nå højeste trin i affaldshierarkiet. Der findes også andre begreber i branchen til at beskrive genanvendelse,

som upcycling og downcycling, men da disse begreber ikke har en definition i lovgivningen, anbefales det ikke at bruge dem i ressourcekortlægningen.

I affaldshierarkiet skelnes mellem forberedelse til genbrug og direkte genbrug, og i praksis er denne skelnen svær. En skelnen mellem de 2 begreber vil dog have betydning for om fraktionerne skal betragtes som affald under affaldslovgivningen (forberedelse til genbrug) eller om de skal anses som produkter (direkte genbrug). En praktisk skelnen mellem de 2 begreber kunne gå på, at inventar og løsøre fra bygningen, der kan fjernes uden de store nedrivningsoperationer, er direkte genbrug, mens de byggelementer, der kræver en nedrivning (om end en skånsom nedrivning), kan betegnes som forberedelse til genbrug, fx mursten og tagsten.

Ift. ressourcekortlægningen og anvendeligheden over for bygherre anbefales det at slå de to former for genbrug sammen. Således vil genanvendelsespotentialet være en skelnen mellem genbrug og genanvendelse. Affaldshierarkiet ses i FIGUR 7 sådan som det er illustreret på Miljøstyrelsens hjemmeside



FIGUR 7. Affaldshierarki, der kan anvendes til vurdering af anvendelsesmuligheder (Miljøstyrelsen, 2017)

Genbrug

Et materiale/produkt bruges igen i den samme form. Genbrug kan være løsøre og inventar (lamper, skabe, døre, vinduer, armaturer, vask, radiatorer, elinstallationer m.m.) eller dele af bygningen, som tagsten og mursten. Tømmer fra tagkonstruktion, der opskæres for at blive brugt igen til nyt tømmer, betegnes genbrug.

Genanvendelse

Affaldsressourcer neddeles, forarbejdes og indgår som råmateriale i produktionen af nye byggevarer. Dette kan være brugt stenuld, der kan oparbejdes til ny isolering, brugte gipspladser, der oparbejdes til nye gipsplader, træaffald, der bliver til spånplader, indsamlede metaller, der omsmeltes eller betontilslag til produktion af ny beton.

Nyttiggørelse

Nyttiggørelse inddeles i en nyttiggørelse af materialer og nyttiggørelse ved forbrænding, hvor nyttiggørelse af materialer har den højeste prioritet.

Materialer nyttiggøres til erstatning for andre materialer fx til opfyldning, hvor det erstatter jomfruelige råstoffer som jord, grus o. lign. Dette kan være nedknuet beton og tegl, der erstatter grus i anlægsprojekter

Energien i materialer nyttiggøres ved forbrænding, fx forurenede affaldstræ, der bortskaffes ved forbrænding under energjudnyttelse.

Deponi

Det affald, der ikke kan genbruges, genanvendes eller nyttiggøres på anden måde, skal deponeres på godkendte deponeringsanlæg. Dette kan f.eks. være asbestholdige materialer.

Det er vigtigt for ressourcekortlæggeren at holde sig opdateret om de forskellige muligheder, der er for genbrug og genanvendelse. Der eksisterer en del projekter, der beskriver anvendelsesmuligheder for affaldsfraktioner og som kan bruges til at hente viden eller få inspiration. I TABEL 10 kan et udvalg af disse projekter findes.

TABEL 10. Et udvalg af relevante opslagsværker, der kan benyttes til inspiration og som baggrund for at vurdere genanvendelsespotentialet, i alfabetisk rækkefølge.

Opslagsværker
Affaldsforebyggelse i byggeriet, forprojekt - Miljøprojekt nr. 1919, 2017
Genbyggestudier – Kunstakademiets arkitektskole, 2015
Idekatalog over nye designstrategier for genanvendelse – InnoBYG, 2016
Kortlægning af genbrugsmarkeder for byggematerialer – Cleancluster, 2015
Nordic Built Component Reuse – Vandkunsten, 2016
Videncenter for håndtering og genanvendelse af byggeaffald – www.vhgb.dk

I TABEL 11 ses en oversigt over materialer, der potentielt er egnet til genbrug og genanvendelse. Det er vigtigt at være opmærksom på, at der er tale om et potentiale og at listen ikke er udtømmende. Det kræver dels en konkret vurdering af, om der er miljøfremmede stoffer i materialerne og dels en konkret vurdering af materialernes specifikke tekniske kvalitet ift. bygge Lovgivningen, når materialer skal indarbejdes i nyt byggeri eller oparbejdes som nye byggematerialer. Fx vil de fleste vinduer ikke umiddelbart kunne bruges igen som vinduer på grund af energikrav eller på grund af indhold af miljøfremmede stoffer (PCB). Ligeledes er det vigtigt at være opmærksom på, at nye teknologier kan muliggøre nye genanvendelsesmuligheder.

