



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører - Gør branchen fremtidssikret

December 2019

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Søren Christensen

Sebastian Skipper Ravn

Danske Maskinstationer og Entreprenører, DM&E

ISBN: 978-87-7038-149-9

Indhold

Forord	6
Sammenfatning	7
1. Indledning	8
1.1 Baggrund	8
1.2 Formål, mål og succeskriterier	8
1.3 Gennemførelse	9
1.3.1 Arbejdspakke 1: Uddannelse	10
1.3.2 Arbejdspakke 2: Øget ressourceeffektivitet og afsætning	10
1.3.3 Arbejdspakke 3: Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelse	11
2. Uddannelse af virksomheder i CØ	12
2.1 Information og vidensdeling	12
2.2 Uddannelse af virksomheder	12
2.3 Erfaringer	12
3. Bedre økonomi	14
3.1 Cirkulær forretning i nedrivningsbranchen	14
3.2 Demonstrationsprojekter	15
3.2.1 Beskrivelse af demonstrationsprojekter	16
3.2.2 Ressourcekortlægning	17
3.2.3 Dataanalyser – resultater og erfaringer	18
3.2.3.1 Forudsætninger for dataanalyser	19
3.2.3.2 Sammenstilling af dataanalyser fra CØ-nedrivninger	21
3.2.3.3 Sammenstilling af dataanalyser fra traditionelle nedrivningsprojekter	24
3.3 Markedsføring og nye forretningsmodeller	25
3.4 Erfaringer	27
4. Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelse	28
4.1 ERFA og vidensdeling	28
4.2 Kompetencecenter og sekretariat	28
4.3 Vejledninger og værktøjer	28
4.4 Erfaringer	28

Bilag 1 – Oversigt arrangementer afholdt

Bilag 2A-C – Casebeskrivelse CØ-nedrivninger

Bilag 3A-C – Casebeskrivelse traditionelle nedrivninger

Forord

Miljøstyrelsen annoncerede medio 2016 under overskriften *"Cirkulær forretning - gør branchen fremtidssikret"* et udbud, hvor brancheforeninger kunne ansøge om tilskud til at fremme cirkulær forretning i den pågældende branche og blandt brancheforeningens medlemsvirksomheder. Brancheforeningen Danske Maskinstationer & Entreprenører (DM&E) ansøgte med baggrund i udbuddet tilskud til en række aktiviteter, som skulle bidrage til at nå de i ansøgningen nærmere fastsatte mål.

Projektet er gennemført i regi af DM&E og i samarbejde med Erik Lauritzen fra Lauritzen Advising, der har fungeret som ekstern konsulent i forbindelse med gennemførelsen.

Tidsmæssigt forløber projektet fra opstart ultimo 2016 og til afslutning 2020. Medio 2019 afrapporteres de gennemførte aktiviteter, herunder foreløbige opnåede resultater og erfaringer gennem nærværende rapport.

Der er ved projektopstart nedsat en Styregruppe bestående af DM&E's branchedirektør Bent Juul Jørgensen, konsulent i DM&E Søren Christensen, rådgiver Erik Lauritzen, Lauritzen Advising samt 4 medlemsvirksomheder. Derudover har der løbende været afholdt møder med Miljøstyrelsen omkring projektets fremdrift ligesom der løbende er sket delrapportering. Projektbeskrivelsen og organisering er nærmere beskrevet i bilag 1.

Kort om DM&E

Danske Maskinstationer og Entreprenører er en brancheforening, som samler ca. 720 små- og mellemstore virksomheder inden for maskinstations-, entreprenør-, kloakmester- og skoventreprenørområdet i en professionel og synlig brancheorganisation. Organisationens er kendt som videnscenter med et højt og personligt serviceniveau, samt aktiv rådgivning af sine mere end 730 medlemmer. Herfra tilføres medlemsvirksomhederne stor nytteværdi gennem adgang til specialiserede ydelser og aktiv politisk interessevaretagelse. DM&E sikrer bl.a., at medlemsvirksomheder bliver opdateret på de lovgivningsmæssige krav og forhold, der vedrører deres branche, samt at de får den rådgivning, de efterspørger.

En betydelig del af DM&E medlemsvirksomheder udfører nedrivningsopgaver i større eller mindre grad. En del af de virksomheder, der udfører nedrivningsopgaver, betegner sig som nedriver, mens en stor del betegner sig som entreprenører.

Sammenfatning

DM&E har gennem projektet "Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører" opnået en række værdifulde erfaringer, som kan danne grundlag for det videre arbejde med at højne og forbedre genanvendelse af bygge- og anlægsaffald. Der er gennem forløbet skabt mange kontakter bredt blandt aktører og interessenter i værdikæden, og ikke mindst opnået stor vidensdeling, der har været med til at realisere konkrete projekter og tiltag.

DM&E's medlemsvirksomheder har generelt vist stor interesse for cirkulær forretning i forbindelse med nedrivning, således har søgningen til de kurser og temadage, der er arrangeret som en del af dette projekt, været større end ventet. Der er gennem perioden afholdt 6 arrangementer som har behandlet emner indenfor bl.a. nedrivning, genanvendelse og afsætningsmuligheder. Ud over medlemsvirksomheder har også en række andre virksomheder og aktører været involveret enten som deltager eller indlægsholder.

Under projektforsløbet er der identificeret i alt 6 egnede nedrivningsprojekter. 3 projekter er gennemført som almindelige traditionelle nedrivninger, hvor der ikke er foretaget særlige initiativer for at øge eller forbedre genanvendelsen. Disse 3 projekter er valgt for at opsamle konkrete data for den nuværende situation både med hensyn til genanvendelsespotentialer, affaldsmængder, tids- og ressourcforbrug samt logistik. 3 projekter er gennemført på en måde, hvor der er taget særlige initiativer for at højne eller forbedre genanvendelsen; CØ-nedrivninger. I nogle af projekterne er der kigget på alle materialefraktioner, mens andre kun har koncentreret sig om enkelte fraktioner, eksempelvis trækonstruktioner. Der er opsamlet kvantitative data på alle ovenstående projekter. De opsamlede data er benyttet til at opstille kalkulationer, mængdeberegninger, genanvendelsesprocenter og CO₂-regnskaber til senere analysearbejde og sammenligninger.

For de 3 CØ-nedrivningsprojekter kan der opnås en CO₂ besparelse kontra traditionel nedrivning. Størrelsen af besparelse beror på, hvilke materialer som er mulige at genbruge fra det pågældende nedrivningsprojekt. Omkostninger forbundet med CØ-nedrivningen kontra traditionel nedrivning er større, men i sager, hvor der er mulighed for en vis omsætning i form af efterfølgende materialesalg kan den totale omkostning godt være rentabel for CØ-nedrivningen kontra den traditionelle nedrivning. Hvor stort et materialesalg der skal til for at CØ-nedrivningen kan konkurrere med den traditionelle nedrivning på pris er meget forskellig fra sag til sag og kan ikke entydigt besvares i denne rapport.

En af de største udfordringer med implementering af cirkulær forretning indenfor bygge- og anlægsaffald er at afsætte nedrivningsmaterialer og produkter højere oppe i affaldshierarkiet end man gør i dag, og stadig opnå den samme eller en bedre økonomisk forretning. Derfor har DM&E med demonstrationsprojekterne forsøgt at kigge på om øget sortering og nænsomhed i nedrivningsprocessen, kan højne værdien af materialerne og dermed afsættes til højere værdi og eventuelt til alternative aftagere. Ift. afsætningen og håndteringen af disse materialer forekommer der stadig en stor mangel på viden, og manglende erfaring med dette udgør en af de største udfordringer.

1. Indledning

1.1 Baggrund

Viden omkring cirkulær økonomi (CØ) vurderes generelt set at være meget begrænset hos de mindre entreprenørvirksomheder i Danmark. Sammenholdt med at CØ er meget højt på dagsordenen hos både nationale og lokale myndigheder samt på europæisk plan, gør den manglende viden, at de små- og mellemstore virksomheder risikerer at miste et nuværende marked og samtidig gå glip af fremtidige forretningsområder. Derfor er viden og omstilling nødvendig. Ligeledes vil Regeringens strategi for cirkulær økonomi i høj grad bidrage til yderligere fokus på den cirkulære omstilling i fremtiden, hvilket sætter større krav til vidensopsamling hos de mindre virksomheder.

Et kendetegn ved mange af DM&E's medlemsvirksomheder er, at de i stor grad opererer i landkommuner og yderdistrikter, hvor geografien er en udfordring og nye forretningsmodeller er svære at udbrede, men nødvendige at etablere, hvis der forsat skal sikres vækst og udvikling i disse områder.

Generelt er de små- og mellemstore entreprenørvirksomheder yderst kompetente og professionelle virksomheder, men organiseringen og størrelsen gør, at de har svært ved afse ressourcer til selv at udtænke og etablere nye forretningsmodeller. Dette gælder i særdeleshed, når man taler om cirkulær forretning. Derudover ligger der store uudnyttede kompetencer og potentialer i den enkelte mindre virksomhed, som virksomheden måske ikke kan udnytte alene, men muligvis i samarbejde med andre virksomheder.

DM&E har god erfaring med facilitering af erfaringsudveksling virksomhederne imellem, samt dannelse af faglige netværksgrupper og mere formelle ERFA-grupper med færre virksomheder i hver gruppe. Vi ser store muligheder i at virksomhederne deler viden og kompetencer.

Bygge- og anlægsaffald udgør en meget stor del af det affald, der produceres i Danmark. På den enkelte nedrivningsentreprise udgør bortskaffelse af bygge- og anlægsaffald ligeledes en stadig stigende del af budgettet på en nedrivningsopgave. Det vurderes at bortskaffelse udgør op mod 20% af de samlede udgifter til en nedrivning, hvilket derfor er en væsentlig parameter økonomisk set.

1.2 Formål, mål og succeskriterier

Projektets formål og overordnede mål er at indføre cirkulær økonomi i DM&E's medlemsvirksomheder, der arbejder med nedrivning og håndtering af bygge- og anlægsaffald med henblik på øget vækst og beskæftigelse samt øget ressourceeffektivitet med hensyn til genanvendelse af bygge- og anlægsaffald og reduktion af CO₂ i forbindelse med nedrivning og transport af materialer og produkter. Projektbeskrivelse fremgår af bilag 1.

Projektets mål frem mod år 2020 er i hovedpunkter,

1. Uddannelse af branchens virksomheder i cirkulær økonomi herunder:
 - at styrke vidensniveauet og opmærksomheden omkring cirkulær økonomi generelt hos DM&E's medlemsvirksomheder
 - at uddanne de virksomheder, som producerer bygge- og anlægsaffald typisk i forbindelse med nedrivningsopgaver, i cirkulær forretning
2. Bedre økonomi ved øget ressourceeffektivitet og afsætning af nedrivningsprodukter herunder:

- at øge genanvendelse og reducere affald ved optimering af ressourceeffektiv nedrivning og håndtering af materialer og ved langsigtet proaktiv planlægning,
 - at reducere omkostninger til affaldshåndtering og øge fortjenesten ved at markedsføre genbrugelige/genanvendte ressourcer samt lettere forurenede materialer som substitution af naturlige råstoffer og byggevarer,
 - at øge produktion og afsætning af nedrivningsprodukter gennem dialog og samarbejde mellem offentlige og private bygherrer, entreprenører og andre aftagere af affald,
 - at øge produktion og afsætning af materialer fra nedrivninger ved markedsføring og udvikling af nye forretningsmodeller for cirkulær forretning,
3. Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelsen blandt DM&E's virksomheder herunder:
- at styrke vidensdeling om cirkulær forretning mellem mindre entreprenørvirksomheder ved etablering af regionale ERFA-grupper,
 - at etablere et fælles CØ-kompetencecenter/sekretariat, der kan formidle viden og erfaringer om cirkulær økonomi,
 - at udarbejde og udgive vejledninger og værktøjer til fremme af CØ og cirkulær forretning.

Projektets succeskriterier frem mod 2020 er følgende:

Ad. 1.

- at 75% af DM&E's medlemsvirksomheder har kendskab til og forståelse for CØ, og at størst muligt antal, dog mindst 40, af de medlemsvirksomheder, der arbejder med bygge- og anlægsaffald, har deltaget i og modtaget undervisning i cirkulær forretning.

Ad. 2.

- at mindst 95% (vægt) af ren og lettere forurenede beton, tegl, glas, træ, jern og metal fra nedrivning genbruges eller genanvendes.
- at højst 2% (vægt) deponeres eller sendes til særlig behandling.
- reduktion af udgifter til affaldsbortskaffelse med mindst 10%.
- inddragelse af bygherrer i afsætning af materialer i flest mulige tilfælde og mindst 50% af entrepriserne.
- udvikling af mindst tre forretningsmodeller for afsætning af produkter/fraktioner til genbrug/genanvendelse, fx beton, mursten, tagpap, glas, gips, mineraluld og træ.

Ad. 3.

- etablering af to ERFA-grupper.
- etablering af CØ-kompetencecenter/sekretariat i DM&E's kontor i Vejle.
- udgivelse af vejledning i form af Pixi og værktøjer som særskilt del af DM&E's hjemmeside, og som anvendes i uddannelse, jf. Mål 1.

1.3 Gennemførelse

Projektet er gennemført i perioden fra november 2016 til marts 2019 i tre arbejdsplaner, hvori aktiviteterne for opnåelse af ovenstående tre hovedmål er beskrevet. De tre arbejdsplaner er:

Arbejdsplan 1: Uddannelse

Arbejdsplan 2: Øget ressourceeffektivitet og afsætning

Arbejdsplan 3: Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelse

Arbejdspakkernes aktiviteter har været rettet mod både DM&E's medlemsvirksomheder, men i høj grad også andre aktører og interessenter inden for området, herunder bl.a. kommuner, regioner, affaldsbehandlere, producenter af byggevare samt andre relevante initiativer og projekter, som beskæftiger sig med CØ inden for byggeriet.

1.3.1 Arbejdspakke 1: Uddannelse

Under projektforsløbet er der afholdt en række kurser og temadage målrettet DM&E's medlemsvirksomheder. Formålet med både kurserne og temadagene er at inspirere og øge viden omkring mulighederne for øget genanvendelse, herunder afsætning via kendte og nye afsætningsmuligheder. For at sikre øget genanvendelse er det vigtigt før nedrivning at kortlægge både ressourcer og miljøfarlige stoffer, hvilket også har været centrale emner på de gennemførte kurser og temadage. Oversigt over arrangementer fremgår af bilag 2.

1.3.2 Arbejdspakke 2: Øget ressourceeffektivitet og afsætning

Demonstrationsprojekter

Under denne arbejdsplan er der identificeret, gennemført og analyseret en række demonstrationsprojekter. Formålet med gennemførelse af demonstrationsprojekterne er at få konkret viden og praktiske erfaringer, når man taler om cirkulær økonomi i sammenhæng med mindre nedrivninger som f.eks. énfamiliehuse, mindre erhvervsbygninger og landbrugets driftsbygninger. Netop disse bygninger er typisk kendetegnet ved små mængder af mange forskellige materialefraktioner, hvilket kan være en udfordring i forbindelse med afsætning samt logistik og transport i relation til højere grad af udtagning til genbrug og øget udsortering mv.

Identifikation af nedrivningsprojekterne er sket både gennem forespørgsler blandt medlemsvirksomheder eller efter henvendelse fra kommuner, som gennem DM&E's informationskampagne er blevet bekendt med nærværende projekt. De demonstrationsprojekter, der er identificeret gennem medlemsvirksomheder, er alle identificeret efter entreprenøren har indgået aftale med bygherren om nedrivning, mens der ved de demonstrationsprojekter, som er identificeret efter henvendelse fra en kommune, endnu ikke var indgået aftale mellem bygherre og entreprenør. Ved sidstnævnte har det været muligt i et vist omfang at påvirke udbuddet og processen med henblik på højere og bedre genanvendelse, hvilket også har været et delmål.

Der er gennemført i alt 6 demonstrationsprojekter. Der er som udgangspunkt gennemført to typer nedrivninger:

- 3 udført som almindelige nedrivninger til påvisning af nuværende model.
- 3 udført som hel eller delvis nænsom nedrivning til påvisning fremtidig forretningsmodel for CØ.

På størstedelen af de gennemførte projekter er der lavet en grundig dataanalyse, hvor forbrugt tid og ressourcer i forbindelse med nedrivning og transport mv. er registeret og dokumenteret ligesom affaldsmængder og affalds- og materialestrømme er registeret.

Udover ovenstående har DM&E samarbejdet med Kolding Kommune i forbindelse med gennemførelse af et Clean projekt¹ om nedrivning af den gamle kaserne og opførelse af en ny in-

¹ CLEAN Genanvendelse af byggeaffald – Udbud ved konkurrencepræget dialog, 2015 – (ikke afsluttet) omfattende nedrivning af CF-kaserne, Kolding, hus i Faxe, og genanvendelse af beton efter nedrivning af ARC udtjente forbrændingsanlæg.

stitution. Desuden har vi mod slutningen af dette projekt været med i opstart og ageret følge-gruppe i flere konkrete projekter hos Middelfart Kommune og Bornholms Regionskommune. Hvor erfaringerne fra ovenstående gennemførte projekter er udnyttet.

Markedsføring og nye forretningsmodeller

En udfordring for mange mindre entreprenørvirksomheder er, at de har svært ved at afsætte ressourcer til afdækning af nye forretningsmodeller herunder gå i dialog med helt nye parter, hvilket er en forudsætning for at implementere og løfte CØ-dagsordenen. Derfor har et af målene med projektet også været at komme i dialog med både nuværende og potentielle aftagere af materialer og produkter, fra de mindre nedrivninger og ikke mindst komme i dialog med f.eks. bygherre før nedrivningen, så opgaven kan udbydes og planlægges på en måde så afsætningen kan optimeres.

1.3.3 Arbejdspakke 3: Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelse

Arbejdspakke 3 indeholder flere mindre og overordnede delaktiviteter herunder:

- Oprettelse af ERFA-grupper om CØ.
- Etablering og drift af CØ-kompetencecenter og sekretariat.
- Udarbejdelse af vejledninger og værktøjer.

Tanken bag etablering af ERFA-netværksgrupperne, i forlængelse af de øvrige aktiviteter i projektet, er at sikre vidensdeling og fokus på cirkulær forretning inden for nedrivningsområdet også fremadrettet. Formålet med ERFA-netværksgrupperne er desuden at være katalysator for øget samarbejde og vidensdeling med henblik på bedre kompetence- og ressourceudnyttelse.

Et af målene med projektet er desuden at udvikle små hjælpeværktøjer til hjælp for medlemsvirksomheder og andre. Gennem projektførelsen er der bl.a. udviklet et skema til ressourcekortlægning og affaldsopgørelse, skematikker til digital kvalitetssikring af nedrivningsopgaver, arbejdsmiljøkort, kalkulationseksempler samt en minivejledning.

2. Uddannelse af virksomheder i CØ

2.1 Information og vidensdeling

For mange mindre virksomheder er begrebet cirkulær økonomi generelt svært at relatere til, ikke mindst rent forretningsmæssigt. Med det formål at øge interessen for Cirkulær forretning igangsatte DM&E, derfor som kick-off på projekt "Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører", en informationskampagne. Kampagnen var målrettet både medlemsvirksomheder internt i DM&E, men i høj grad også eksterne interessenter og mulige parter. Kampagnen resulterede bl.a. i flere henvendelser fra kommuner, regioner og andre organisationer, hvor der også senere er indledt et samarbejde omkring udvikling af cirkulær forretning.

2.2 Uddannelse af virksomheder

Gennem projektforsløbet er der afholdt en række kursusaktiviteter både i form af temadage og workshops. Da der ikke findes eksakt eller entydig viden og modeller for, hvorledes cirkulær forretning kan implementeres i forbindelse med nedrivning af eksempelvis småhuse og driftsbygninger, har en stor del af aktiviteterne været en blanding af grundlæggende viden om cirkulære principper for håndtering af bygge- anlægsaffald. Aktiviteterne har fokuseret på viden om miljøfarlige stoffer og deres indvirkning på genbrug og genanvendelse, inspirationsindlæg om muligheder, oplæg til debat og dialog, samt mere konkrete eksempler på materialer, der genanvendes i dag.

Der er afholdt i alt 6 arrangementer udelukkende med emner med relation til CØ. Derudover er der formidlet information via indlæg om CØ på orienteringsniveau i forbindelse med en række andre af DM&E arrangementer.

Eksempler på hovedemner på kurser og temadage:

- Cirkulær økonomi og ressourceeffektivitet
- Rammebetingelser for CØ – lovgrundlaget
- Afsætning
- Screening og kortlægning af forurenede materialer
- Ressourcekortlægning
- Kommuners visioner
- Idégenerering og forretningsmodeller

Samlet oversigt over arrangementer og emner findes i bilag 2

2.3 Erfaringer

Ved opstart af nærværende projekt vurderede DM&E, at en af barriererne for at nå målsætningerne i projektet var at tiltrække og engagere medlemsvirksomhederne gennem forskellige kursusaktiviteter, og at der i den forbindelse skulle gøres en ekstraordinær indsats.

Vi erfarede gennem deltagelse i andre arrangementer med emner inden for genanvendelse af bygge- og anlægsaffald og CØ, at kun meget få mindre entreprenørvirksomheder deltager i sådanne arrangementer, hvorimod eksempelvis organisationer, rådgivere og kommuner mfl. er nemmere at tiltrække og aktivere.

Den manglende deltagelse kan skyldes, at i mindre virksomheder er ejeren/lederen ofte selv en stor del af virksomhedens produktion. Derfor deltager denne type virksomheder kun hvis de

føler, at der på kort sigt kan skabes værdi ved deltagelse, og at de opnår ny viden, som på kort sigt kan implementeres i virksomheden. Dette kræver et meget konkret og målrettet program.

Gennem nærværende projekt har DM&E dog oplevet overraskende god respons når brancheforeningen inviterede til CØ-arrangementer, og der har været god succes med at få virksomheder til at deltage i de planlagte kurser og temadage m.v.

I et forsøg på at bringe entreprenører og andre interessenter sammen, herunder især potentielle afsætningsled, indledte DM&E et samarbejde med Projektet "Bedre Brug af Byggeaffald" (BBB) som Kolding Kommune havde iværksat. Ved at bringe nedriver sammen med potentielle aftagere af materialer fra nedrivninger var målet, gennem en styret proces på en workshop, at skabe nye idéer samt efterfølgende beskrive forretningsmodellerne. Deltagerne var yderst engagerede og der blev udvist stor idérigdom fra deltagerne.

Nedrivningsentreprenørerne opleves generelt som meget motiverede for at forbedre og øge genanvendelsen og derved udvikle forretningsområdet. En af udfordringerne er at finde og koble affaldsproducenten med afsætningsled, der giver mere og bedre genanvendelse.

Der opleves i en vis udstrækning forskellige opfattelser af de forretningsmæssige muligheder indenfor CØ blandt nedrivningsentreprenørerne. Nogle har en vis skepsis, men andre er meget motiverede og allerede nået langt med at implementere cirkulær forretning i virksomheden.

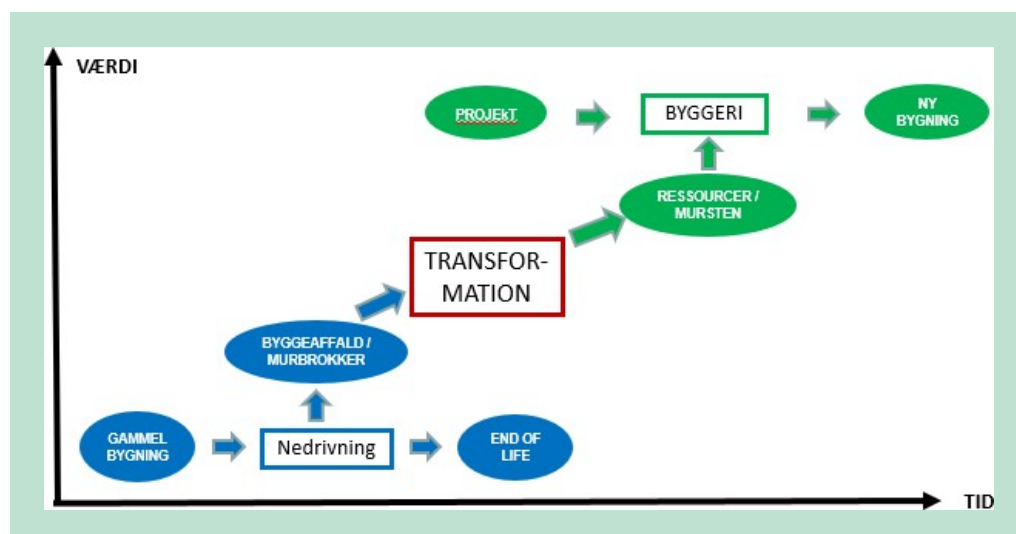
Projektets erfaringer er, at mange mindre virksomheder har svært ved selv at afsætte tid til nytænkning og forretningsudvikling. Derfor skal den hjælp og støtte, der ydes være meget konkret og "hands-on", og ydes af personer og organisationer, der har dyb indsigt i forretningsområderne.

3. Bedre økonomi

3.1 Cirkulær forretning i nedrivningsbranchen

Projektet Cirkulær Forretning for DM&E Entreprenørers overordnede mål og formål er at indføre cirkulær økonomi i DM&E's medlemsvirksomheder. Begrebet cirkulær økonomi er ikke defineret, men det handler, som nævnt i Regeringens strategi for cirkulær økonomi², om *at gøre væksten bæredygtig. At bruge vores naturressourcer og designe vores produkter på en måde, så råvarer, der er udvundet, bruges så fornuftigt og så mange gange som muligt.* Cirkulær økonomi knyttes bl.a. til grøn omstilling og FN's verdensmål for bæredygtig udvikling, Mål nr. 12 Ansvarligt forbrug og produktion. Regeringens strategi for cirkulær økonomi stiller skarpt på bæredygtigt byggeri og genanvendelse af byggematerialer bl.a. ved initiativ nr. 14 om at udbrede selektiv nedrivning.

I modsætning til biler, fødevarer, flasker, møbler og andre forbrugsgoder med en kort overskuelig levetid har bygninger og anlæg med levetider på 20, 50, 100 år et helt andet forløb, der ikke umiddelbart kan overskues. I stedet for en cirkulær fremstilling af bygningers livscyklus bør vi se den lineære livscyklus og råstoffernes transformation fra afslutningen af en gammel livscyklus til starten af en ny livscyklus som vist på Figur 3.1.



FIGUR 3.1 Principskitse visende transformation af ressourcer fra gammel livscyklus med udtjent byggeri til ny livscyklus for nybyggeri.

Begrebet transformation er indført som et generelt begreb for bygningsmaterialers overgang fra affald til ressourcer, uanset om vi taler om direkte genbrug, genbrug, forberedelse til genbrug, genanvendelse, anden nyttiggørelse, bortskaffelse, upcycling eller downcycling.

Nedrivningsprojekter har hidtil hovedsageligt handlet om selve nedrivningsprocessen, herunder miljøsanering, sortering af materialer og bortskaffelse af byggeaffald til den mest fordelagtige pris uden særligt hensyn til spørgsmål om størst mulig genanvendelse. DM&E projektets generelle udfordring har været at hjælpe nedrivningsentreprenørerne med bæredygtig nedrivning og forbedring af deres økonomi ved en mere målrettet udnyttelse af mulighederne for at

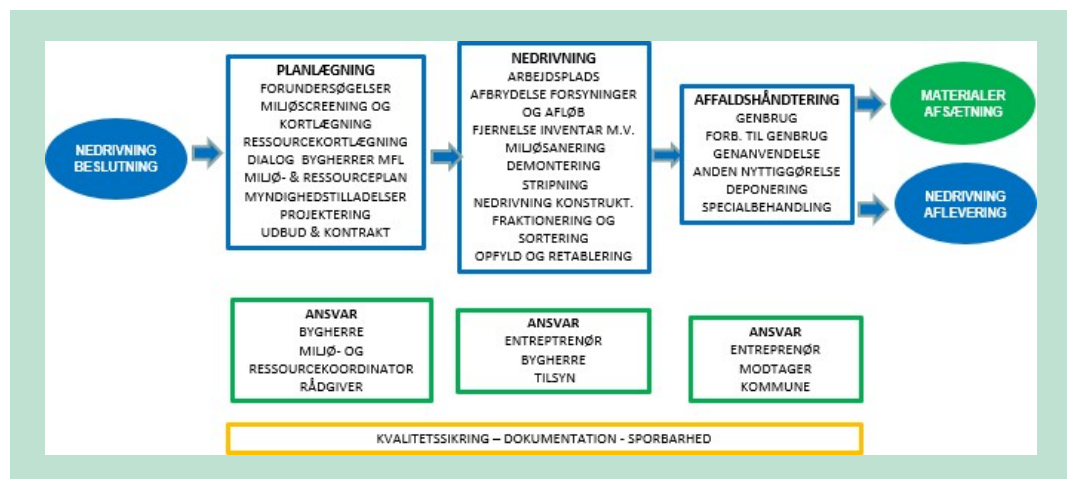
² https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Cirkulaer_oekonomi/Strategi_for_cirkulaer_oekonomi.pdf

opnå højest mulig kvalitet i genanvendelsen, jf. affaldshierarkiet, og afsætning af produkterne til den højeste pris:

- Forberedelse med henblik på genbrug,
- Genanvendelse
- Anden nyttiggørelse
- Bortskaffelse

For at opnå en mere økonomisk fordelagtig genanvendelse og afsætning af materialerne har projektets delmål omfattet:

- Viden og uddannelse om nedrivningsprocesserne og cirkulær økonomi
- Planlægning og styring af ressourcerne samt afsætning af de genanvendte materialer
- Samarbejde og dialog mellem parterne – ikke blot indbyrdes mellem DM&E medlemmer, men alle aktører i værdikæden som vist i Figur 3.2.



FIGUR 3.2 Generel beskrivelse af værdikæden i CØ-nedrivning med henblik på genanvendelse af byggematerialer.

I projektets forløb og under de enkelte kurser og møder er der lagt vægt på, at nedrivningsentreprenørerne i højere grad skal fokusere på genanvendelse og afsætning af materialerne end blot gennemførelse af selve nedrivningsarbejdet. Nedrivningsentreprenørerne skal betragte sig som *leverandører af genbrugsmaterialer* til den danske byggesektor. For at dette kan ske, er det nødvendigt, at alle parter i de enkelte nedrivningsprojekter så tidligt som muligt ser på de konkrete muligheder for genanvendelse og afsætning af materialerne. Derfor er proaktiv planlægning, dialog mellem aktørerne og logistik nogle af nøgleordene i cirkulær økonomi. I projektet har DM&E gennemført 6 demonstrationsprojekter, hvoraf de tre projekter har haft direkte fokus på cirkulær økonomi.

3.2 Demonstrationsprojekter

Projekt "Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører" har omfattet en række demonstrationsprojekter, hvor der har været involvering og foretaget data- og erfaringsopsamling på forskellige niveauer.

Formålet med gennemførelse af demonstrationsprojekterne er at få konkret viden og praktiske erfaringer, når man taler om cirkulær økonomi i sammenhæng med mindre nedrivninger som f.eks. énfamiliehuse, mindre erhvervsbygninger og landbrugets driftsbygninger.

Før opstart af den løbende identifikation af egnede demonstrationsprojekter er der fastsat få egnedetskriterier. Med projekterne ønskede vi blandt andet at opsamle erfaringer med:

- Nedrivning af mindre bygninger, fx nedrivning af tomme huse under nedrivningspuljen, da disse kan have særlige udfordringer mht. øget genanvendelse.
- Bygningstyperne: enfamiliehuse, landbrugsbygninger og mindre erhvervsbygninger eller offentlige bygninger.
- genanvendelsespotentialer i forskellige bygningstyper i forskellig stand.

Derudover ønskede vi at opsamle viden omkring den "nuværende situation" uden særlig fokus på CØ samt opsamle viden om en "fremtidig situation", hvor nedrivninger foretages med særlig fokus på CØ.

Da identifikation og gennemførelse af demonstrationsprojekter er foregået løbende, og projekterne ikke var kendt på forhånd, men derimod måtte opsøges via forespørgsler hos entreprenører, bygherre og kommuner mv., har det været en udfordring at finde den helt optimale sammensætning af bygningstyper og deres stand, så sammenligninger kunne foretages på tværs af projekterne.

Det er dog lykkedes at finde en passende variation i bygningstyper og stand, således at der er opnået et forholdsvis nuanceret billede af f.eks. genanvendelsespotentialer forhold til antallet af gennemførte projekter.

3.2.1 Beskrivelse af demonstrationsprojekter

Der er gennem projektforløbet identificeret en række nedrivningscases som mulige demonstrationsprojekter. Demonstrationsprojekterne er opdelt i 2 forskellige kategorier som angivet i hhv. Tabel 3.1 og Tabel 3.2.

I Tabel 3.1 ses de projekter hvor der er indsamlet viden om en "fremtidig situation", og hvor nedrivningerne er foretaget mere nænsomt med særlig fokus på CØ, i projektet kaldet CØ-nedrivninger. Nærmere beskrivelse af projekterne findes i bilag 2.

I Tabel 3.2 ses de projekter, hvor der er indsamlet viden omkring den "nuværende situation" uden særlig fokus på CØ, i rapporten kaldet "traditionelle" nedrivninger. Nærmere beskrivelse af projekterne findes i bilag 3.

TABEL 3.1 Oversigt over "CØ-nedrivninger" nedrivninger foretaget med særlig fokus på CØ

Projekt navn	Bygningstype	Bygherre	Opførelses år	Samlet areal	Identificeret
Brovej 1	Missionshus (land)	Offentlig (pulje)	1880	120 m ²	Bygherre (før udbud)
Kanalvej 15	Driftsbygninger (landbrug)	Privat	1887	540 m ²	Entreprenør (efter udbud)
Læsøvej 7	Enfamiliehus (land)	Privat	1856/1927	291 m ²	Entreprenør (efter udbud)

TABEL 3.2 Oversigt over "traditionelle" nedrivninger foretaget uden særlig fokus på CØ

Projekt navn	Bygningstype	Bygherre	Opførelses år	Samlet areal	Identificeret
Vestergade 12	Enfamiliehus (by)	Offentlig (pulje)	1900	150 m ²	Entreprenør (efter udbud)
Voer færgevej 54	Enfamiliehus (land)	Offentlig (pulje)	1900/1972	220 m ²	Entreprenør (efter udbud)
Robstrup vej 15	Enfamiliehus (land)	offentlig (pulje)	1900/1960	260 m ²	Entreprenør (efter udbud)

Ud over de 6 beskrevne demoprojekter har der gennem projektet forløbet været kendskab til flere nedrivningsprojekter som enten har draget erfaringer fra dette projekt, eller som vi har fulgt fra sidelinjen for at hente mere erfaring. Tabel 3.3 viser de projekter, som DM&E har været involveret i uden at indsamle fyldestgørende data, men hvor DM&E har indsamlet viden og erfaringer og ikke mindst bidraget med viden og erfaringer i forbindelse med gennemførelse af projekterne. På Ørslev Klostervej og Bredsten Landevej har det af flere årsager været svært at fremskaffe konkrete tal for selve udførelsen. I projektet på Middelfartvej har DM&E været involveret i udbudsprocessen samt afsætning af materialer (træ). Kasernegrunden Kolding er benyttet i forbindelse med undervisning i ressourcekortlægning. Rønnevej 72 og Kællingebyvej på Bornholm er medtaget, da vi gennem nærværende projekt har bidraget med viden og erfaringer i forbindelse med BYG360 – et projekt som blandt andet gennemføres af Bornholm Regionskommune. Projekterne er ikke yderligere beskrevet i nærværende rapport, men erfaringen fra projekterne er inddraget i nærværende rapport.

TABEL 3.3 Oversigt over projekter som DM&E har fulgt uden af været inddraget i.

Projekt navn	Bygningstype	Bygherre	Opførelses år	Samlet areal	Identificeret
Ørslev klostervej 140	Forsamlingshus (by)	Privat	1930	300 m ²	Entreprenør (efter udbud)
Bredsten Landevej 133	Forsamlingshus (by)	Offentlig (pulje)	1911	496	Entreprenør (Før udbud)
Middelfartvej 76	Driftsbygninger (landbrug)	Offentlig (pulje)	-	5500 m ² -	Bygherre (før udbud)
Kasserne grunden	Kasserne	Offentlig	-	-	Bygherre (før udbud)
Rønnevej 72	Stuehus (land)	Offentlig	-	-	Bygherre (før udbud)
Kællingebyvej 9	Stuehus (land)	Offentlig	-	-	Bygherre (før udbud)

3.2.2 Ressourcekortlægning

Der er ved gennemførelse af demonstrationsprojekterne opnået gode erfaringer med udførelse af ressourcekortlægning af bygninger. Fokus har været på at tilpasse kortlægningerne til mindre nedrivninger, hvor både mængder og antallet af fraktioner er begrænsede. Ud over de konkrete erfaringer opnået gennem dette projekt har DM&E sideløbende bidraget til Miljøstyrelsens Miljøprojekt nr. 2006 "Ressourcekortlægning af bygninger" fra maj 2018 (2).

Ressourcekortlægninger kan udføres på mange måder alt efter hvad resultat af kortlægningen skal bruges til. Hvis ressourcekortlægningen f.eks. har til formål at give et fyldestgørende overblik over ressourcer med genbrugs- eller genanvendelsespotentialer i forbindelse med et udbud, bør kortlægningen suppleres med kvalitetsmæssige undersøgelser af de pågældende materialer samt indeholde beskrivelser af håndtering af materialerne og eventuelle anvendelsesmuligheder mv.

I nærværende projekt er ressourcekortlægningerne overordnet udført i to forskellige faser; enten før udbuddet eller når entreprenøren har fået tildelt opgaven, alt efter hvornår det enkelte demonstrationsprojekt er identificeret. Formålet med ressourcekortlægningerne har derfor reelt set også været forskellige.

Generelt er kortlægningerne af genanvendelsespotentialerne samt totalopgørelse over mængder byggeaffald udført som grundlag for affaldsanmeldelsen. De materialer som har genbrugspotentiale er ved ressourcekortlægningen suppleret med oplysninger om antal, dimensioner mv.

Ressourcekortlægningerne er i alle tilfælde udført tidsmæssigt efter miljøkortlægningen, hvilket har givet den fordel, at man på forhånd kunne tage stilling til, hvor i affaldshierarkiet fraktionerne skulle placeres, og hvilke materialer der potentielt kunne genbruges etc. Der henvises i øvrigt til Miljøstyrelsens Miljøprojekt nr. 2006 "Ressourcekortlægning af bygninger" fra maj 2018³.

3.2.3 Dataanalyser – resultater og erfaringer

Gennemførelse af de enkelte demonstrationsprojekter har blandt andet omfattet opsamling og bearbejdning af en række data. Dataopsamlingerne er hovedsagelig sket via entreprenørens registreringer under gennemførelse af nedrivningen, mens selve databearbejdning, kalkulationer og beregninger er udført af CØ-projektets medarbejdere. Der er ikke blevet plads til alle analyser i denne rapport, men de vigtigste hovedtal er angivet, og de vigtigste erfaringer med baggrund i analyserne er beskrevet.

Registrering og dataopsamling er foregået på foruddefinerede skemaer til henholdsvis timeregistrering og affaldsregistrering. Skemaerne er tilrettet de enkelte projekter, så detaljeringsgraden bedst muligt stemte overens med den praktiske gennemførelse af nedrivningen, herunder f.eks. hvad der på forhånd var planlagt udtaget til genbrug eller forberedelse til genbrug.

Overordnet set er følgende registreret i forbindelse med nedrivningerne

- Registrering af affaldsstrømme på den enkelte nedrivning, herunder:
 - Fraktioner og mængder (ton)
 - Affaldsbehandling / placering i affaldshierarkiet
- Registrering af ressourceforbrug på den enkelte nedrivning, herunder:
 - Mandtimer
 - Maskintimer
 - Transport
 - Lager

Der er en vis grad af usikkerhed ved denne form for registrering, og derfor er tallene og resultaterne af de efterfølgende beregninger også behæftet med usikkerheder. Analyser og resultater i denne rapport skal derfor ikke opfattes som eksakt viden, men som erfaringer og sandsynliggørelse af tendenser.

På baggrund af de indsamlede data, som er beskrevet ovenfor, er der på de enkelte demonstrationsprojekter foretaget en række beregninger og kalkulationer. Overordnet er der analyseret på følgende parametre:

- CO₂-regnskab (kg)
- Genanvendelsesprocenter (% genanvendt affald i forhold til den samlede affaldsmængde ud fra vægt)
- Affaldets fordeling i affaldshierarkiet (% genbrug, genanvendelse nyttiggørelse ud fra vægt)
- Omkostninger til afsætning og bortskaffelse af affald (kr.)
- Omkostninger til nedrivning, henholdsvis traditionel nedrivning og nænsom nedrivning (CØ-nedrivning), (kr.)
- Salg af materialer (kr.)

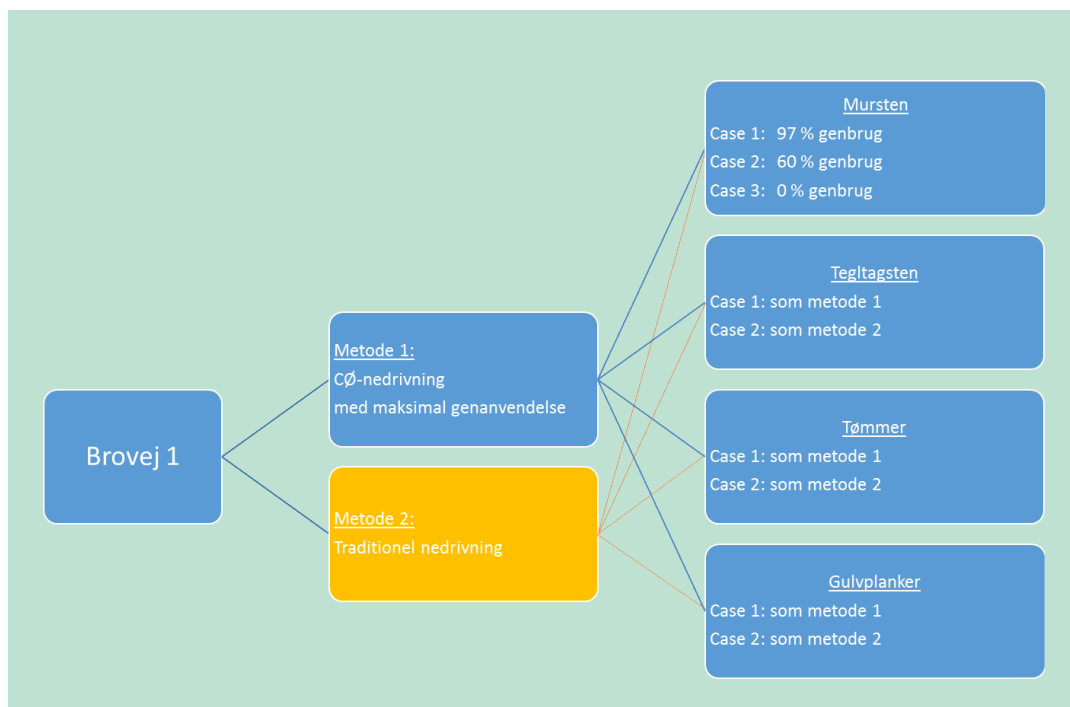
³ Miljøstyrelsens Miljøprojekt nr. 2006 "Ressourcekortlægning af bygninger" maj 2018, <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93710-05-4.pdf>

- Transport (km og kr.)
- Omkostninger til undersøgelser og kontrol af kvalitet af materialer m.v. (kr.)

Dertil kommer en række parametre, som ikke er umiddelbart målbare, men har indflydelse på valget mellem traditionel eller CØ-nedrivning, herunder planlægning, tidsforbrug, midlertidige oplægninger m.v.

For projekterne i Tabel 3.1 gælder, at der er opstillet beregninger og kalkulationer for forskellige metoder. Metode 1, hvor der analyseres på CØ-nedrivning, hvor visse materialer er udtaget til genbrug og metode 2, hvor der er analyseret på traditionel nedrivning. Derudover er der i flere tilfælde zoomet helt ind på det enkelte materiale, og opstillet forskellige cases herpå, f.eks. mursten. Metode 1 anvendes på grundlag af det faktiske ressourceforbrug registeret ved projektets gennemførelse, mens metode 2 anvendes på grundlag af estimerede erfaringstal. I Figur 3.3 ses eksempel for dataanalyse af Brovej 1.

For projekterne i Tabel 3.2 gælder, at der for det enkelte projekt udelukkende er foretaget en analyse med data fra udførelsen i forhold til ovenstående parametre.



FIGUR 3.3 Eksempel på model for dataanalyse af Brovej 1.

3.2.3.1 Forudsætninger for dataanalyser

For at kunne udføre de ønskede analyser er der lavet en række beregningsmæssige forudsætninger og baggrundstal. Forudsætningerne beskrives kort i det følgende.

CO₂-regnskab:

Til udarbejdelse af CO₂ regnskaber for de enkelte projekter, er der fastlagt en CO₂ belastning for de enkelte arbejdsprocesser, og behandling af affald f.eks. forbrænding af træ samt besparelser ved substitution af nye materialer. I Tabel 3.4 ses en oversigt over de forudsatte CO₂ emissioner, der ligger til grund for CO₂-regnskaberne

TABEL 3.4 Forudsætninger ved CO₂ beregninger

Proces	Værdi (emission)	Bemærkning
Brændstofforbrug (Maskine)	2,66 kg CO ₂ /liter	Kilde: EU Kommissionen Anneks 5 + artikel i Ingeniøren 21.8.2009
Transport (Lastbil)	0,88 kg CO ₂ /km	Forudsætning: Brændstofforbrug 3 km/liter
Forbrænding (Energiudnyttelse - træ)	1 m ³ træ = 1 tons CO ₂	Kilde: Claus Clemmensen chefkonsulent DM&E Densiteten fra træ er gennemsnitlig fastsat til 0,6 ton/m ³
Mursten - tegl (Substitution)	-0,5 kg CO ₂ /sten	Kilde: Carbon footprint analyse af udvalgte byggematerialer NIRAS 2009 Tallet angives som besparelse (negativt tal) i CO ₂ -regnskaberne
Tagsten - tegl (Substitution)	-0,5 kg CO ₂ /sten	Kilde: Carbon footprint analyse af udvalgte byggematerialer NIRAS 2009 Tallet angives som besparelse (negativt tal) i CO ₂ -regnskaberne

Mandskab og materiel:

Ved udarbejdelse af kalkulationer og estimater har vi valgt ikke at bruge de faktuelle priser for de enkelte projekter. For at kunne sammenligne beregningerne er der i stedet benyttet nogle teoretisk fastsatte enhedspriser "salgspriser" som fremgår af Tabel 3.5 herunder.

TABEL 3.5 Beregningsforudsætninger ved mandskab og materiel

Type	Enhedspris	Bemærkning
Mandetimer	400 kr./time	Faglært person inkl. omkostning til bil, håndværktøj og sikkerhedsudstyr mv.
Gravemaskine (20-25 ton) m. sortergrab	850 kr./time	Nyere maskine med god udnyttelse Inkl. fører og brændstof
Gummiged (15-20 ton)	750 kr./time	Nyere maskine med god udnyttelse Inkl. fører og brændstof
Minilæsser (8 ton)	700 kr./time	Nyere maskine med god udnyttelse Inkl. fører og brændstof
Minilæsser (2 ton)	600 kr./time	Nyere maskine med god udnyttelse Inkl. fører og brændstof
Teleskoplæsser	625 kr./time	Nyere maskine med god udnyttelse Inkl. fører og brændstof
Lastvogn (40 tons)	680 kr./time	Nyere bil Inkl. fører og brændstof

Affaldsgebyrer og materialepriser:

Ved udarbejdelse af kalkulationer og estimater har vi valgt ikke at bruge de faktuelle affaldsgebyrer og materialepriser fra de enkelte projekter. De benyttede affaldsgebyrer og materialepriser er i stedet fastsat som et gennemsnit af det enkelte gebyr fra mellem 3-8 forskelle modtage- og behandlingsanlæg og derefter afrundet. Der er konstateret forholdsvis store forskelle i affaldsgebyrerne modtage- og behandlingsanlæggene imellem - helt op mod 200 % på enkelte fraktioner. De fastsatte affaldsgebyrer og materialepriser findes i Tabel 3.6 og Tabel 3.7 nedenfor.

TABEL 3.6 Fastsatte affaldsgebyrer

Fraktion	Enhedspris	Bemærkning
Ren beton	50 kr./ton	
Ren tegl	70 kr./ton	
Blandet beton/tegl	100 kr./ton	
Blandet beton/tegl (lettere forurenset)	300 kr./ton	Kun 1 reference
Gasbeton/Leca	150 kr./ton	
Eternit (uden asbest)	900 kr./ton	
Eternit (med asbest)	1100 kr./ton	
Porcelæn (sanitet)	500 kr./ton	
Træ (ren A2)	400 kr./ton	
Træ (forurenset - ikke farligt)	600 kr./ton	Kun 2 referencer
Træ (trykimpregneret)	700 kr./ton	
Gips (rent)	700 kr./ton	
Gips (forurenset <50ppm)	1000 kr./ton	Kun 1 reference
Glas	450 kr./ton	
Mineraluld	1000 kr./ton	
Vinduer med rammer	825 kr./ton	
Deponiegnet affald	900 kr./ton	
Farligt affald	8500 kr./ton	

TABEL 3.7 Fastsatte materialepriser ved salg

Fraktion	Enhedspris	Bemærkning
Knust beton (0-32 mm)	60 kr./ton	
Knust beton/tegl (0-32 mm)	25 kr./ton	
Knust tegl (0-32 mm)	15 kr./ton	

**Priser for andre materialer som mursten og tømmer mv. er fastsat i det enkelte projekt da de afhænger af dimensioner og kvaliteter mv.*

3.2.3.2 Sammenstilling af dataanalyser fra CØ-nedrivninger

I det efterfølgende gennemgås analyserne af de demonstrationsprojekter, der er udført som CØ-nedrivninger med særlig fokus på at øge og forbedre genanvendelsen af affaldet. Disse projekter omhandler:

- Brovej 1
- Læsøvej 7
- Kanalvej 15

Der er i disse projekter udført beregninger og analyser på både metode 1 "CØ-nedrivning" samt metode 2 "traditionel" nedrivning.

Nærmere detaljer om de enkelte projekter og baggrundstallene for analyserne kan ses i bilag 3. Her ses også en oversigt over hvilke materialer indgik og hvor store mængder der blev genbrugt, genanvendt eller nyttiggjort.

Brovej 1:

Vi har i rapporten valgt at fremhæve demonstrationsprojektet Brovej 1 med Middelfart Kommune som bygherre. Projektet er som forsøg udbudt som et CØ-udbud. Det vil sige, at der før udbuddet blandt andet er lavet en ressourcekortlægning, som har dannet grundlag for selve udbudsbeskrivelsen til nedrivningsentreprisen, herunder hvorledes de enkelte fraktioner og

materialer skulle nedtages, emballeres og leveres mv. Bygherren har selv stået for afsætning af alle materialer til genbrug.

Under nedrivningsentreprisen er alt data opsamlet, herunder tids- og ressourceforbrug for nedtagning og håndtering af de enkelte bygningsdele.

Murstenene er i det gennemførte projekt håndrenset på stedet, pakket, emballeret og kørt direkte til opmuring på et nyt byggeprojekt i nærheden.

I Tabel 3.8 ses hovedtallene fra dataanalysen for den samlede nedrivning. Tallene i kolonnen "CØ-nedrivning" er beregnet på baggrund af entreprenørens data om tids- og ressourceforbrug opsamlet under nedrivningen, mens tallene i kolonnen "traditionel nedrivning" er beregnet ud fra et estimeret tids- og ressourceforbrug. Detaljerede beregninger fremgår af bilag 2.a.

TABEL 3.8 Sammenstilling dataanalyser for Brovej 1.

Brovej 1	Enhed	CØ-nedrivning	Traditionel nedrivning
Areal	[m²]	120	120
Affaldsmængde	[Ton]	67	67
Genbrug	[%]	54	0
Genanvendelse	[%]	1	0
Nyttiggørelse	[%]	32	86
Bortskaffelse	[%]	13	14
CO ₂ -regnskab	[Ton]	-2,6	17,2
Miljøsanering	[Kr.]	82.590	82.590
Nedrivning	[Kr.]	282.135	39.800
Affaldsgebyrer	[Kr.]	10.280	15.130
<i>Samlet nedrivning</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>375.005</i>	<i>137.520</i>
<i>Materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>143.259</i>	<i>1.200</i>
<i>Nedrivningspris efter materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>232.396</i>	<i>138.720</i>

På Brovej 1 er der ud over dataanalyserne på den samlede nedrivning også analyseret på de enkelte bygningsdele herunder tagsten, mursten, trækonstruktioner og gulvplanker. Vi har i rapporten valgt at medtage analysen for mursten. Øvrige analyser kan ses i 3a.

I Tabel 3.9 sammenstilles analyser for tre forskellige cases for håndtering af mursten. Stenantallet er omregnet til hele sten. I case 1 udgør halve sten ca. 2100 stk. svarende til 1050 hele sten.

Case 1: Håndrensning på nedrivningsstedet

Case 2: Rensning hos Gamle Mursten i Svendborg

Case 3: Nyttiggørelse – knusning

TABEL 3.9 Brovej 1: Mursten cases

Brovej 1	Enhed	Case 1	Case 2	Case 3
Antal sten (hele)	[stk.]	17.482	11.014	0
Genbrug	[%]	95	60	0
Nyttiggørelse	[%]	5	40	100
CO ₂ -regnskab	[Ton]	-8,3	-4,64	0,5
Sten pris (prod.)	[Kr./sten.]	10,9	9,3	-

I Tabel 3.8 ses det klart, at ved at flytte ressourcerne op i affaldshierarkiet, opnås der en stor gevinst på CO₂ belastningen med en forskel på ca. 19,2 ton. Dykker man længere ned i beregningerne i bilag 2.a, vil man se at det store bidrag kommer ved sparet CO₂ udledning ved genbrug af mursten med ca. 8,8 ton. Genbrug af teglsten bidrager med besparelse på ca. 1,76 ton CO₂, mens genbrug af træ i stedet for energiudnyttelse bidrager med en besparelse på ca. 10 ton CO₂. Der er et lidt større CO₂ forbrug til maskiner og transport at gennemføre CØ-nedrivningen i størrelsesorden 0,5-1 ton CO₂ i forhold til en traditionel nedrivning.

Ser man på stenprisen, som er angivet i Tabel 3.9, er der en lille forskel mellem case 1 og case 2. Bruger man priserne fra projektet vil man se, at stenprisen ved case 1 var lidt under case 2. Den forholdsvis lave stenpris ved case 1 "håndrensning", skyldes at afrensning blev gennemført med en relativ høj produktionsrate på ca. 45 sten/time inkl. pakning og emballering. Denne effektivitet kunne opnås på grund af at kalkmørtelen var meget porøs og stenene dermed nemme at rengøre.

Af ovenstående Tabel 3.9 fremgår det også at der ved håndrensning blev opnået en genbrugsprocent 95 % mod en vurderet genbrugsprocent 60 % ved maskinel rensning. Denne genbrugsprocent afhænger naturligvis af hvor forsigtig man er under selv nedrivning og læsning af stenene. I projektet ønskede bygherren håndrensning af murstenene af flere årsager, men hovedsageligt på grund af at det byggeprojekt, der skulle aftage stenene skulle bruge mindst 72 % af stenene fra Brovej 1, hvilket man kun var sikker på at kunne opnå ved håndrensning på stedet.

Læsøvej 7:

For detaljeret beskrivelse af Læsøvej 7 henvises til bilag 2b. I **Tabel 3.10** ses en sammenstilling af dataanalyserne for nedrivning af Læsøvej 7.

TABEL 3.10 Sammenstilling dataanalyser for Læsøvej 7

Læsøvej 7	Enhed	CØ-nedrivning	Traditionel nedrivning
Areal	[m ²]	291	291
Affaldsmængde	[Ton]	110	110
Genbrug	[%]	10	0
Genanvendelse	[%]	1	1
Nyttiggørelse	[%]	82	97
Bortskaffelse	[%]	7	12
CO ₂ -regnskab	[Ton]	16,6	26,8
Miljøsanering	[Kr.]	32.240	32.240
Nedrivning	[Kr.]	142.600	66.600
Affaldsgebyrer	[Kr.]	18.427	26.759
Samlet nedrivning	[Kr.]	193.267	125.599
Materialesalg	[Kr.]	37.298	2.200
Nedrivningspris efter materialesalg	[Kr.]	155.969	123.399

I **Tabel 3.10** fremgår det at der opnås en CO₂ besparelse på ca. 10 tons CO₂ ved at foretage en CØ-nedrivning af Læsøvej 7 frem for den traditionelle nedrivning. Det fremgår ligeledes at CØ-nedrivningen samlet set har en højere omkostning i forhold til den traditionelle nedrivning. Den traditionelle nedrivning af Læsøvej 7 er rent økonomisk fordelagtig kontra CØ-nedrivning grundet en forholdsvis lille indtægt ved materialesalg. Detaljerede beregninger fremgår af bilag 2.b.

Kanalvej 15:

For detaljeret beskrivelse af Kanalvej 15 henvises til bilag 2c. I *Tabel 3.11* ses en sammenstilling af dataanalyserne for nedrivningen af Kanalvej 15.

TABEL 3.11 Sammenstilling dataanalyser for Kanalvej 15

Kanalvej 15	Enhed	CØ-nedrivning	Traditionel nedrivning
Areal	[m²]	540	540
Affaldsmængde	[Ton]	574	574
Genbrug	[%]	7	0
Genanvendelse	[%]	2	2
Nyttiggørelse	[%]	88	95
Bortskaffelse	[%]	3	3
CO ₂ -regnskab	[Ton]	26,6	44,4
Miljøsanering	[Kr.]	26.360	26.360
Nedrivning	[Kr.]	119.490	72.000
Affaldsgebyrer	[Kr.]	75.420	81.150
Udgifter rensning af mursten	[Kr.]	107.047	0
<i>Samlet nedrivning</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>328.317</i>	<i>179.510</i>
<i>Materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>179.923</i>	<i>23.160</i>
<i>Nedrivningspris efter materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>148.394</i>	<i>156.350</i>

Det fremgår af *Tabel 3.11* at der spares ca. 18 tons CO₂ ved CØ-nedrivning af Kanalvej 15, sammenlignet med traditionel nedrivning. CO₂ besparelsen opnås hovedsageligt ved genbrug af mursten og en mindre mængde træ til afbrænding. Den totale nedrivningspris efter materialesalg ligger i samme leje for de to nedrivningsprocedurer, med en marginal mindre pris på CØ-nedrivningen. Detaljerede beregninger fremgår af bilag 2.c.

Sammenstilling af CØ-nedrivninger

Der er som beskrevet udført 3 CØ-nedrivnings-demonstrationsprojekter i forbindelse med udarbejdelse af denne rapport. Disse CØ-nedrivninger er sammenlignet med en teoretisk traditionel nedrivning af samme bygning. Samlet set for de tre projekter ses der en gevinst i form af en CO₂ besparelse ift. traditionel nedrivning. I et af de tre projekter ses der ydermere en billigere nedrivningspris ved CØ-nedrivning når materialesalget medtages. Dette kræver dog at der kan afsættes en vis mængde genbrugs materialer efter nedrivningen og det vil derfor variere fra sag til sag om CØ-nedrivningen rent økonomisk er rentabel. Derudover er der CO₂ besparelsen, som kan prissættes og indgå i de økonomiske beregninger, som tilgodeser CØ-nedrivningen frem for den traditionelle nedrivning.

3.2.3.3 Sammenstilling af dataanalyser fra traditionelle nedrivningsprojekter

I Tabel 3.12 findes hovedtallene fra de demonstrationsprojekter, der er udført som traditionelle nedrivninger uden særligt fokus på at forbedre genanvendelsen af affaldet, hvilket omhandler projekterne:

- Vestergade 12
- Voer færgevej 54
- Robstrup 15

Tabel 3.12 viser udelukkende tallene for traditionel nedrivning da kun denne beregning er udført på disse nedrivninger.

Nærmere detaljer om de enkelte projekter og baggrundstallene for analyserne kan ses i bilag 4.a – c.

TABEL 3.12 Sammenstilling af dataanalyser fra traditionel nedrivnings demonstrationsprojekter

Projektnavn	Enhed	Vestergade 12	Voer færgevej 54	Robstrup vej 15
Areal	[m ²]	150	220	260
Affaldsmængde	[Ton]	117	270	240
Genbrug	[%]	0	0	0
Genanvendelse	[%]	2	0	0
Nyttiggørelse	[%]	84	95	96
Bortskaffelse	[%]	14	5	4
CO ₂ -regnskab	[Ton]	32,0	46,5	34,4
Miljøsanering	[Kr.]	17.340	48.340	22.520
Nedrivning	[Kr.]	33.550	89.550	59.830
Affaldsgebyrer	[Kr.]	38.702	65.088	41.672
<i>Samlet nedrivning</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>89.592</i>	<i>202.978</i>	<i>124.022</i>
<i>Materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>2.000</i>	<i>5.738</i>	<i>5.350</i>
<i>Nedrivningspris efter materialesalg</i>	<i>[Kr.]</i>	<i>87.592</i>	<i>197.240</i>	<i>118.672</i>

Som det fremgår af Tabel 3.12 er der for de tre nedrivninger stor variation i affaldsmængden ift. nedrivningsareal. Affaldsmængden svinger fra 0,78 tons/m² til 1,2 tons/m². I gennemsnit for de tre nedrivninger giver det ca. 1 tons/m².

3.3 Markedsføring og nye forretningsmodeller

Som det fremgår af demonstrationsprojekterne, er cirkulær forretning betinget af mulighederne for at afsætte genanvendelige materialer.

Afsætning af sekundære/genanvendte byggevarer sker i dag fra specialiserede genbrugsforretninger og lejlighedsvist fra nedrivningsentreprenørerne. Desuden ses genbrugte byggevarer handlet på nettet, fx Genbyg.dk og Genbyg Skive. Størstedelen af markedet for genanvendte byggevarer er orienteret mod det private byggeri. Der findes endnu ikke noget reelt marked, der sigter på professionelt byggeri, fordi der generelt er for små mængder af de enkelte typer genbrugsvarer og det kniber med forsyningssikkerheden (rette mængder, tid og sted). Det er derfor vigtigt at DM&E's medlemmer søger en fælles platform for salg af større mængder og bedre styring af logistikken. DM&E har haft kontakt med en række modtagere, fx Rockwool, Mijodan, Isovert, Gamle Mursten og RGS Nordic om samarbejde og aftaler om modtagelsesordninger for forskellige typer byggeaffald. Der er endnu ikke truffet nogen aftaler, men DM&E vil løbende følge op på samarbejdsmuligheder.

For afsætning af genanvendelige byggevarer gælder samme vilkår som salg af byggematerialer og andre varer i almindelighed. Det er nødvendigt med en forretningsplan. En forretningsplan handler i almindelighed om:

- Produktet – hvad tilbyder du kunden?
- Salget – Hvad kan du tilbyde kunden?
- Organisation – Hvordan laver du det?
- Økonomien – Hvordan tjener du penge på det?

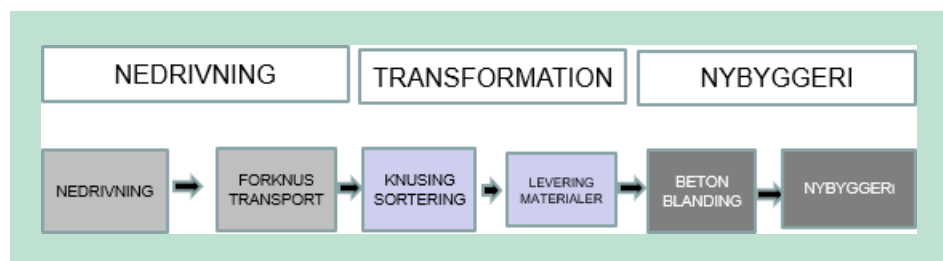
Produktet er genanvendte byggevarer. Det kan være genbrugte døre, vinduer, gulvbrædder, tømmer, stabilgrus, knust beton som tilslag til ny beton m.v., som kan anvendes i stedet for nye byggevarer og primære råstoffer. Mange bygherrer og deres rådgiver efterspørger genanvendte byggevarer, men efterspørgslen er stærkt varierende.

Salget er betinget af en kvalitet, der kan sidestilles med nye byggevarer og sekundære råstoffer til konkurrencedygtige priser. Det er nødvendigt at dokumentere kvalitet, renhed og sporbarhed.

Organisationen af markedsføring og salg er nødvendig. Ud over nethandel og enkelte genbrugsforretninger, ses i dag ikke et organiseret markedet for genanvendte byggevarer. For at få genanvendte byggevarer ud over rampen skal salget organiseres og markedsføres på det professionelle byggemarked. Det kan ske i samarbejde med de større professionelle aktører, fx STARK, SILVAN og BAUHAUS, når det drejer sig om genbrugte byggevarer, fx brugtemursten og tagsten, genbrugt tømmer, brædder m.v. Salg af sekundære råstoffer, fx stabilgrus, tilslagsmaterialer og fyld materialer kan ske i samarbejde med f.eks. NORRECCO, RGS Nordic m.fl.

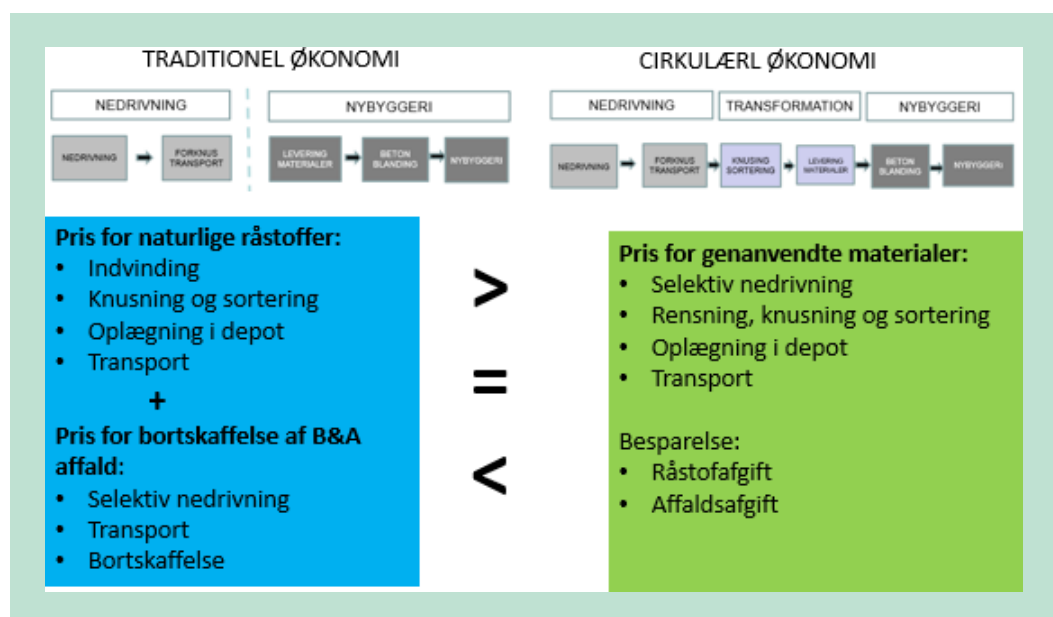
Økonomien afhænger af omkostningerne i forbindelse med CØ-nedrivning og den efterfølgende håndtering samt forberedelser til genanvendelse og afsætning. Her spiller logistikken en særlig rolle, idet omkostningskrævende flytninger, transport og lagring kan belaste økonomien og ende med tab.

Ca. 90% af byggeaffaldet udgøres af beton og tegl. Grundlaget for den cirkulære forretning i nedrivningsbranchen hviler på omsætning af sekundære råstoffer, genbrugte mursten, jern og metal, tømmer og til en vis grad glas, mineraluld og gips. Principperne for den cirkulære forretning er forankret i to grundpiller: Fortjeneste ved nedrivning og håndtering af byggeaffald på den ene pille og besparelse af omkostninger i nybyggeri på den anden pille. Med henvisning til livscyklus for henholdsvis en gammel udtjent bygning og transformation af ressourcerne til materialer i en ny bygning, som vist i Figur 3.1 kan man f.eks. opstille en værdikæde for genanvendelse af nedknust beton som vist på Figur 3.4.

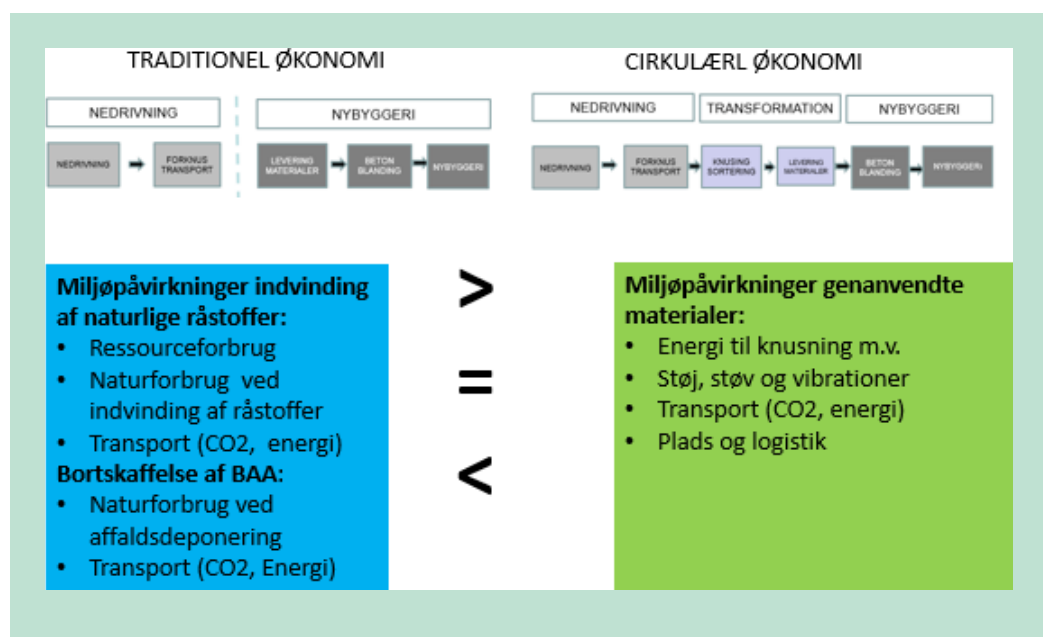


FIGUR 3.4 Værdikæde for genanvendelse af beton

Ved at vurdere de samlede omkostninger og fortjenesten ved genanvendelse af knust beton fra nedrivning af gammelt byggeri som råstoffer i nyt byggeri, og sammenligne med traditionel nedrivning, hvor betonen ikke genanvendes i forbindelse med nybyggeri, kan man afgøre hvilket scenarium, der er mest fordelagtigt. Figur 3.5 viser principperne for vurdering af omkostningerne ved henholdsvis genanvendelse af knust beton (cirkulær økonomi) som tilslag i ny beton og traditionel nedrivning og nybyggeri (traditionel økonomi). På samme måde kan man som vist i Figur 3.6 sammenligne miljøpåvirkningerne mellem de to scenarier.



FIGUR 3.5 Sammenligning af omkostninger ved traditionel nedrivning med omkostningerne ved cirkulær økonomi



FIGUR 3.6 Sammenligning af miljøpåvirkninger ved traditionel nedrivning med miljøpåvirkninger ved cirkulær økonomi.

Disse principper er lagt til grund for de sammenlignende vurderinger af resultaterne fra demonstrationsprojekterne som ovenfor beskrevet.

3.4 Erfaringer

For de udførte demoprojekter er der opsamlet en del erfaringer med CØ-nedrivning kontra traditionel nedrivning. Rent økonomisk vil det afhænge af muligheden for omsætning af materiale efterfølgende for at der kan opnås en økonomisk gevinst ved CØ-nedrivning. For at dette kan ske, er det nødvendigt at alle parter i de enkelte nedrivningsprojekter så tidligt som muligt ser på de konkrete muligheder for genanvendelse og afsætning af materialerne. Derfor er proaktiv planlægning, dialog mellem aktørerne og logistik nogle af nøgleordene i cirkulær økonomi. Ud over det økonomiske ses der en CO₂ gevinst ved CØ-nedrivning i form af genbrug af materiale.

4. Styrket samarbejde og kompetenceudnyttelse

4.1 ERFA og vidensdeling

Ideen bag etablering af ERFA-/netværksgrupperne, i forlængelse af de øvrige aktiviteter i projektet, er at sikre vidensdeling og fokus på cirkulær forretning inden for nedrivningsområdet fremadrettet. Formålet med ERFA-netværksgrupperne er desuden at være katalysator for øget samarbejde med henblik på bedre kompetence- og ressourceudnyttelse.

Gennem projektforløbet er der afholdt en række netværks-/ERFA-gruppemøder. Emnet på disse møder har gennemgående være CØ-nedrivning. Der har ca. været 40 virksomheder repræsenteret på møderne, hvor ca. 15 af den har været gennemgående. Der er opbakning til at fortsætte arbejdet omkring netværks-/ERFA-gruppemøder, hvilket DM&E vil understøtte udviklingen af.

4.2 Kompetencecenter og sekretariat

I forbindelse med gennemførelse af projektet har DM&E oprettet et kompetencecenter og sekretariat, som ud over den daglige projektledelse også har sikret kommunikation med medlemsvirksomheder. Desuden er der i høj grad lagt vægt på kommunikation og vidensdeling med eksterne parter som Teknologisk Institut, VHGB, DAKOFA, Kommuner, Regioner og andre centrale aktører. Der er opbygget en vidensbank i DM&E som medlemmerne kan kontakte, og få svar på de mest almene problemstillinger. Denne vidensbank bliver flittigt brugt af foreningens medlemmer og en række andre aktører i branchen, som kommuner, m.m.

4.3 Vejledninger og værktøjer

I projektet er der udviklet små hjælpeværktøjer til hjælp for medlemsvirksomheder og andre. Gennem projektforløbet er der bl.a. udviklet følgende:

- Der er udarbejdet kvalitetssikrings (KS) systemer til fri afbenyttelse af medlemmer i forbindelse med nedrivning.
- Der er udarbejdet instruktionskort i forbindelse med APV på arbejdspladsen, med fokus på nedrivning.
- Der er udarbejdet en kalkulations model, som værktøj i argumentationen for økonomien i projekterne.
- Der er etableret en uddannelse i samarbejde med Learnmark Horsens
- Skema til ressourcekortlægning og affaldsopgørelse

4.4 Erfaringer

Der har været stor opbakning fra DM&E's medlemmer, som arbejder med nedrivning, for at opbygge mere viden om den cirkulære tankegang i nedrivningen. Dette viser at det er vigtigt at der bliver opbygget viden og kompetencer om emnet som kan videreformidles.

Der er igennem projektet afholdt arrangementer for at udbrede kendskabet til den cirkulære tankegang omkring nedbrydning. Herunder ses de hovedarrangementer som er afholdt i forbindelse med dette projekt.

Orienteringsmøder:

Vidensdage 2017 (indlæg):	ca. 60 deltagere (35 virksomheder)
Årsmøde 2017 (indlæg):	ca. 200 deltagere (70 virksomheder)
Generalforsamlinger 2017 (indlæg):	ca. 60 deltagere (45 virksomheder)
Generalforsamlinger 2017 (omtale):	ca. 250 deltagere (200 virksomheder)
Vidensdage 2018 (indlæg):	ca. 50 deltagere (35 virksomheder)
Årsmøde 2018 (omtale):	200 deltagere (70 virksomheder)
Bestyrelsesmøder og udvalgsmøder (indlæg):	27 virksomheder
Presse og medlemsblad M&L	omdelt til 730 medlemsvirksomheder

Kurser:

Dagskursus 1:	39 deltagere (25 virksomheder)
Dagskursus 2:	34 deltagere (21 virksomheder)
Dagskursus 3:	21 deltagere (16 virksomheder)
Opfølgningskursus 1.	29 deltagere (17 virksomheder: +2 ifht. kursus 1)
Opfølgningskursus 2 (workshop).	24 deltagere (18 virksomheder) +10 ifht. 1+2)
Opfølgningskursus 3:	60 deltagere (50 virksomheder)



Demonstrationsprojekt – Brovej 1

Bygherre: Middelfart Kommune
 Adresse: Brovej 1, 5464 Brenderup
 BBR: Missionshus, 120 m², byggeår 1880

Entreprenør: Skærbæk Nedrivning
 Rådgiver: Ole Jacobsen, Rådgiver og Ingeniør

Bygningsbeskrivelse

Bro Missionshus er opført i karakteristiske gule mursten opmuret i kalkmørtel, og et ældre rødt teglstenstag. Indvendig er bagmursvæg pudset og skillevægge består af hhv. puds på bambus/træ og gips vægge på træskellet. Tagkonstruktion består af hanebåndspær i træ. Gulvkonstruktionen er et træ bjælkelag og plankegulv. Fundamentet er af mørtelbeton og natursten i meget begrænset dybde. En mindre tilbygning er opført i lecablokke og asbest eternittag. Huset fremstår generelt i forfalden stand dog med gode muligheder for genanvendelse af materialer især mursten. Meget af den indvendige maling indeholder tungmetaller og PCB.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information.

Projektforløb

I forbindelse med annoncering af DM&E's projekt Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører blev DM&E kontaktet af Middelfart Kommune. Kommunen havde et ønske om at indtænke, afprøve og gennemføre initiativer som implementere Cirkulære forretningsmodeller indenfor bygge- og anlægsaffald. Strategien og samarbejdet med DM&E er beskrevet i Middelfarts beslutningsnotat af den 15. maj 2017 om Cirkulær økonomi og genbrug. Konkret ønskede kommunen blandt andet at indfører cirkulære principper i kommunens udbud af nedrivninger. På et møde mellem DM&E herunder også Erik Lauritzen og Middelfart Kommune præsenterede Middelfart Kommune Bro Missionshus som et egnet nedrivningsprojekt.

Middelfart Kommune ønskede DM&E's hjælp til fastlæggelse af udbudsproces, udførelse af ressourcekortlægning samt anbefalinger og beregning af forskellige scenarier for rensning og genanvendelse af mursten. Der blevet lavet beregninger på to scenarier for rensning af mursten. Scenarie 1 – maskinel rensning hos Gamle Mursten i Svendborg og scenarie 2 - håndrensning på stedet. Beregningerne af scenarie 2 viste en meromkostning pr. sten på ca. 4 kr./sten

I forhold til afsætning af mursten anbefalede DM&E Kommunen at finde et egnet byggeprojekt i kommunen, som kunne aftage murstenen. Efter ca. 14 dage havde Kommunen identificeret et privat byggeprojekt på Restaurant Guldkronen centralt beliggende i Middelfart by. De karakteristiske gule sten passede godt til områdets øvrige bebyggelse i den ældre bydel.

Den private bygherre ønskede at aftage både for- og bagmuren, som også skulle danne for- og bagmur i det nye byggeri. Betingelsen for at benytte genbrugsstenene fra Bro Missionshus var at mængden var tilstrækkelig. Ved at sammenholde ressourcekortlægningen fra Brovej 1 med det nye byggeprojekt kunne man konstatere, at der skulle opnås en genanvendelsesprocent lidt over 72 % af formuren på Brovej 1, hvilket også udslagsgivende for valg af nedrivnings- og afrensningsmetoden. Man valgte manuel nedtagning og håndrensning. Ved denne nænsomme metode opnåede man en genbrugsprocent på godt 95 %.

Bilag 2A

Oprindelig var planen at bagmuren skulle fremstå pudset, men efter at bagmuren var opført, var resultat så godt at bagmuren fik lov at fremstå i rå mursten.

Proces:



Udbud "Middelfart-modellen"

Nedrivning var udbudt på en måde, så Bygherren Middelfart Kommune selv aftog alle materialer som man ønskede at genbruge eller afsætte til genbrug. I dette pilotprojekt gjaldt både tagsten, tømmer fra tagkonstruktion, mursten og gulvplanker.

I opgavebeskrivelsen var det klart defineret, hvad man ønskede at udtage til genbrug, hvorledes det skulle pakkes og emballeres samt hvorhen det skulle leveres. Herved overtog bygherren ansvaret for afsætningen og entreprenøren viste hvad han skulle give pris på og leverer.

Nedrivningsmetode

Tegl tagsten

Tegltaget var understrøget og af ældre dato. Selvom teglstenen umiddelbart kun var mindre egnet til genbrug ønskede bygherren af hensyn til opsamling viden og data at de blev nedtaget nænsomt, afrenset og emballeret på paller. Da understyningen var udført med kalkmørtel var rensningen mulig. Omkostning på nedtagning og rensning af tagsten lå ud fra de forudsatte enhedspriser på ca. 11 kr./stk.

Spær og trækonstruktion

Trækonstruktionen blev nænsomt nedtaget og adskilt samt rensset for søm og skurer. Herefter stablet på paller og transporteret til anvist Kommunens lager.

Mursten

Murværket blev nænsomt nedtaget ved håndkraft og rensset på pladsen. Derefter blev teglstenene rensset og stablet på paller på stedet, for at kunne genanvendes på Restaurant Guld Kroen i Middelfart.

Gulv

Gulvplankerne er taget nænsomt op, emballeret fragtet til Kommunens lager med henblik på genanvendelse. Det er endnu ikke planlagt hvor eller hvornår det skal genanvendes.

I en traditionel nedrivning ville både trækonstruktioner og gulvplanker være afsat til energiudnyttelse. DM&E har beregningerne vurderet salgspotentialet af træet.

Blanding af beton og tegl (rent)

Den tilbageværende blanding af ren beton og teglrester blev kørt til knusning til anden nyttiggørelse i form af erstatning for eksempelvis stabilgrus i opbygning af veje eller pladser.

Dataanalyse - samlet nedrivning

Brovej 1



Metode 1: Cirkulær nedrivning (faktiske tal)

[illegible]

Bilag 2A

Metode 2: traditionel nedrivning (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	192	timer	400		76.800	0,38	48.000		
Maskintimer (minilæsser)	6,25	timer	600		3.750	0,20	3.000	0,05	3 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	3	timer	680		2.040	0,10	1.836	0,11	0,88 kg CO2 pr. km (120 kørt km omregnet fra 3 timer)
					82.590				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	40	timer	400		16.000	0,38	10.000		
Maskin timer (gravemaskine)	20	timer	850		17.000	0,20	13.600	0,80	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport (lastbil)	10	timer	680		6.800	0,10	5.440	0,41	0,88 kg CO2 pr. km (468 km: 3 læs beton/tegl + 3 læs træ til RGS90 kolding 39km)
					39.800				
Affaldsgebyr tegl nyttiggørelse	35	ton	70		2.450	0,00	2.205		
Affaldsgebyr beton/tegl nyttiggørelse	13	ton	100		1.300	0,00	1.170		
Affaldsgebyr beton/tegl deponi	6,4	ton	900		5.760	0,00	5.760		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	9,4	ton	400		3.760	0,00	3.760		
Affaldsgebyr træ deponi	2,1	ton	600		1.260	0,00	1.260		
Affaldsgebyr gips deponi	0,15	ton	900		135	0,00	135		
Affaldsgebyr Stenuld genanvendelse	0,35	ton	1.000		350	0,00	350		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0,05	ton	500		25	0,00	25		
Affaldsgebyr have-parkaffald genanvendelse	0,15	ton	250		38	0,00	38		
Affaldsgebyr pap og papiraffald	0,15	ton	350		53	0,00	53		
					15.130				
CO2 ved knusning af beton?	48	ton				0,00		0,15	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	9,4	ton				0,00		15,67	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				0	137.520	40.883	96.631		
Samlet CO2 udledning								17,18	
Salgspotentiale									
Knust beton/tegl	48	ton	25	1.200					
Samlet				1.200					

Sammenstilling - samlet nedrivning

Økonomi	Metode 1	Metode 2
Salgspris (udførelse)	375.005	137.520
Kostpris	255.140	96.631
DB2	119.865	40.883
Salg af materialer	143.259	1.200
Salgspris efter materialesalg	231.746	136.320
Miljøbelastning		
CO2 belastning [ton]	-2,64	17,18
Genbrugsprocent	54%	0%
Genanvendelsesprocent	1%	0%
Nyttiggørelsesprocent	32%	86%
Deponi/destruktion	13%	14%
Samlet genanvendelsesprocent	87%	86%

Cirkulær forretning
- Gør branchen fremtidssikret

Brovej 1

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	381	timer	400	152.400	0,38	95.250		
Gravemaskine inkl. Fører	3	timer	850	2.550	0,20	2.040	0,12	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (8,25 registreret i opgørelse)
Transport til Middelfart	3	timer	680	2.040	0,10	1.836	0,04	48 km á 0,88 kg CO2 pr. km (40 paller i 2 træk)
Minilæsser u. fører	93	timer	200	18.600	0,20	14.880	0,25	1 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (lejepris)
Stillads	1	stk		15.000	0,00	15.000		
Affaldsgebyr	6	ton	70	420	0,00	420	0,02	10 % mørtel + 5 % spild (inkl. transport)
I alt				191.010	61.584	129.426		
Gennemsnitlig produktionspris pr. sten (omregnet til hele sten)				10,9				Omregnet til hele sten

<i>Teglsten - facademur</i>	3.732 stk	7,0	68.544	Opnået pris (95 % Genbrug)
<i>Teglsten - bagmur</i>	6.640 stk	3,5	23.240	Opnået pris (95 % Genbrug)
<i>Halve sten</i>	2.100 stk	0,0	0	Opnået pris (95 % Genbrug)
Salg i alt			91.784	

CO2 regnskab				
<i>CO2 udledning for case 1</i>				<i>0,43</i>
<i>CO2 besparelse ifht. produktion af nye sten</i>	<i>17.482 stk</i>	<i>0,0005</i>	<i>-8,74</i>	<i>0,5 kg CO2 pr. mursten (17482 stk omregnet til hele sten)</i>
Samlet CO2 regnskab				-8,31

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	8	timer	400	3.200	0,38	2.000		
Gravemaskine inkl. Fører	8	timer	850	6.800	0,20	5.440	0,32	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til Svendborg	8	timer	680	5.440	0,00	5.440	0,28	0,88 kg CO2 pr. km (16.500 sten á 2,2 kg + 10 % mørtel ca. 40 t (2 træk á 4 timer á 160 km)
Rensning ved Gamle Mursten (hele sten)	10.200	stk	7,5	76.500	0,00	76.500		regnet med 60 % spild (enhedspris jf. tilbud); CO2 skønnet
Rensning ved Gamle Mursten (halve sten)	1.323	stk	3,8	4.961	0,00	4.961		regnet med 60 % spild (enhedspris jf. tilbud); CO2 skønnet
Affaldsgebyr (spild)	16	ton	150	2.400	0,00	2.400		(Inkl. transport)
Transport til Middelfart	5	timer	680	3.400	0,10	3.060	0,26	150 km tur-retur
I alt				102.701	2.300	99.801		
Gennemsnitlig kostpris pr. sten (omregnet til hele sten)				9,3				Omregnet til hele sten

Teglsten - facademur	6.183 stk	7,0	43.283	Opnået pris (60 % genbrug)
Teglsten - bagmur	4.183 stk	3,5	14.641	Opnået pris (60 % Genbrug)
Halve sten	1.323 stk	0,0	0	Opnået pris (60 % Genbrug)
Kunst materiale	16 ton	25,0	400	
Salv i alt			58.224	

<i>CO2 udledning for case 2</i>			<i>0,86</i>
<i>CO2 besparelse ifht. Produktion af nye sten</i>	<i>11.014 stk</i>	<i>0,0005</i>	<i>-5,51 0,5 kg CO2 pr. mursten (omregnet til hele sten)</i>
<i>Samlet CO2 regnskab</i>			<i>-4,64</i>

Bilag 2A

Case 3: Anden nyttiggørelse 100%, knusning (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	6	timer	400	2.400	0,38	1.500		
Gravemaskine inkl. Fører	6	timer	850	5.100	0,20	4.080	0,24	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (nedrivning af vægge + læsning)
Transport til modtager	3	timer	680	2.040	0,10	1.836	0,14	0,88 kg CO2 pr. km (2 træk á 4 timer á 39 km ilat 156 km)
Affaldsgebyr	35	ton	70	2.450	0,00	2.450		
Knusning af beton og tegl	35	ton	50	1.750	0,00	1.750	0,11	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
I alt				13.740	2.124	11.616		
Salgspotentiale								
Kunst materiale	35	ton	25,0	875				
Salg i alt				875				
CO2 regnskab								
CO2 udledning for case 3							0,49	
CO2 besparelse ifht. Produktion af nye sten							0,00	
Samlet CO2 regnskab							0,49	
Sammenstilling - mursten								
Økonomi	Case 1			Case 2			Case 3	
Salgspris (udførelse)	191.010			102.701			13.740	
Kostpris	129.426			99.801			11.616	
DB2	61.584			2.900			2.124	
Salg af materialer	91.784			58.224			875	
Salgspris efter materialesalg	99.226			44.478			12.865	
Miljøbelastning								
CO2 belastning [ton]	-8,31			-4,64			0,49	
Genbrugsprocent								
	95%			60%			0%	
Nyttiggørelsesprocent	5%			40%			100%	
Deponi/destruktion	0%			0%			0%	
Samlet genanvendelsesprocent	100%			100%			100%	

Bilag 2A

Dataanalyse - tegltagsten Brovej 1



Case 1: Direkte genbrug 95%, afrensning på stedet (som udført - faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	61	timer	400	24.400	0,38	15.250		(ca. 61 sten/time. Meget tid på rengøring pga. understrykning. Eksempel fra SE 160 sten/time)
Transport til Middelfart	2,5	timer	680	1.700	0,10	1.530	0,04	48 km á 0,88 kg CO2 pr. km (40 paller i 2 træk)
Minilæsser u. fører	11	timer	200	2.200	0,20	1.760	0,09	3 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (lejepris)
Stillads	1	stk		10.000	0,00	10.000		(andel af i alt 25.000)
Affaldsgebyr (5% spild)	0,5	ton	70	33	0,00	33	0,00	5 % spild (inkl. transport) 3750 stk á 2,5 kg
Knusning af beton og tegl	0,5	ton	50	25			0,00	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
I alt				38.358		28.573		
Gennemsnitlig kostpris pr. sten				10,9				

Salgspotentiale								
Tegl tagsten	3.515	stk	10,0	35.150				Estimeret pris (95 % Genbrug)
Salg i alt				35.150				

CO2 regnskab								
CO2 udledning for case 1							0,13	
CO2 besparelse i/h.t. produktion af nye tagsten	3.515	stk	0,0005				-1,76	0,5 kg CO2 pr. teglsten
Samlet CO2 regnskab							-1,63	

Case 2: Anden nyttiggørelse 100%, knusning (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet			CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	8	timer	400	3.200	0,38	2.000		
Gravemaskine inkl. Fører	5	timer	850	4.250	0,20	3.400	0,20	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til modtager	1,5	timer	680	1.020	0,10	918	0,05	0,88 kg CO2 pr. km (1 træk á 1,5 timer á 60 km)
Affaldsgebyr	9,4	ton	70	656	0,00	656		
Knusning af beton og tegl	9,4	ton	50	469	0,00	469	0,03	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
I alt				9.535		2.152	2.443	

Salgspotentiale								
Kunst materiale	9,4	ton	25,0	235				
Salg i alt				235				

CO2 regnskab								
CO2 udledning for case 2							0,28	
CO2 besparelse i/h.t. Produktion af nye tagsten	0	stk	0,0005				0,00	
Samlet CO2 regnskab							0,28	

Sammenstilling - Tegltagsten

	Case 1	Case 2
Økonomi		
Salgspris (udførelse)	38.358	9.535
Kostpris	28.573	7.443
DB2	9.785	2.152
Salg af materialer	35.150	235
Salgspris efter materialesalg	3.208	9.360
Miljøbelastning		
CO2 belastning (ton)	-1,63	0,28
Genbrugsprocent	95%	0%
Nyttiggørelsesprocent	5%	100%
Deponifrustruktio	0%	0%
Samlet genanvendelsesprocent	100%	100%

Bilag 2A

Dataanalyse - trækonstruktion

Brovej 1



Forudsætning: Der regnes kun på selve den bærende konstruktion

Case 1: Direkte genbrug 80% (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	61	timer	400	24.400	0,38	15.250		
Maskintimer (grøvmaskine)	7,5	timer	850	6.375	0,20	5.100	0,30	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	2	timer	680	1.360	0,10	1.224	0,03	33 km; 0,88 kg CO2 pr. km
Minilæsser	5	timer	200	1.000	0,20	800	0,04	3 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (lejepris)
Lageromkostninger	1	stk	1.500	1.500	0,00	1.500		
Affaldsgebyr (20% spild)	0,75	ton	400	300	0,00	300		
CO2 ved forbrænding (20% spild)	0,75	ton					2,00	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				34.935	10.761	24.174		

Salgspotentiale

Spærkoved (0,14 x 0,08 x 6,5)	26	stk	250,0	6.500				Vurderes til 300,-/stk.
Hænbånd 1 (0,17 x 0,08 x 3,50)	15	stk	200,0	3.600				Vurderes til 250,-/stk.
Hænbånd 2 (0,17 x 0,08 x 7)	15	stk	350,0	4.550				Vurderes til 300,-/stk.
Salg i alt				15.650				

CO2 regnskab

CO2 udladning for case 1							2,37	
Samlet CO2 regnskab							2,37	

Case 2: Bortskaffelse til Forbrænding (anden nyttiggørelse) (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	8	timer	400	3.200	0,38	2.000		
Maskin timer	5	timer	850	4.250	0,20	3.400	0,20	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	4	timer	680	2.720	0,10	2.448	0,05	55 km 0,88 kg CO2 pr. km
Affaldsgebyr træ	3,75	ton	400	1.500	0,00	1.500		
CO2 ved forbrænding	3,75	ton					6,25	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				11.670	2.322	9.348		

Salgspotentiale

Trækonstruktion	1	stk	0,0				0	
Salg i alt				0				

CO2 regnskab

CO2 udladning for case 1							6,50	
CO2 lagring	0,00	ton					0,00	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
Samlet CO2 regnskab							6,50	

Sammenstilling - Trækonstruktion

	Case 1	Case 2
Økonomi		
Salgspris (udførelse)	34.935	11.670
Kostpris	24.174	9.348
DB2	10.761	2.322
Salg af materialer	13.650	0
Salgspris efter materialesalg	21.285	11.670
Miljøbelastning		
CO2 belastning (ton)	2,37	6,50
Genbrugsprocent	80%	0%
Nyttiggørelsesprocent	20%	100%
Deponi/destruktion	0%	0%
Samlet genanvendelsesprocent	100%	100%

Bilag 2A

Dataanalyse - trægulve

Brovej 1



Case 1: Direkte genbrug 80% (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Købspris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	32	timer	400	12.800	0,38	8.000		
Maskintimer	1,75	timer	850	1.488	0,20	1.190	0,07	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	2	timer	680	1.360	0,10	1.224	0,02	21 km; 0,88 kg CO2 pr. km
Lageromkostninger	1	stk	1.500	1.500	0,00	1.500		
Affaldsgebyr (20% spild)	0,144	ton	400	58	0,00	58		
CO2 ved forbrænding (20% spild)	0,144	ton					0,24	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				17.205	5.234	11.572		

Salgspotentiale

64 m² trægulv (80 m² · 20%)	64	stk	75,0	4.800				
Salg i alt				4.800				

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 1							0,33	
Samlet CO2 regnskab							0,33	

Case 2: Bortskaffelse til Forbrænding (anden nyttiggørelse) (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet		CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	6	timer	400	2400	0,38	1.500,00	
Maskin timer	3	timer	850	2550	0,20	2.040,00	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	0,5	timer	680	340	0,10	306,00	55 km 0,88 kg CO2 pr. km (vægtet med 1/4 læs)
Affaldsgebyr træ	0,72	ton	400	288	0,00	288,00	
CO2 ved forbrænding	0,72	ton					1,20 (1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
Kostpris i alt				5.578	1.444	4.134	

Salgspotentiale

Trægulv	0	stk	0,0				0	
Salg i alt				0				

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 2							1,33	
Samlet CO2 regnskab							1,33	

Sammenstilling - Trægulve

Økonomi	Case 1	Case 2
Salgspris (udførelse)	17.205	5.578
Kostpris	11.972	4.134
DB2	5.234	1.444
Salg af materialer	4.800	0
Salgspris efter materialesalg	12.405	5.578
Miljøbelastning		
CO2 belastning [ton]	0,33	1,33
Genbrugsprocent	80%	0%
Nyttiggørelsesprocent	20%	100%
Deponi/destruktion	0%	0%
Samlet genanvendelsesprocent	100%	100%

Bilag 2A

Brovej 1 før nedrivning



Guldkroen under opbygning



Bilag 2B



Demonstrations projekt – Læsøvej 7

Bygherre: Privat
Adresse: Læsøvej 7
BBR: 1,5 plans enfamiliehus, 179 m², byggeår 1856
Carport, 112m², byggeår 1927
Entreprenør: TVP Entreprise
Rådgiver: Franck Miljø og Geoteknik

Bygningsbeskrivelse

Stuehuset består af røde molersten der er pudset og kalket med et nyere sort eternittag. Huset vurderes renoveret ca. i år 2000, det er bygget i en meget klassisk stilart og fremstår i god stand, med gode muligheder for genanvendelse af flere materialer. I stuehuset forefindes der enkelte områder med klinker der indeholder bly (farligt affald) og hvid maling samt andre klinker der indeholder tungmetaller (forurenede affald).

Carporten består af molersten som er pudset og kalket, med et ældre asbesttag (farligt affald). Carporten er bygget i klassisk stil, dog af ældre dato men fremstår i nogenlunde stand med begrænsede muligheder for genanvendelse.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information.

Projektforløb

Entreprenøren kontaktede DM&E allerede inden påbegyndelse, for at samarbejde omkring en selektiv nedrivning så denne kunne bruges som et demonstrationsprojekt.

Miljø teknisk rapport er foretaget af Franck miljø og geoteknik d. 12-10-17.

Ressourcekortlægning foretaget af entreprenøren i samarbejde med DM&E.

Affaldsanmeldelse af farligt og forurenede affald foretages af entreprenøren selv.

Der er en igangværende proces for at finde aftagere til direkte genbrug af materialer såsom vinduer, døre både indvendige og udvendige, tag samt evt. træ parketgulve. Tilmed arbejdes der på at finde aftagere til genanvendelige materialer som træværk og mineraluld. Ydermere planlægges der aftagere for materialer egnet til anden nyttiggørelse som mursten, beton fundament og andet affald.

For at opnå en højere og bedre genanvendelse er nedrivningen foretaget som en CØ-nedrivning, herved er der sket en mere nænsom adskillelse samt større sortering af materialer og affaldsfraktionerne. Dette har naturligvis også medført øgede omkostninger i forbindelse med nedrivningen.

Bilag 2B

Dataanalyse - samlet nedrivning

Læsøvej 7



Metode 1: Cirkulær nedrivning (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	75,5	timer	400		30.200	0,38	18.875		
Maskintimer	0	timer	850		0	0,20	0		
Transport (lastbil)	3	timer	680		2.040	0,10	1.836	0,06	0,88 kg CO2 pr. km (129 kørt km omregnet til 3 timer)
Miljøsanering i alt					32.240				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	215,5	timer	400		86.200	0,38	53.875		
Minilæsser	1	timer	600		600	0,20	480	0,01	5 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (gravemaskine)	25	timer	850		21.250	0,20	17.000	1,00	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (læssemaskine)	4	timer	750		3.000	0,20	2.400	0,16	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (minigraver)	1	timer	550		550	0,20	440	0,01	5 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (teleskoplæsser)	32	timer	625		20.000	0,20	16.000	0,43	5 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til lager (varebil+trailer)	2	timer	400		800	0,38	500	0,04	0,44 kg CO2 pr. km (100 kørt km omregnet til 2 timer læssetid angivet under mandetimer)
Transport med lastbil og container (vognmand)	15	timer	680		10.200	0,10	9.180	0,23	0,88 kg CO2 pr. km (512 kørt km omregnet til 10 timer læssetid sat til 5 timer)
Selektiv nedrivning i alt					142.600				
Affaldsgebyr beton nyttiggørelse	20	ton	50		1.000	0,00	1.000		
Affaldsgebyr blandet beton og tegl nyttiggørelse	60,4	ton	100		6.040	0,00	6.040		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	10,1	ton	400		4.040	0,00	4.040		
Affaldsgebyr træ forurenede	2,0	ton	600		1.200	0,00	1.200		
Affaldsgebyr Eternit tag deponi	3,6	ton	900		3.242	0,00	3.242		10 % spild stuehus + garage
Affaldsgebyr glasuld genanvendelse	0,5	ton	1.000		500	0,00	500		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0,05	ton	500		25	0,00	25		
Affaldsgebyr andet forurenede affald	1,7	ton	900		1.530	0,00	1.530		
Affaldsgebyr andet farlig affald	0,1	ton	8.500		850	0,00	850		
Affaldsgebyrer i alt					18.427				
CO2 ved knusning af beton?	80,4	ton						0,25	30 ton/time; 15*20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	10,1	ton						16,83	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,8 t/m3
I alt					6	183.267	54.254	123.012	
CO2 regnskab									
CO2 udledning for metode 1								19,02	
CO2 besparelse ifht. Produktion af nye plader	302	m2	0,00808					-2,44	8,08 kg CO2/m2 (rygningsplader er inkluderet)
Samlet CO2 regnskab								16,58	
Salgspotentiale									
Tagplader eternit E7 - 2007	302,4	m2	40	12.096					- 10% spild (ny pris ca. 100 kr/m2)
Rygningsplader (E7)	16	stk	60	1.152					- 10% spild (ny pris ca. 180 kr/stk)
Vinduer (varieret)	13	stk	700	9.100					
Glasparti udestue	1	stk	5.000	5.000					
Døre	2	stk	700	1.400					
Tømmer (limtræ 0,14x0,30x4,8)	3	stk	1.000	3.000					(ny pris ca. 300,- pr. m = 4.300,-)
Trægulve, lofter + div	184	m2	10	1.840					
Jern og metal	1	ton	1.000	1.000				1,00	kr/kg
Knust beton	20	ton	60	1.200					
Knust betontejl	60,4	ton	25	1.510					
Salg i alt				37.256					

Bilag 2B

Metode 2: traditionel nedrivning (estimeret)									
	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	75,5	timer	400		30.200	0,38	18.875		
Maskintimer	0	timer	850		0	0,20	0		
Transport (lastbil)	3	timer	680		2.040	0,10	1.836	0,06	0,88 kg CO2 pr. km (129 kørte km omregnet til 3 timer)
Miljøsanering i alt					32.240				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	40	timer	400		16.000	0,38	10.000		
Maskintimer (Gravemaskine)	24	timer	850		20.400	0,20	16.320	0,96	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (teleskoplæsser)	32	timer	625		20.000	0,20	16.000	0,43	5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport (lastbil)	15	timer	680		10.200	0,10	9.180	0,23	0,88 kg CO2 pr. km (512 kørte km omreget til 10 timer læssetid sat til 10 timer)
Selektiv nedrivning i alt:					66.600				
Affaldsgebyr beton/tegl nyttiggørelse	80,4	/ton	100		8.040	0,00	8.040		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	14,1	/ton	400		5.640	0,00	5.640		
Affaldsgebyr træ forurenet	2	/ton	600		1.200	0,00	1.200		
Affaldsgebyr vinuder	1	/ton	850		850	0,00	850		
Affaldsgebyr Eternit tag deponi	9,0	/ton	900		8.117	0,00	8.117		Stuehus + garage
Affaldsgebyr glasuld deponi	0,5	/ton	1.000		500	0,00	500		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0,05	/ton	500		25	0,00	25		
Affaldsgebyr pap og papiraffald	0,15	/ton	50		8	0,00	8		
Affaldsgebyr andet forurenet affald	1,7	/ton	900		1.530	0,00	1.530		
Affaldsgebyr andet farligt affald	0,1		8.500		850	0,00	850		
Affaldsgebyrer i alt					26.759				
CO* ved knusning af beton?	80,4	/ton	50					0,25	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	14,9	/ton						24,83	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				0	125.599	26.629	98.970		
Samlet CO2 udledning								26,75	
Salgspotentiale									
Knust beton/tegl	48	ton	25	1.200					
Jern og metal	1	ton	1000	1.000					
Samlet				2.200					
Sammenstilling - samlet nedrivning									
Økonomi	Metode 1		Metode 2						
Salgspris (udførelse)	193.267		125.599						
Kostpris	54.254		26.629						
DB2	139.013		98.970						
Salg af materialer	37.298		2.200						
Salgspris efter materialesalg	155.969		123.399						
Miljøbelastning									
CO2 belastning [ton]	16,58		26,75						
Genbrugsprocent	10%		0%						
Genanvendelsesprocent	1%		1%						
Nyttiggørelsesprocent	82%		87%						
Deponi/destruktion	7%		12%						
Samlet genanvendelsesprocent	93%		88%						

Bilag 2B

Dataanalyse - tagplader stuehus

Læsøvej 7



Case 1: Direkte genbrug (90 %)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	19	timer	400		7.600	0,38	4.750		
Maskintimer (teleskopløsser)	19	timer	625		11.875	0,20	9.500	0,25	5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport (lastbil)	1,5	timer	680		1.020	0,10	918	0,04	0,88 kg CO2 pr. km (48 køre km omregnet til 10 timer læssetid sat til 5 timer)
Lageromkostninger	1	stk	1.000		1.000	0,00	1.000		
Mandtimer håndtering lager ved salg	1	timer	400		400	0,38	250		
Affaldsafgift eternittag (10%)	0,6	ton	900		542	0,00	542		
I alt				0	22.437	5.477	16.960		

Salgspotentiale

Tagplader eternit BT - 2007

302,4 m²

40

12.096

- 10% spild (ny pris ca. 100 kr/m²)

Rygningsplader (BT)

15 stk

80

1.152

- 10% spild (ny pris ca. 180 kr/stk)

Salg i alt

13.248

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 1

0,29

CO2 besparelse ifht. Produktion af nye plader

302 m²

0,00808

-2,44 8,08 kg CO2/m² (rygningsplader er inkluderet)

Samlet CO2 regnskab

-2,15

Case 2: Bortskaffelse til deponi

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	12	timer	400		4.800	0,38	3.000		
Maskintimer (teleskopløsser)	12	timer	625		7.500	0,20	6.000	0,16	5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport (lastbil)	1,5	timer	680		1.020	0,10	918	0,04	0,88 kg CO2 pr. km (48 køre km omregnet til 10 timer læssetid sat til 5 timer)
Affaldsafgift eternittag (100%)	6,0	ton	900		5.417	0,00	5.417		
I alt				0	18.737	3.402	15.335		

Salgspotentiale

Salg i alt

0

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 2

0,20

Samlet CO2 regnskab

0,20

Sammenstilling - tagplader

	Metode 1	Metode 2
Økonomi		
Salgspris (udførelse)	22.437	18.737
Kostpris	16.960	15.335
DB2	5.477	3.402
Salg af materialer	13.248	0
Salgspris efter materialesalg	9.189	18.737
Miljøbelastning		
CO2 belastning [ton]	-2,15	0,20
Genbrugsprocent	90%	0%
Deponi/destruktion	10%	100%

Bilag 2B

Dataanalyse - vinduer og døre Læsevej 7



Case 1: Direkte genbrug (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer udtagning	37	timer	400		14.800	0,38	9.250		Mandetimer + transport til lager opgjort til 38 timer
Transport til lager (varebil+trailer)	1	timer	400		400	0,38	250	0,02	0,44 kg CO2 pr. km (36 kørt km omregnet til 1 timer læssetid angivet under mandetimer)
Lageromkostninger	1	stk	1.000		1.000	0,00	1.000		
Mandtimer håndtering lager ved salg	3	timer	400		1.200	0,38	750		
I alt				0	17.400	6.150	11.250		

Salgspotentiale									
Vinduer (varieret)	13	stk	700	9.100					
Glasparti udestue	1	stk	5000	5.000					
Døre	2	stk	700	1.400					
Salg i alt				15.500					

CO2 regnskab									
CO2 udledning for case 1								0,02	
Samlet CO2 regnskab								0,02	

Case 2: Bortskaffelse til affaldsmodtager (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	25	timer	400		10.000	0,38	6.250		
Transport til affaldsmodtager (lastbil + cont.)	1	timer	400		400	0,38	250	0,03	0,88 kg CO2 pr. km (30 kørt km omregnet til 1 timer læssetid angivet under mandetimer)
Affaldsgebyr hele vinuder	1,0	ton	850		850	0,00	850	1,33	(forbrænding af 0,8 t træ) (1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				0	11.250	3.900	7.350		

Salgspotentiale									
Salg i alt				0					

CO2 regnskab									
CO2 udledning for case 2								1,36	
Samlet CO2 regnskab								1,36	

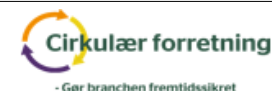
Sammenstilling - vinuder og døre

Økonomi	Metode 1	Metode 2
Salgspris (udførelse)	17.400	11.250
Kostpris	11.250	7.350
DB2	6.150	3.900
Salg af materialer	15.500	0
Salgspris efter materialesalg	1.900	11.250
Miljøbelastning		
CO2 belastning (ton)	0,02	1,36
Genbrugsprocent	100%	0%
Deponi/destruktion	0%	100%

Bilag 2B

Dataanalyse - træ

Læsøvej 7



Case 1: Direkte genbrug 80% (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer udtagning	44,5	timer	400		17.800	0,38	11.125		
Maskintimer (gravemaskine)	3	timer	850		2.550	0,20	2.040	0,12	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til lager (varebil+trailer)	1	timer	400		400	0,38	250	0,01	0,44 kg CO2 pr. km (20 kørt km omregnet til 1 timer læssetid angivet under mandetimer)
Lageromkostninger	1	stk	2.000		2.000	0,00	2.000		
Mandtimer håndtering lager ved salg	3		400		1.200	0,38	750		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse (20 % spild)	0,3	ton	400		120	0,00	120	0,50	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3)
I alt				0	23.950	7.785	16.165		

Salgspotentiale

Tømmer (limtræ 0,14x0,30x4,8)	3	stk	1000	3.000					(ny pris ca. 300,- pr. m = 4.300,-)
Tækgulve, loftet + div	184	m2	10	1.840					
Salg i alt				4.840					

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 1	0,63
Samlet CO2 regnskab	0,63

Case 2: Bortskaffelse til affaldsmodtager (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer udtagning	10	timer	400		4.000	0,38	2.500		
Maskintimer (gravemaskine)	3	timer	850		2.550	0,20	2.040	0,12	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til modtager (lastbil+cont.)	1	timer	400		400	0,38	250	0,03	0,88 kg CO2 pr. km (35 kørt km omregnet til 1 timer læssetid angivet under mandetimer)
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	1,5	ton	400		600	0,00	600	2,50	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3)
I alt					7.550	2.160	5.390		

Salgspotentiale

Salg i alt	0
-------------------	----------

CO2 regnskab

CO2 udledning for case 2	2,65
Samlet CO2 regnskab	2,65

Sammenstilling - træ

Økonomi	Metode 1	Metode 2
Salgspris (udførelse)	23.950	7.550
Kostpris	16.165	5.390
DB2	7.785	2.160
Salg af materialer	4.840	0
Salgspris efter materialesalg	19.110	7.550
Miljøbelastning		
CO2 belastning [ton]	0,63	2,65
Genbrugsprocent	80%	0%
Nyttiggørelsesprocent	20%	100%

Bilag 2C



Demonstrationsprojekt – Kanalvej 15

Bygherre: Norddjurs Kommune
Adresse: Kanalvej 15
BBR: Staldbygning 239 m², byggeår 1930
Ladebygning 301 m², byggeår 1887

Bygnings beskrivelse

Landbrugsbygningerne består del af en staldlænge med hvælvinger samt en ladebygning. Begge er opført i gule teglmursten opmuret i kalkmørtel. Taget er asbestholdigt eternittag. Bygningerne er af ældre dato, dog var en større renovering af staldlængen påbegyndt i 2006, hvor bygningerne skulle have været brugt til kontor, kunstgalleri og cafe. Dog blev planerne for renoveringen ikke gennemført og bygningerne skulle i stedet nedrives.

Genanvendelsespotentialitet vurderes som højt. I bygningerne findes der en stor mængde tømmer af en god kvalitet og i forholdsvis store dimensioner, hvor muligheden for genbrug eller genanvendelse er gode. Ydermere er der potentielt mulighed for genbrug af murstenene da kalkmørtlen kan afrensnes. I det praktiske eksempel er en stor del af tømmeret solgt til genbrug, men det umiddelbart ikke var muligt at afsætte murstenen indenfor tidsrammen.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information.

Projekt forløb

Projektet er identificeret efter udbud af nedrivningen og er indmeldt af nedrivningsentreprenøren.

Ressourcekortlægningen er foretaget af Søren Christensen.

Nedrivningen er foretaget som CØ-nedrivning med fokus på genanvendelse af tømmer.

Projektforløb:



Afsætning

DM&E har i samarbejde med entreprenøren lavet en ressourcekortlægning, hvor der især var fokus på mursten og tømmer. Der blev arbejdet med muligheder for afsætning af murstenene, men afstanden til mulig aftager blev for stor i forhold til den økonomiske case. Derimod blev der arbejdet videre med afsætning af tømmer. Alt træet blev opmålt og værdifastsat, hvorefter der blev lavet en økonomisk beregning af casen. Det bedste tømmer er nedtaget nænsomt, afrenset og afsat til genbrug via portalen Dansk Genbyg.

Bilag 2C

I bygning som var under renovering, var der en del nyere spånplader. Disse blev udsorteret med henblik på afsætning til Novopan, der ligger i området. De var dog ikke interesseret i at modtage pladerne, da deres maskiner umiddelbart ikke kunne håndtere pladerne produktion.

Cirkulær forretning
- Gør branchen fremtidssikret

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	32	timer	400		12.800	0,38	8.000		
Maskintimer (minilæsser)	10	timer	200		2.000	0,20	1.600	0,08	3 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	17	timer	680		11.560	0,10	10.404	0,11	0,88 kg CO2 pr. km (468 kørte km omregnet fra 12 timer + 5 timer læssetid)
					26.360				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer (nedrivning)	22	timer	400		8.800	0,38	5.500		
Maskintimer (grøvmaskine) (nedrivning)	47	timer	850		39.950	0,20	31.960	1,88	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Mandtimer (ekstra håndtering tømmer)	31	timer	400		12.400	0,38	9.320		
Maskintimer (grøvmaskine) (+håndtering tømmer)	15	timer	850		12.750	0,20	10.200	0,60	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (grøvmaskine) ((+nænsom håndtering	15	timer	850		12.750	0,20	11.475	0,60	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Mandtimer (+nænsom håndtering mursten)	10	timer	400		4.000	0,38	3.600		
Lageromkostninger (tømmer)	1	stk	3.000		3.000	0,00	3.000		
Transport (lastbil) affald	20	timer	680		13.600	0,10	10.880	0,44	0,88 kg CO2 pr. km (500)km
Transport (lastbil) (mursten til Svendborg)	12	timer	680		8.160	0,10	7.344	0,66	0,88 kg CO2 pr. km (3 træk 3x250 = 750km (der regnes med returlæs)
Transport (lastbil) (træ til lager)	6	timer	680		4.080	0,10	3.672	0,11	0,88 kg CO2 pr. km (2 træk 2x30 km =120km
					119.490				
Affaldsgebyr eternit (asbest)	11,42	ton		1.100	12.562	0,00	12.562		
Affaldsgebyr beton/tegl nyttiggørelse	453	ton		100	45.300	0,00	40.770		(fratrullet vægt af 27625 mursten ÷ 2,2 kg + 10% =67 ton
Affaldsgebyr spild ved rensning af tegl (50%)	33,5	ton		100	3.350	0,00	3.350		(50% af 122 ton
Affaldsgebyr beton/tegl deponi	5,04	ton		300	4.536	0,00	4.536		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	16,53	ton		400	6.612	0,00	6.612		
Affaldsgebyr træ deponi	0	ton		600	0	0,00	0		
Affaldsgebyr gips	2,5	ton		300	2.250	0,00	2.250		
Affaldsgebyr mineralsuld	0,81	ton		1.000	810	0,00	810		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0	ton		500	0	0,00	0		
Affaldsgebyr have-parkaffald genanvendelse	0	ton		250	0	0,00	0		
Affaldsgebyr pap og papiraffald	0	ton		350	0	0,00	0		
					75.420				
Rensning ved Gamle Mursten (hele sten)	6.306	stk		7,5	51.797	0,00	51.797		regnet med 50 % spild
Rensning ved Gamle Mursten (halve sten)	13.813	stk		4,0	55.250	0,00	55.250		regnet med 50 % spild
					107.047				
CO2 ved knusning af beton?	486,5	ton				0,00		1,51	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	16,53	ton				0,00		27,55	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				0	55555	52.625	55555		
Samlet CO2 udlædning									
								33,52	
Salgspotentiale									
Tømmer									
Tegkonstruktion Byg 1									
Hænsåne 0,12 x 0,15 x 4,70	9	Stk		100	4.320				
Skunkste 0,14 x 0,16 x 2,8	16	Stk		80	3.200				
Tegkonstruktion Byg 2									
Spærke 0,15 x 0,16 x 6,5	46	Stk		110	50.120				
Hænsåne 0,15 x 0,16 x 4,5	23	Stk		105	11.040				
Spærke 0,16 x 0,16 x 8,9	11	Stk		110	15.895				
Mursten 0,14 x 0,16 x 2,9	10	Stk		135	4.000				
I alt					71.575				
Salg tømmer alt (fradrag for 20 % spild)					57.260				

Bilag 2C

Metode 2: Traditionel nedrivning (faktiske tal - dog er trækonstruktion foretaget som nænsom nedrivning - dette er der korigeret for i nedenstående)									
	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	32	timer	400		12.800	0,38	8.000		
Maskintimer (teleskoblæsser)	10	timer	200		2.000	0,20	1.600	0,08	3 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	17	timer	680		11.560	0,10	10.404	0,41	0,88 kg CO2 pr. km (468 kørte km omregnet fra 12 timer + 5 timer læssetid)
Miljøsanering i alt:					26.360				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	27	timer	400		10.800	0,38	6.750		
Minilæsser (leje)	0	timer	200		0	0,20	0	0,00	3 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (gravemaskine)	52	timer	850		44.200	0,20	35.360	2,07	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport (Lastbil)	25	timer	680		17.000	0,10	15.300	0,54	0,88 kg CO2 pr. km (612 kkm 15 timer +10
Andet transport	0	timer	680		0	0,10	0	0,18	0,88 kg CO2 pr. km (200 kørte km omregnet til 7 timer læssetid sat til 5 timer)
Stillads	0	stk	15.000		0	0,00	0		
Selektiv nedrivning i alt:					72.000				
Affaldsgebyr eternit (asbest)	11,42	ton	1.100		12.562	0,00	12.562		
Affaldsgebyr beton/tegl nyttiggørelse	520	ton	100		52.000	0,00	52.000		
Affaldsgebyr beton/tegl deponi	5,04	ton	900		4.536	0,00	4.536		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	23,73	ton	400		9.492	0,00	9.492		
Affaldsgebyr træ deponi	0	ton	600		0	0,00	0		
Affaldsgebyr gips	2,5	ton	700		1.750	0,00	1.750		
Affaldsgebyr mineraluld	0,81	ton	1.000		810	0,00	810		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0	ton	500		0	0,00	0		
Affaldsgebyr have-park affald genanvendelse	0	ton	250		0	0,00	0		
Affaldsgebyr pap og papiraffald	0	ton	350		0	0,00	0		
Affaldsgebyr i alt					81.150				
CO2 ved knusning af beton?	520	ton				0,00	0	1,61	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	23,73	ton				0,00	0	39,55	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt					179.510	20.946	158.564		
Salgspotentiale									
Jern	10,16	ton	10.000	10.160					Estimeret
Knust beton/tegl	520	ton	25	13.000					Prisliste
Samlet				23.160					
CO2 regnskab									
CO2 udledning for metode 2								44,44	
Samlet CO2 udledning								44,44	
Sammenstilling - samlet nedrivning									
Økonomi			Metode 1			Metode 2			
Salgspris (udførelse)			328.317			179.510			
Kostpris			295.492			158.564			
DB2			32.825			20.946			
Salg af materialer			179.923			23.160			
Salgspris efter materialesalg			148.394			156.350			
Miljøbelastning									
CO2 belastning [ton]			26,62			44,44			
Genbrugsprocent			7%			0%			
Genanvendelsesprocent			2%			2%			
Nyttiggørelsesprocent			88%			95%			
Deponifrustruktio			3%			3%			
Samlet genanvendelsesprocent			97%			97%			

Bilag 2C

Dataanalyse - mursten Kanalvej 15



Case 2: Direkte genbrug 50%, afrensning i Svendborg (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	8	timer	400	3.200	0,38	2.000		
Gravemaskine inkl. Fører	16	timer	850	13.600	0,20	10.880	0,64	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport til Rensning i Svendborg	12	timer	680	8.160	0,10	7.344	0,66	0,88 kg CO2 pr. km (3 træk 3x250 = 750km (der regnes med returløb)
Rensning ved Gamle Mursten (hele sten)	6.906	stk	7,5	51.797	0,00	51.797		regnet med 50 % spild
Rensning ved Gamle Mursten (halve sten)	13.813	stk	4,0	55.250	0,00	55.250		regnet med 50 % spild
Transport til nyttiggørelse (modtageplads)	10	timer	680,0	6.800	0,10	6.120	0,26	0,88 kg CO2 pr. km (5 træk 2x30 km) 0,5t læse tid
Affaldsgebyr (spild)	116,3	ton	70	8.183	0,00	8.183		(Inkl. transport)
Knusning af tegl	116,3	ton	50	5.845	0,00	5.845	0,36	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
I alt				152.835	5.416	147.419		
								Omregnet til hele sten
Salgspotentiale								
Teglsten - facademur	6.906	stk	8,6	59.670				
Halve sten	13.813	stk	4,3	59.670				
Kunst materiale	117	ton	25,0	2.925				
Salg i alt				122.263				
CO2 regnskab								
CO2 udlædning for case 2							1,93	
CO2 besparelse ifht. Produktion af nye sten	13.813	stk	0,0005				-6,91	0,5 kg CO2 pr. mursten (omregnet til hele sten)
Samlet CO2 regnskab							-4,98	

Case 2: Anden nyttiggørelse 100%, knusning (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	4	timer	400	1.600	0,38	1.000		
Gravemaskine inkl. Fører	8	timer	850	6.800	0,20	5.440	0,32	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (neddrivning af vægge + læsning)
Transport til nyttiggørelse (modtageplads)	12	timer	680	8.160	0,10	7.344	0,32	0,88 kg CO2 pr. km (6 træk 2x30 km)
Affaldsgebyr	147	ton	70	10.311	0,00	10.311		
Knusning af beton og tegl	147	ton	50	7.365	0,00	7.365	0,46	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
I alt				34.236	2.776	31.460		
Salgspotentiale								
Kunst materiale	147	ton	25,0	3.683				
Salg i alt				3.683				
CO2 regnskab								
CO2 udlædning for case 3							1,03	
CO2 besparelse ifht. Produktion af nye sten	0	stk	0,0005				0,00	
Samlet CO2 regnskab							1,03	

Sammenstilling - mursten

	Case 1	Case 2
Økonomi		
Salgspris (udførelse)	152.835	34.236
Kostpris	147.419	31.460
DB2	5.416	2.776
Salg af materialer	122.263	3.683
Salgspris efter materialsalg	30.572	30.554
Miljøbelastning		
CO2 belastning (ton)	-4,98	1,03
Genbrugsprocent	21%	0%
Nyttiggørelsesprocent	73%	100%
Deponi/destruktion	0%	0%
Samlet genanvendelsesprocent	100%	100%

Bilag 2C

Dataanalyse - tømmer Kanalvej 15



Forudsætning: Der regnes kun på selve den bærende konstruktion

Case 1: Direkte genbrug 80% (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	61	timer	400	24.400	0,38	15.250		
Maskintimer (gravemaskine)	7,5	timer	850	6.375	0,20	5.100	0,30	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	2	timer	680	1.360	0,10	1.224	0,03	33 km; 0,88 kg CO2 pr. km
Minilæsser	5	timer	200	1.000	0,20	800	0,04	3 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter (lejepris)
Lageromkostninger	1	stk	1.500	1.500	0,00	1.500		
Affaldsgebyr (20% spild)	0,75	ton	400	300	0,00	300		
CO2 ved forbrænding (20% spild)	0,75	ton					2,00	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				34.935	10.761	24.174		

Salgspotentiale

Spærkoved (0,14 x 0,08 x 6,5)	26	stk	250,0	6.500				Vurderes til 300,-/stk.
Hanobånd 1 (0,17 x 0,08 x 3,50)	15	stk	200,0	3.600				Vurderes til 250,-/stk.
Hanobånd 2 (0,17 x 0,08 x 7)	15	stk	350,0	4.550				Vurderes til 300,-/stk.
Salg i alt				13.650				

CO2 regnskab

CO2 udløst ved for case 1							2,37	
Samlet CO2 regnskab							2,37	

Case 2: Bortskaffelse til Forbrænding (anden nyttiggørelse) (estimeret)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Mandetimer	8	timer	400	3.200	0,38	2.000		
Maskin timer	5	timer	850	4.250	0,20	3.400	0,20	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport	4	timer	680	2.720	0,10	2.448	0,05	55 km 0,88 kg CO2 pr. km
Affaldsgebyr træ	3,75	ton	400	1.500	0,00	1.500		
CO2 ved forbrænding	3,75	ton					6,25	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt				11.670	2.322	9.348		

Salgspotentiale

Trækonstruktion	1	stk	0,0				0	
Salg i alt				0				

CO2 regnskab

CO2 udløst ved for case 1							6,50	
CO2 lagring	0,00	ton					0,00	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
Samlet CO2 regnskab							6,50	

Sammenstilling - Trækonstruktion

	Case 1	Case 2
Økonomi		
Salgspris (udførelse)	34.935	11.670
Kostpris	24.174	9.348
DB2	10.761	2.322
Salg af materialer	13.650	0
Salgspris efter materialesalg	21.285	11.670
Miljøbelastning		
CO2 belastning (ton)	2,37	6,50
Genbrugsprocent	80%	0%
Nyttiggørelsesprocent	20%	100%
Deponi/destruktion	0%	0%
Samlet genanvendelsesprocent	100%	100%

Bilag 2C

Kanalvej 15 før nedrivning



Bilag 3A



Demonstrationsprojekt – Vestergade 12

Bygherre: Norddjurs Kommune
Adresse: Voer Færgevej 54
BBR: Stuehus 96 m², byggeår 1907

Bygningsbeskrivelse

Vestergade 12 fremstår som en ældre slidt by-ejendom. Formuren er ¼ stensmur af kalksandsten, mens bagmuren er opført i let konstruktion gipsbeklædning. Indvendige vægge er en kombination murstensvægge og lette vægge beklædt med gips og træ. Ejendommen er en meget typisk ejendom, som nedrives under nedrivningspuljen.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information (ikke vedlagt denne rapport).

Genanvendelsespotentialet for denne ejendom vurderes som lille pga. de forholdsvis dårlige materialer.

En del affald er anvist til deponi, hvilket har betydet en forholdsvis lille genanvendelsesprocent.

Projektforløb

Projektet er identificeret efter udbud af nedrivningen og er indmeldt af nedrivningsentreprenøren.

Ressourcekortlægningen er foretaget af Søren Christensen.

Nedrivningen er fortaget som traditionel nedrivning

Projektforløb:



Bilag 3A

Dataanalyse samlet nedrivning
Vestergade 12



Metode 2: Traditionel nedrivning (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	34	timer	400		13.600	0,38	8.500		
Maskintimer	0	timer	850		0	0,20	0		
Transport (lastbil)	5,5	timer	680		3.740	0,10	3.366	0,190,88 kg CO2 pr. km (216 kørte km omregnet til 5,5 timer)	
Miljøsanering i alt					17.340				
Selektiv nedrivning:							0		
Mandetimer	13	timer	400		5.200	0,38	3.250		
Maskintimer (gravemaskine)	26	timer	850		22.100	0,20	17.680	1,04'15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter	
Maskintimer (teleskoplæsser)	10	timer	625		6.250	0,20	5.000	0,13'5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter	
Selektiv nedrivning i alt					33.550				
Transport med lastbil og container	10	timer	680		6.800	0,10	6.120	0,160,88 kg CO2 pr. km (180 kørte km registreret 23,5 timer)	
Affaldsgebyr blandet beton og tegl nyttiggørelse	80	ton	100		8.000	0,00	8.000		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	8,0	ton	400		3.200	0,00	3.200		
Affaldsgebyr forurenede beton/teglaffald	11,7	ton	900		10.521	0,00	10.521		
Affaldsgebyr træ forurenede - forbrænding	10,2	ton	600		6.096	0,00	6.096		
Affaldsgebyr gips	3,0	ton	700		2.100	0,00	2.100		
Affaldsgebyr glasuld genanvendelse	0,5	ton	1.000		500	0,00	500		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0,18	ton	500		90	0,00	90		
Affaldsgebyr termoruder	1,5	ton	850		1.275	0,00	1.275		
Affaldsgebyr pap og papiraffald	0,3	ton	400		120	0,00	120		
Affaldsgebyrer i alt					38.702				
CO2 ved knusning af beton?	80	ton						0,2530 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter	
CO2 ved forbrænding	18,2	ton						30,27 (1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3	
I alt				0	89.592	13.774	75.818		
Samlet CO2 udledning								32,03	

Salgspotentiale

Knust beton/tegl

80 ton

25

2.000

Salg i alt

2.000

Sammenstilling - samlet nedrivning

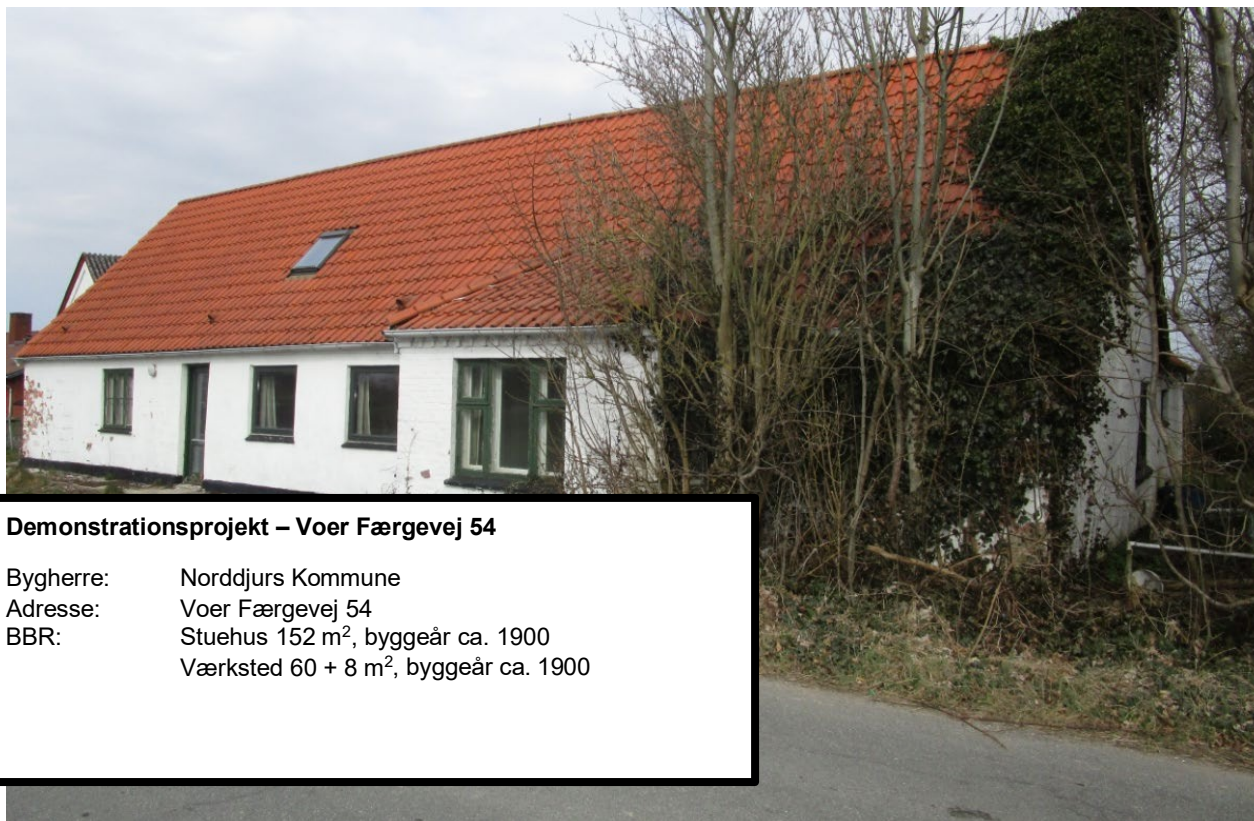
Økonomi	Metode 2
Salgspris (udførelse)	89.592
Kostpris	75.818
DB2	13.774
Salg af materialer	2.000
Salgspris efter materialesalg	87.592
Miljøbelastning	
CO2 belastning [ton]	32,03
Genbrugsprocent	0%
Genanvendelsesprocent	2%
Nyttiggørelsesprocent	84%
Deponi/destruktion	14%
Samlet genanvendelsesprocent	86%

Bilag 3A

Vestergade 12 før nedrivning



Bilag 3B



Demonstrationsprojekt – Voer Færgevej 54

Bygherre: Norddjurs Kommune
Adresse: Voer Færgevej 54
BBR: Stuehus 152 m², byggeår ca. 1900
Værksted 60 + 8 m², byggeår ca. 1900

Bygningsbeskrivelse

Voer Færgevej fremstår som en ældre slidt ejendom med nyere tegltag. Formur er af mursten med puds, men bagmuren er opført i let konstruktion. Indvendige vægge er en kombination murstensvægge og lette vægge beklædt med gips og træ. Ejendommen er en meget typisk ejendom, som nedrives under nedrivningspuljen.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information (ikke vedlagt denne rapport).

Genanvendelsespotentialet for denne ejendom vurderes som middel. Især det nyere tegltag kunne være oplagte at genbruge på grund af den gode stand. Tagstenen var fastgjort med clips, hvilket gør dem nemme at nedtage. I dette konkrete projekt er taget dog ikke genbrugt da der ikke umiddelbart kunne afsættes.

Projektforløb

Projektet er identificeret efter udbud af nedrivningen og er indmeldt af nedrivningsentreprenøren.

Ressourcekortlægningen er foretaget af Søren Christensen.

Nedrivningen er foretaget som traditionel nedrivning

Projektforløb:



Bilag 3B

Datanalyse - samlet nedrivning Voer Færgevej 54



Metode 2: Traditionel nedrivning (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samlet indtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	86	timer	400		34.400	0,38	21.500		
Maskintimer	0	timer	850		0	0,20	0		
Transport (lastbil)	20,5	timer	680		13.940	0,10	12.546	0,53	0,88 kg CO2 pr. km (600 kørte km registreret 20,5 t)
Miljøsanering i alt:					48.340				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	60,5	timer	400		24.200	0,38	15.125		
Maskintimer (gravemaskine)	59	timer	850		50.150	0,20	40.120	2,35	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (teleskoplæsser)	8	timer	625		5.000	0,20	4.000	0,11	5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport med lastbil og container	15	timer	680		10.200	0,10	9.180	0,39	0,88 kg CO2 pr. km (438 kørte km registreret 15 timer omregnet til 10 timer køretid, læssetids
Selektiv nedrivning i alt:					89.550				
Affaldsgebyrblandet beton og tegl nyttiggørelse	229,5	ton	100		22.950	0,00	22.950		
Affaldsgebyr betonpuds	7,0	ton	900		6.255	0,00	6.255		PCB
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	8,7	ton	400		3.480	0,00	3.480		
Affaldsgebyr træ forurenet	16,8	ton	600		10.056	0,00	10.056		
Affaldsgebyr asbest eternit tag	2,2	ton	1.100		2.420	0,00	2.420		
Affaldsgebyr glasuld genanvendelse		ton	1.000		0	0,00	0		
Affaldsgebyr sanitet deponi		ton	500		0	0,00	0		
Affaldsgebyr andet forurenet affald	1,93	ton	900		1.737	0,00	1.737		Skorsten
Affaldsgebyr andet farlig affald	2,14	ton	8.500		18.190	0,00	18.190		
Affaldsgebyrer i alt					65.088				
CO2 ved knusning af beton?	229,5	ton						0,71	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	25,5	ton						42,43	(1 m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt					0	202.978	35.419	167.559	
Samlet CO2 udledning								46,52	

Salgspotentiale

Knust beton/tegl	229,5 ton	25	5.738
Salg i alt			5.738

Sammenstilling - samlet nedrivning

Økonomi	Metode 1
Salgspris (udførelse)	202.978
Kostpris	167.559
DB2	35.419
Salg af materialer	5.738
Salgspris efter materialesalg	197.241
Miljøbelastning	
CO2 belastning [ton]	46,52
Genbrugsprocent	0%
Genanvendelsesprocent	0%
Nyttiggørelsesprocent	95%
Deponi/destruktion	5%
Samlet genanvendelsesprocent	95%

Bilag 3B

Voer Færgevej 54 før nedrivning



Bilag 3C



Demonstrationsprojekt – Robstrup Vej 15

Bygherre: Norddjurs Kommune
Adresse: Robstrup Vej 15
BBR: Stuehus 145 m², Byggeår 1900
Udhus 115 m², Byggeår 1900

Bygningsbeskrivelse

Robstrup Vej 15 fremstår som en ældre faldefærdig ejendom opført i materialer af en forholdsvis ringe kvalitet. Væggene er hovedsagelig opført i hhv. gasbeton og leca-blokke og tagbeklædningen er asbestholdigt eternit. Ejendommen er en meget typisk, som nedrives under nedrivningspuljen. En del af den indvendige maling og beklædninger indeholder forholdsvis høje koncentrationer af især bly, men der findes og pcb i en del af maling på karme mv.

Der henvises til den miljøtekniske rapport samt ressourcekortlægningen for yderligere information (ikke vedlagt denne rapport).

Pga. af den meget ringe stand og de ringe materialer som bygningerne er opført i, er genanvendelsespotentialet vurderet som lavt. Ingen materialer vurderes at kunne genbruges direkte eller forberedes til genbrug.

Projektforløb

Projektet er identificeret efter udbud af nedrivningen og er indmeldt af nedrivningsentreprenøren.

Ressourcekortlægningen er foretaget af Søren Christensen.

Nedrivningen er foretaget som traditionel nedrivning

Projektforløb:



Bilag 3C

Dataanalyse - samlet nedrivning Robstrup Vej 15, 8500



Metode 2: Traditionel nedrivning (faktiske tal)

	Antal	Enhed	Enhedspris	Samletindtægt	Salgspris	DB2	Kostpris	CO2 (ton)	Bemærkninger
Miljøsanering:									
Mandetimer	41	timer	400		16.400	0,38	10.250		
Maskintimer	0	timer	850		0	0,20	0		
Transport (lastbil)	9	timer	680		6.120	0,10	5.508	0,46	0,88 kg CO2 pr. km (524 kørte km registreret 9 t)
Miljøsanering i alt					22.520				
Selektiv nedrivning:									
Mandetimer	22	timer	400		8.800	0,38	5.500		
Maskintimer (gravemaskine)	28	timer	850		23.800	0,20	19.040	1,12	15 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
Maskintimer (teleskoplæsser)	18	timer	625		11.250	0,20	9.000	0,24	5 liter/time 2,66 kg CO2 pr. liter
Transport med lastbil og container	23,5	timer	680		15.980	0,10	14.382	1,14	0,88 kg CO2 pr. km (1298 kørte km registreret 23,5 timer)
Selektiv nedrivning ialt:					59.830				
Affaldsgebyr blandet beton og tegl nyttiggørelse	214	ton	100		21.400	0,00	21.400		
Affaldsgebyr træ nyttiggørelse	9,0	ton	400		3.580	0,00	3.580		
Affaldsgebyr træ forurenet	9,5	ton	600		5.694	0,00	5.694		
Affaldsgebyr asbest eternit tag	7,8	ton	1.100		8.525	0,00	8.525		
Affaldsgebyr glasuld genanvendelse		ton	1.000		0	0,00	0		
Affaldsgebyr sanitet deponi	0,18	ton	500		90	0,00	90		
Affaldsgebyr andet forurenet affald	2,27	ton	900		2.043	0,00	2.043		Skorsten
Affaldsgebyr andet farlig affald	0,04	ton	8.500		340	0,00	340		
Affaldsgebyrer i alt					41.672				
CO2 ved knusning af beton?	214	ton						0,66	30 ton/time; 15+20 liter/time; 2,66 kg CO2 pr. liter
CO2 ved forbrænding	18,4	ton						30,73	(1m3 træ = 1 ton CO2) Densitet 0,6 t/m3
I alt					124.022	18.670	105.352		
Samlet CO2 udledning								34,36	
Salgspotentiale									
Knust beton/tegl	214	ton	25	5.350					
Salg i alt				5.350					

Sammenstilling - samlet nedrivning

Økonomi	Metode 1
Salgspris (udførelse)	124.022
Kostpris	105.352
DB2	18.670
Salg af materialer	5.350
Salgspris efter materialesalg	118.672
Miljøbelastning	
CO2 belastning [ton]	34,36
Genbrugsprocent	0%
Genanvendelsesprocent	0%
Nyttiggørelsesprocent	96%
Deponi/destruktion	4%
Samlet genanvendelsesprocent	96%

Robstup Vej 15 før nedrivning



Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører - Gør branchen fremtidssikret

DM&E har gennem projektet "Cirkulær forretning for DM&E Entreprenører" opnået en række værdifulde erfaringer, som kan danne grundlag for det videre arbejde med at højne og forbedre genanvendelse af bygge- og anlægsaffald.

DM&E's medlemsvirksomheder har vist stor interesse for projektet og opbakningen til kurser og temadage, har været stor. Der er gennem perioden afholdt arrangementer, som har behandlet emner indenfor bl.a. nedrivning, genanvendelse og afsætningsmuligheder.

Tre nedrivningsprojekter er gennemført som almindelige traditionelle nedrivninger, hvor der ikke er foretaget særlige initiativer for at øge eller forbedre genanvendelsen. Disse projekter er valgt for at opsamle konkrete data for den nuværende situation - både med hensyn til genanvendelsespotentialer, affaldsmængder, tids- og ressourceforbrug samt logistik. Tre nedrivningsprojekter er gennemført, hvor der er taget særlige initiativer for at højne eller forbedre genanvendelsen; CØ-nedrivninger.

For CØ-nedrivningsprojekter opnås en CO2 besparelse kontra traditionel nedrivning. Størrelsen af besparelsen beror på, hvilke materialer, som er mulige at genbruge fra det pågældende nedrivningsprojekt. Omkostninger forbundet med CØ-nedrivningen kontra traditionel nedrivning er større, men hvor der er mulighed for en vis omsætning i form af efterfølgende materialesalg, kan den totale omkostning godt være rentabel for CØ-nedrivningen.

En af de største udfordringer med implementering af cirkulær forretning indenfor bygge- og anlægsaffald er at afsætte nedrivningsmaterialer og produkter højere oppe i affaldshierarkiet end man gør i dag, og stadig opnå den samme eller en bedre økonomisk forretning. Ift. afsætningen og håndteringen af disse materialer forekommer der stadig en stor mangel på viden, og manglende erfaring med dette udgør en af de største udfordringer.



Miljøstyrelsen
Tolderundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk