

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Katrine Hauge Smith, Teknologisk Institut

Julie Katrine Jensen, WSP Danmark

Thilde Fruergaard Astrup, Teknologisk Institut

Ida Marie Steinbring Rasmussen, Deloitte

Niels Trap, Golder Associates

Kirill Kongstad, Golder Associates

ISBN: 978-87-7038-359-2

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

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Forord	4
2.	Sammenfatning og konklusioner	5
3.	Indledning – om selektiv nedrivning	10
3.1	Baggrund	10
3.2	Definition af selektiv nedrivning	11
3.3	Cirkulær økonomi	11
4.	Projektets gennemførelse	13
5.	Forslag 1: Nedrivningsplan	15
5.1	Nedrivningsplanens opbygning	15
5.2	Ansvaret for nedrivningsplanen	16
5.3	Koblinger til de andre forslag i projektet	17
6.	Forslag 2: Uddannelse af miljø- og ressourcekoordinator (MRK)	18
6.1	Miljø- og ressourcekoordinatorens rolle	18
6.2	Uddannelsens indhold	18
7.	Forslag 3: Virksomhedsordning for nedrivningsvirksomheder	21
8.	Vurdering af miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser ved indførelse af krav om selektiv nedrivning	25
8.1	Scenarier og bygningsklasser	25
8.2	Materialer og systemgrænser	27
8.3	Affaldsbehandling	28
8.4	Miljømæssige konsekvenser	30
8.5	Samfundsøkonomiske konsekvenser	35
9.	Afgrænsning i projektet	40
9.1	Totalnedrivning versus renovering	40
9.2	Materialer	46
10.	Referencer	52

1. Forord

Denne rapport indeholder forslag til og analyse af selektiv nedrivning i byggebranchen. Rapporten indeholder det samlede forslag til, hvordan selektiv nedrivning kan implementeres. Derudover samler rapporten op på de forskellige delopgaver i det samlede projekt om selektiv nedrivning, som skal bidrage til det beslutningsgrundlag, som er nødvendigt for at indføre krav eller retningslinjer for udførelsen af selektiv nedrivning, herunder for udarbejdelsen af en nedrivningsplan samt krav til uddannelse/ordninger i relation til selektiv nedrivning.

Det samlede projekt består af følgende delrapporter:

- Miljøprojekt nr. 2184, Nedrivningsplan
- Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning
- Miljøprojekt nr. 2186, Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse
- Miljøprojekt nr. 2187, Uddannelse og ordninger
- Miljøprojekt nr. 2188, Samlet rapport om nedrivningsplan, livscyklusvurdering (LCA), samfundsøkonomisk konsekvensanalyse, uddannelse og ordninger for selektiv nedrivning.

Det samlede projekt blev gennemført fra 2019-2021 for Miljøstyrelsen af Teknologisk Institut (projektleder), Golder Associates/WSP Danmark, Deloitte og Lauritzen Advising.

Til det samlede projekt var tilknyttet en følgegruppe. Følgegruppen bestod af:

- Bygherreforeningen
- DAKOFA
- Dansk Affaldsforening
- Danske Ark
- Danske Byggecentre
- DI-Dansk Byggeri
- DI-Dansk Byggeri, træsektionen
- DI-Dansk Byggeri, nedbrydningssektionen
- DM&E
- Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI)
- KL
- Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen.

Fra Miljøstyrelsen fulgte Marie Førby, Sara Ane Zachhau, Tina Vissing Rolaj og Mette Vesterskov Hansen projektet.

2. Sammenfatning og konklusioner

Baggrund og formål for projekt om selektiv nedrivning

Projektet er lavet med baggrund i initiativ 14 om udbredelse af selektiv nedrivning i Strategi for cirkulær økonomi fra 2018, og er udført i perioden 2019-2021.

Formålet med projektet er at give konkrete forslag til selektiv nedrivning i form af:

- Nedrivningsplan
- Uddannelse og ordninger for selektiv nedrivning.

Derudover skal projektet belyse konsekvenserne ved at indføre krav om selektiv nedrivning ved at lave følgende:

- Analyse af de miljømæssige konsekvenser
- Analyse af de samfundsøkonomiske konsekvenser.

Projektet omhandler selektiv nedrivning i forbindelse med totalnedrivning.

Projektet har ikke beskæftiget sig med styrket tilsyn, som et middel til at sikre mere selektiv nedrivning.

Historik for implementering af selektiv nedrivning i branchen

Selektiv nedrivning er i dag styret af frivillige aftaler og vejledninger fra 1996 i form af Nedbrydningssektionens MiljøKontrolordning af 1996, NMK96, og Kvalitetssikring for Nedbrydere af 1996, KSN96. Dette har med tiden vist sig uhensigtsmæssigt, dels fordi ikke alle aktører i branchen har tilsluttet sig aftalerne, og dels fordi målene omkring genanvendelse i aftalen med tiden er blevet for uambitiøse. Der har gennem de sidste 10-20 år løbende været diskuteret, hvordan man kan indføre selektiv nedrivning i branchen. Dette er sket samtidig med, at ambitionerne om cirkulær økonomi i byggeriet er blevet forstærket i form af forskellige nationale strategier. Samtidig er der blevet indført en række krav, der skal sikre, at miljøfremmede stoffer fjernes fra bygge- og anlægsaffaldet, herunder krav om at der skal udføres en miljøkortlægning inden nedrivning af en bygning. Det er dog erfaringen i branchen, at disse krav ikke altid overholdes.

I 2017 udkom en undersøgelse af, hvordan selektiv nedrivning vil kunne implementeres: *Projekt om selektiv nedrivning, Miljøprojekt nr. 1962* (Miljøstyrelsen, 2017). Undersøgelsen udmøntede sig i nedenstående forslag, som blev anbefalet at arbejde videre med forud for implementering af selektiv nedrivning:

- Fastlæggelse af nærmere retningslinjer for udførelse af selektiv nedrivning
- Krav om bygherres forpligtelse til at udarbejde en miljø- og ressourceplan samt krav om, at bygherre tilknytter en uddannet miljø- og ressourcekoordinator
- Godkendelsesordning for virksomheder, der udfører nedrivningsarbejde.

I 2018 udkom endvidere en guide til ressourcekortlægning, der beskriver, hvordan en bygning kan kortlægges for ressourcer inden nedrivning for at sikre den optimale anvendelse af ressourcerne efterfølgende: *Ressourcekortlægning af bygninger, Miljøprojekt nr. 2006* (Miljøstyrelsen, 2018).

Nærværende projekt har taget udgangspunkt i eksisterende erfaringer i branchen og særligt i de to ovennævnte projekter. Projektet har arbejdet videre med at konkretisere de forslag til selektiv nedrivning, som nævnes i ovenstående.

Hvorfor er selektiv nedrivning vigtig?

Selektiv nedrivning er et vigtigt redskab til at sikre, at affaldslovgivningens intentioner og krav om korrekt håndtering af affald fra byggeri efterleveres i praksis. Samtidig sikrer selektiv nedrivning, at affaldsressourcer fra byggeriet anvendes så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.

Ved selektiv nedrivning nedtages bygningen på en sådan måde, at bygningens materialer sorteres korrekt og efterfølgende anvendes bedst muligt. Samtidig udsorteres de materialer, som indeholder problematiske mængder af miljøfremmede stoffer. Med bedst mulig anvendelse menes, at materialerne anvendes så tæt på deres oprindelige funktion og dermed så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt.

Fastsættelse af krav til selektiv nedrivning

Projektet har resulteret i tre forslag, der samlet set medfører implementering af selektiv nedrivning. Det anbefales, at der fastsættes krav om disse tre forslag. Udgangspunktet er, at forslagene omhandler totalnedrivninger og ikke renoveringer.

Forslag 1 giver et konkret forslag til en nedrivningsplan. Bygherre er ansvarlig for, at nedrivningsplanen udfyldes og følges.

Forslag 2 giver et konkret forslag til en miljø- og ressourcekoordinator. Forslaget beskriver funktionen af koordinatoren og giver forslag til uddannelsen af en miljø- og ressourcekoordinator. Miljø- og ressourcekoordinatoren uddannes til at varetage koordineringen af arbejdet med nedrivningsplanen og sikrer, at nedrivningen udføres efter principperne for selektiv nedrivning.

Forslag 3 giver et konkret forslag til en virksomhedsordning for virksomheder, der udfører nedrivninger. En person i nedrivningsvirksomheden uddannes til at udføre selektiv nedrivning ved hjælp af en nedrivningsplan, ligesom der indføres et kvalitetsledelsessystem og en kontrolordning, som dækker alle aspekter af nedrivningerne. Den person, der uddannes inden for selektiv nedrivning, skal desuden have en grundlæggende uddannelse i nedrivning.

Nedrivningsplanen er et centralt element både i forhold til miljø- og ressourcekoordinatorens funktion og uddannelse og i forhold til virksomhedsordningen for nedrivningsvirksomheden. Miljø- og ressourcekoordinatoren er primært tiltænkt bygherrens rådgiver, mens virksomhedsordningen er tiltænkt entreprenører, der udfører totalnedrivninger. Nedrivningsplanen bliver således et omdrejningspunkt for et samarbejde og koordinering mellem de forskellige aktører i nedrivningsprocessen. Selektiv nedrivning vil derved blive fuldt implementeret ved indførelse af alle tre forslag; Nedrivningsplan, Miljø- og ressourcekoordinator og Virksomhedsordning.

De tre forslag er udarbejdet i samarbejde med branchen. Særligt forslag 2 og forslag 3 er beskrevet, så der er grundlag for en videre diskussion med branchen. Der er en række delelementer i forslagene, der kan justeres, hvis det efterfølgende findes hensigtsmæssigt.

Det er vigtigt at lave en overgangsordning, så det sikres, at kravene ikke indføres, inden et tilstrækkeligt antal personer er blevet uddannet. Ligeledes er det vigtigt at nedsætte et evalueringsudvalg, der kan udføre løbende evalueringer og justeringer af de uddannelser, der bliver etableret, så det sikres, at uddannelserne har den nødvendige kvalitet og et relevant indhold. Et sådant centralt udvalg kan eksempelvis bestå af repræsentanter fra Miljøstyrelsen, kursusudbydere og brancheorganisationer for målgruppen.

Miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser ved indførelse af krav om selektiv nedrivning

I projektet er der gennemført en miljømæssig og samfundsøkonomisk analyse af konsekvenserne ved at indføre selektiv nedrivning. De tre forslag om nedrivningsplaner, miljø- og resourcekoordinator og virksomhedsordning, som er beskrevet ovenfor, og som implementerer selektiv nedrivning, er blevet kaldt scenarie B i analyserne.

Scenarie B er et fremtidsscenario, og potentialerne for mere genbrug og genanvendelse som følge af selektiv nedrivning i fremtiden er blevet vurderet med udgangspunkt i nuværende teknologiske formåen. Der er indregnet et stort potentiale for genbrug af tegl som følge af selektiv nedrivning for både mindre og større bygninger opført før 1977. For de øvrige omfattede affaldsfraktioner (ubehandlet træ og beton af henholdsvis høj kvalitet og moderat/lav kvalitet) må det forventes, at der på sigt kommer flere og bedre teknologiske muligheder for genbrug og genanvendelse, men analyserne inkluderer ikke dette fuldt ud.

Selektiv nedrivning (scenarie B) blev i analyserne både set i forhold til eksisterende praksis (scenarie A) og bedste praksis (scenarie C). Scenarie A og C afspejler den nuværende praksis, når bygninger nedrives, og affaldet fra bygningen efterfølgende håndteres. Scenarie A er den gennemsnitlige praksis i dag, hvor de nuværende regler om miljøkortlægning forud for nedrivning, sortering af affaldet og fjernelse af farlige stoffer ikke nødvendigvis altid følges. Scenarie C er derimod praksis, som den kommer til udtryk i større projekter gennemført efter branchens bedste nuværende standarder og gældende lovgivning. Formålet med dette var at tage højde for, at selektiv nedrivning (scenarie B) ikke alene kan forbedre bedste praksis i branchen, men også fører til, at de nuværende regler om miljøkortlægning forud for nedrivning, sortering af affaldet og fjernelse af farlige stoffer i højere grad overholdes.

I analyserne skelnes der mellem nedrivning af store og små bygninger, samt tre forskellige årstalsinddelinger af bygningsmassen. Bygningsmassen blev således delt op i bygninger opført før 1950, fra 1950-1977 og efter 1977. Formålet med inddelingen var at undersøge om, der, ved implementering af selektivnedrivning var større konsekvenser for nogle typer bygge-rier end for andre.

Den miljømæssige analyse, der er udført som en livscyklusvurdering (LCA), viser, at selektiv nedrivning (scenarie B) sammenlignet med konventionel nedrivning (scenarie A og C) giver de bedste resultater for samtlige af de miljøpåvirkningskategorier, der indgår i analysen – enten i form af de største potentielle miljømæssige besparelser eller de mindste potentielle miljømæssige påvirkninger. Dette gælder både for nedrivning af mindre og større bygninger. Forskellen mellem scenarie A (nuværende praksis) og C (bedste praksis) er for samtlige miljøpåvirkningskategorier begrænset. I de tilfælde, hvor der er en forskel, er det for de fleste miljøpåvirkningskategorier scenarie C, der præsterer bedst.

For mindre bygninger ses, at nedrivning og efterfølgende affaldsbehandling af bygninger opført før 1950 for samtlige miljøpåvirkningskategorier resulterer i større besparelser eller mindre påvirkninger sammenlignet med de to øvrige tidsperioder, der dækker bygninger opført efter 1950. Forskellen er dog for nogle miljøpåvirkningskategorier begrænset. Sammenlignes de to øvrige tidsperioder med hinanden, er der ikke nogen væsentlig forskel.

For større bygninger er resultaterne mere blandede, og hvilken tidsperiode der udviser de bedste resultater, afhænger af, hvilken miljøpåvirkningskategori der undersøges.

I forhold til fjernelse af PCB fra affaldsstrømmen viser en følsomhedsanalyse i den miljømæssige analyse, at hvis LCA'en havde inkluderet udledning af farlige stoffer fra affaldet, ville belastningsniveauerne for toksicitets-kategorierne potentielt ligge højere, end de gør i de nuværende beregninger. Resultaterne viser ligeledes – om end behæftet med stor usikkerhed – at

fjernelse af PCB fra affaldsstrømmen har en stor betydning for de toksiske kategorier, særligt "Humantoks, cancer". Dette indikerer samlet set, at det er hensigtsmæssigt med fokus på at fjerne farlige stoffer fra affaldsstrømmen.

I forhold til en vurdering af samfundsøkonomiske konsekvenser, viser den samfundsøkonomiske analyse, at en indførelse af selektiv nedrivning (Scenarie B relativt til scenarie C) i byggebranchen forventes at have konsekvenser for erhverv, myndigheder og miljøet. Hvorvidt de samfundsøkonomiske gevinster samlet set overstiger omkostningerne, afhænger særligt af den fremtidige efterspørgsel og dermed afsætningsmulighederne for materialer til genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse. Hvis efterspørgslen er uændret, og de oparbejdede materialer samtidig udkonkurrerer nye materialer, så producenterne af nye materialer dermed ikke kan afsætte deres produkter, forventes et negativt nettopotentiale på ca. 304 mio. kr. svarende til ca. 73 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale for selektiv nedrivning. Hvis efterspørgslen følger udbuddet, eller det overskydende udbud af nye eller oparbejdede materialer kan eksporteres, så producenter af nye materialer ikke lider et tab, er der beregnet et positivt nettopotentiale ved indførelse af selektiv nedrivning på samlet set til ca. 184 mio. kr. svarende til ca. 44 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale.

For de enkelte underscenerier afhænger nettopotentialet af størrelsen på bygningen og opførelsesåret. Ved en antagelse om uændret efterspørgsel, hvor materialer til genbrug og genanvendelse fortrænger salget af nye, er der for alle bygningsklasser samlet set beregnet negative nettopotentiale. Antages det derimod, at det danske og/eller udenlandske marked kan absorbere såvel nye som oparbejdede materialer, er konklusionen mere nuanceret. Fx forventes der et positivt nettopotentiale for bygninger opført før 1950, da disse bygninger indeholder relativt større mængder af tegl, som forventeligt kan afsættes med en højere værditilvækst end beton. For bygninger opført efter 1977, er der derimod estimeret negative nettopotentiale. Ses bygningsmassen som et samlet hele, er der som nævnt i ovenstående beregnet et positivt nettopotentiale på ca. 184 mio. kr.

For hvilke type nedrivninger skal krav om selektiv nedrivning gælde?

I analyserne, som er beskrevet overfor, er det blevet undersøgt, om konsekvenserne ved selektiv nedrivning er forskellige alt efter, hvilken type bygninger der nedrives. Resultaterne er blandede, men der blev ikke fundet grundlag for at pege på, at selektiv nedrivning kun skal indføres for bestemte bygningstyper.

Følgende blev observeret:

- Bygninger før 1