TABEL 11. Potentielle genbrugs- og genanvendelsesmuligheder for materialer.

Genbrug	Genanvendelse
Bjælker af jern/beton	Beton
Gulvbrædder	Gips
Indvendige døre	Glas
Konstruktionstræ	Jern & Metal
Køkkener	Stenuld
Mursten	Tagpap (uden asbest)
Sanitet og armatur	Træ
Tagsten af tegl	
Vinduer	

8.5 Vurdering af afsætningsmuligheder

De overordnede muligheder for genbrug og genanvendelse af ressourcerne defineres således:

1. Ressourcer anvendes på samme sted. Anvendelsen kan være genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse.
2. Ressourcer anvendes i et andet specifikt projekt. Anvendelsen kan være genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse.
3. Ressourcer afleveres til en affaldsmodtager/genbrugsforhandler/ressourcehotel inden det anvendes igen. Anvendelsen kan være genbrug, genanvendelse eller nyttiggørelse.

Hvis ressourcer fra et byggeri skal bruges i et andet byggeri kræver det timing i tilrettelæggelse af de 2 projekter, og her vil et "ressourcehotel" kunne fungere som mellemstation. Ressourcehoteller, hvor ressourcer kan opbevares, inden de afsættes igen i nye projekter, er en mulighed, som forskellige aktører kan etablere.

En anden mulighed er en digital match-making portal, hvor ressourcekortlægningens resultater kan deles med andre, så der skabes overblik over hvilke ressourcer, der er til rådighed i de forskellige nedrivninger.

En del af projektet Gen Byg Data gik på at etablere en platform, der registrerer data om nedrivningsklare bygninger og deres potentielt tilgængelige ressourcer, og målet er at etablere en hjemmeside, der indeholder information om dels tilgængelige ressourcer, men også de ressourcer, der bliver tilgængelige i kommende nedrivninger (danskgenbyg.dk).

Derudover eksisterer der også et privat marked for genbrugsbyggevarer, som fx Den Blå Avis, og en del genbrugsforhandlere har hjemmesider, hvor deres genbrugsvarer vises.

8.6 Samlet vurdering ved brug af skema

De foregående beskrivelser vedrørende databearbejdningen og vurdering af nedtagning, anvendelse og afsætning kan beskrives i et skema for at systematisere oplysningerne. Dette skema kan bruges i afrapporteringen til bygherre. Opbygningen af skemaet kan ses i TABEL 12.

TABEL 12. Skema til brug for vurdering af ressourcer i et byggeri til brug for bygherre

KONSTRUKTIONSDDEL (angiv hvilken konstruktionsdel, der er tale om)

Materiale	Placering	Mængde	Nedtagningsmuligheder	Anvendelsesmuligheder	Afsætningsmuligheder	Kommentar
Beskrivelse af materialet	Beskriv den nærmere placering af materialet	Mængde angives. Ved genbrug angives dimensioner, se afsnit 8.1	Der angives en vurdering af nedtagningsmuligheder, se afsnit 8.3	Der vurderes en anvendelsesmulighed efter afaldshierarkiet, se afsnit 8.4	Der angives en vurdering af afsætningsmuligheder, se afsnit 8.5	Feltet bruges til at give vigtige kommentarer til bygherre, fx opmærksomhedspunkter om den tekniske kvalitet.

Skemaet kan bruges som det ser ud for hver fraktion for sig eller det kan samles i et stort skema for alle fraktioner. I FIGUR 8 ses et eksempel på udfyldelse af skemaet, mens der i Bilag 2 er indsat en skabelon for skemaet.

FACADE

Materiale	Placering	Mængde	Nedtagningsmuligheder	Anvendelsesmuligheder	Afsætningmuligheder	Kommentar
Røde mursten med kalkmørtel	Facade på hovedbygning, 1. sal	4400 stk. (løber) 6800 stk. (kopper)	Hulmur Skånsom nedtagning Forventet spild er 50 %	Genbrug efter rensning	Gamle Mursten	Vær OBS på den tekniske kvalitet af murstenene

FIGUR 8. Eksempel på udfyldelse af skema. Skemaet kan med fordel suppleres af et billede.

9. Perspektivering

Ressourcekortlægningen angiver et potentiale for genbrug og genanvendelse. I dialogen med følgegruppen blev det foreslået, at ressourcekortlægningen skal følges op af et teknisk tilsyn til at vurdere teknisk kvalitet, især på de ressourcer, der skal genbruges i bærende bygningsdele. Den tekniske kvalitet kan desuden også vurderes i forbindelse med test og prøvninger af ressourcerne, når de er udtaget af bygningen.

Ressourcekortlægningens resultater har potentiale til at indgå i matchmaking-portaler. Dette vil kræve en opgørelse af ressourcekortlægningens resultater i forhold til "materiale", "mængder" og "dimensioner" ledsaget af et foto. Ved at bruge kendte klassificeringssystemer inden for byggeriet (fx Sfb-systemet), kan resultaterne digitaliseres i et genkendeligt system.

I dialogen med følgegruppen blev der desuden foreslået et evalueringsværktøj som en del af kvalitetssikringen af en ressourcekortlægning. Dette værktøj skal samle op på ressourcekortlægningens resultater ift. hvad der er sket med ressourcerne, samt økonomien i genbruget eller genanvendelsen.

Der findes erfaringsdata både hos nedrivningsvirksomheder og andre aktører i branchen om materialedensiteter, men der findes p.t. ikke et samlet opslagsværk med data om materialedensiteter til brug for omregning af affaldsmængder. Dette kunne være et nyttigt brancheværktøj, som vil give konsensus om data i branchen.

I en case blev der fundet en mindre mængde PCB i træværk, og i den forbindelse har der været spørgsmål om, hvorvidt materialet kan bruges igen i et nyt byggeri, hvilket ikke blev afklaret i casen. En grænseværdi for, hvor meget PCB (og andre skadelige stoffer), der må være i genanvendte ressourcer i et nyt byggeri, har derfor været efterspurgt, da den nuværende grænseværdi for PCB går på nyttiggørelse af nedknust beton og tegl som erstatning for primære råstoffer i bygge- og anlægsarbejder. Som det er nu skal andre anvendelser vurderes i forhold til POP forordningen, og må ikke anvendes eller markedsføres, hvis der er tale om "utilsigtet sporforurening".

10. Referencer

- Bygningskultur Danmark. <http://bygningskultur.dk/stilguide/#1187>.
- Center for bygningsbevaring i RAADVAD, 2012. Genbrug og genoplægning af gamle teglsten, Søren Vadstrup. Anvisninger til bygningsbevaring.
- Cleancluster, 2015. Kortlægning af genbrugsmarkeder for byggematerialer.
- Dansk Byggeskik. www.danskbyggeskik.dk.
- Danske bygningsmodeller. www.danskebygningsmodeller.dk
- DJ Miljø & Geoteknik, 2017. Interview med Allan Kastrup, Janus Poulsen og Jonas Bergenholz samt supplerende materiale.
- DM&E, 2017. Interview med Søren Christensen over mail.
- Huseftersyninfo. www.huseftersyninfo.dk.
- Industriens bygningsarv: <http://bygningskultur2015.dk/industriarv>.
- Ingeniøren, 2017. Mursten skal en tur i mikroen for at blive genbrugt. Artikel d. 8. december 2017.
- InnoBYG, 2016, 1. Idekatalog over nye designstrategier for genanvendelse.
- InnoBYG, 2016, 2. Materialeatlas.
- Kunstakademiets arkitektskole, 2015. Genbyggestudier.
- Københavns Kommune, 2016, 1. Miljø i byggeri og anlæg.
- Københavns Kommune, 2016, 2. Oehlenschlägersgades Skole. Kapacitetsudvidelser. Nedrivning af bygning 4 og tilbygning til bygning 3. Kortlægning af ressourcer.
- Københavns Kommune, 2016, 3. Genbrug af mursten.
- Københavns Kommune, 2017. Interview med Johnny Christensen.
- Lauritzen Advising, 2017, 1. Interview med Erik Lauritzen.
- Lauritzen Advising, 2017, 2. Konkrete eksempler på ressourcekortlægning. Oplæg hos Dakofa d. 14. september 2017.
- Miljøprojekt nr. 1919, 2017. Affaldsforebyggelse i byggeriet.
- Miljøprojekt nr. 1962, 2017. Projekt om selektiv nedrivning.
- Miljøprojekt nr. 1904, 2016. Samfundsmæssig analyse af genbrug af mursten.
- Miljøstyrelsen, 1994. Genanvendelse af konstruktionstræ i forbindelse med nedrivning og renovering af beboelses-ejendomme. Arbejdsrapport nr. 54.
- Miljøstyrelsen, 2017. Affaldsspand. Beskrivelse af affaldshierarkiet på Miljøstyrelsens hjemmeside, www.mst.dk.
- SBI, 1991. Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner. Anvisning nr. 171.
- Skive kommune mfl., 2017. Projekt Gen Byg Data om datadrevet genanvendelse af byggematerialer.
- Teknologisk Institut, 2017. Materiale fra kortlægning af genanvendelsespotentialer på 3 bygninger.
- Vandkunsten, 2016. Nordic Built Component Reuse.
- Videncenter for håndtering og genanvendelse. www.vhgb.dk.

Bilag 1. Skabelon for registreringskema i felten.

Stamdata	Bygningsår	Bygningstype	Areal	Tilbygninger	Bemærkninger

Foto	Lokalitet	Materiale	Tilstand	Mål (mængde)	Vurdering/kommentar I felten
Tagkonstruktion (tagdækning, tagkonstruktion, isolering, tagrender, inddækning m.m.)					
Facader					
Fundament og terrændæk					
Vinduer og døre					
Lofter og etageadskillelse					
Indvendige vægge					
Gulv					
Installationer					
Inventar og løsøre					

Flere rækker kan tilføjes under den enkelte konstruktionsdel.

Bilag 2. Skabelon for vurderingsskema til bygherre

Stamdata	Bygningsår	Bygningstype	Areal	Tilbygninger	Bemærkninger

Materiale	Placering	Mængde/ Dimensioner (se afsnit 8.1)	Nedtagning- muligheder (se afsnit 8.3)	Anvendelses- muligheder efter af- faldshierarkiet (se afsnit 8.4)	Afsætning- muligheder (se afsnit 8.5)	Kommentar
Tagkonstruktion (tagdækning, tagkonstruktion, isolering, tagrender, inddækning m.m.)						
Facader						
Fundament og terrændæk						
Vinduer og døre						
Lofter og etageadskillelse						
Indvendige vægge						
Gulv						
Installationer						
Inventar og løsøre						

Flere rækker kan tilføjes under den enkelte konstruktionsdel. Skemaet kan med fordel suppleres af billedmateriale.

Bilag 3. Eksempler på registreringskema

Eksempel på opbygning af registreringskema med udregninger fra DM&E (DM&E, 2017)

Materiale	Placering	Materiale	Genbrug	Genvendelse	Nyttiggørelse	Depon/destrukti	Supplerende oplysninger				Bemærkninger	
							Angiv [ton]	Dimension HxBxL [m]	Mængde	Enhed		Anslået værdi
Tagkonstruktion												
Tegl sten		Tegl			14			3754	stk.			Tagstenene fremstår slidte. Vurderes ikke
Spærhoved		Træ	1.2					26	stk.			
Hanebånd (tagrum)		Træ	0.4					13	stk.			Generelt vurderes træet at have en god besk
Hanebånd (loftkonstruktion)		Træ	0.8					13	stk.			
Lægter + div træ i tagkonstruktion		Træ			0.8			40	stk.			
Tagplader (Asbestholdig)		Eternit/asbest			0.1			5.5	m2			*** asbestholdig if. miljøkortlægningen
Udhæng + Dør i gavl (taglem)		Træ			0.2							*** farligt affald if. miljøkortlægningen
Isolering tagrum		(Mineraluld)			0.2			126	m2			Materiale (Stenuld/Glasuld) ikke fastslået. Ka

Eksempel på opbygning af registreringskema med udregninger fra DJ Miljø & Geoteknik, 2017 (DJ Miljø & Geoteknik, 2017)

2. Mængder															
Materialer	Byg nr.	stk. m ² læng. cm	stk. m ² bred. cm	stk. m ² tyk. cm	Bestrøelse	Placering	Bygningsdel	Overfladebehandlet/målet?	Angivet forurening j/m ² miljøscreening	Højde/længde i m	Bredde i m	Tyktelse i cm	Stk.	Mængde	Noter/filiale nr.
BETON															
Beton															
Betongulv	1					Gang, zone 1	Gulv	Nej		2,6	2,5	11	-	Enhed: m ²	
Betongulv	1					Gang, zone 2	Gulv	Nej		2,6	2,5	11	-	10,008	
Betongulv	1					Gang, zone 3	Gulv	Nej		2,6	2,5	11	-	13,275	
Betongulv	1					Gang, zone 3	Gulv	Nej		2,6	2,5	11	-	17,325	
Terrændæk	1					Under gulv, zone 1	Gulv	Nej		2,6	10,5	11	-	67,568	
Terrændæk	1					Under gulv, zone 2	Gulv	Nej		2,6	10,5	11	-	103,95	
Terrændæk	1					Under gulv, zone 3	Gulv	Nej		2,6	10,5	11	-	67,568	
Betongulv	2					Kælder, ved hovedindgang	Gulv	Nej		14	4	11	-	13,96	
Betongulv	2					Kælder, gang syd	Gulv	Nej		10	2,5	11	-	6,1875	
Betongulv	3					Gang, zone 1	Gulv	Nej		2,2	2,5	11	-	13,613	
Betongulv	3					Gang, zone 2	Gulv	Nej		34	2,5	11	-	21,038	
Betongulv	3					Gang, zone 2 vest	Gulv	Nej		13	4	11	-	12,87	
Betongulv	3					Gang, zone 3	Gulv	Nej		22	2,5	11	-	13,613	
Terrændæk	3					Under gulv, zone 1	Gulv	Nej		23	10,5	11	-	59,771	
Terrændæk	3					Under gulv, zone 2	Gulv	Nej		40	10,5	11	-	103,95	
Terrændæk	3					Under gulv, zone 3	Gulv	Nej		28	10,5	11	-	67,568	
Terrændæk	5					Hele bygningen	Gulv	Nej		36	10	11	-	89,1	
Børstebeton															
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Enhed: m ²	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MURSTEN															
Mursten															
Mursten	1	22,8	10,8	5,4	Gulv mursten kalkmørtel	Ydervæg	Ydervæg A	Nej		2,5	222	3	3	30547	
Mursten	1	22,8	10,8	5,4	Nord + syd Gavli	Indervæg	Indervæg	Nej		2,5	247	1	1	37050	
Mursten	1	22,8	10,8	5,4	Øst + vest Gavli	Gavli	Gavli	Nej		5	26	3	3	11570	
Mursten	1	22,8	10,8	5,4	Fundamenter indervæg	Gavli	Gavli	Nej		5	26	3	3	11570	
Mursten	1	22,8	10,8	5,4	Fundamenter indervæg	Indervæg	Kældervæg	Ja		1	222	3	3	39516	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Ydervæg, stueetage	Ydervæg	Ydervæg A	Nej		2,5	250	2	2	29750	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Indervæg, stueetage	Indervæg	Indervæg	Nej		2,5	124	3	3	18584	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Indervæg, kælder	Kældervæg	Kældervæg	Nej		2,5	127	1	1	18060	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Indervæg, kælder	Kældervæg	Kældervæg	Nej		2,5	124	3	3	55180	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Gavli og Øst	Indervæg	Kældervæg	Nej		2,5	204	3	3	94780	
Mursten	2	22,8	10,8	5,4	Gavli og Øst	Indervæg	Gavli	Nej		2	26	3	3	11570	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Gavli og Øst	Indervæg	Gavli	Nej		2	26	3	3	11570	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Ydervæg, byg 3	Ydervæg	Ydervæg A	Nej		3,5	216	3	3	41751	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Indervæg, byg 3	Indervæg	Indervæg	Nej		2,5	351	1	1	52650	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Indervæg, kælder	Indervæg	Kældervæg	Nej		2,5	28	3	3	12460	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Indervæg, kælder	Indervæg	Indervæg	Nej		2,5	9	1	1	1350	
Mursten	3	22,8	10,8	5,4	Fundament, ydervæg	Fundament, ydervæg	Kældervæg	Ja		1	216	3	3	39448	

Ressourcekortlægning af bygninger

Rapporten beskriver mulige krav til indholdet og udførelse af en ressourcekortlægning, dvs. den opstiller rammerne for, hvilke elementer en konkret ressourcekortlægning skal/kan indeholde, herunder hvilke konkrete værktøjer, der kan anvendes til udarbejdelse af kortlægningen.



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk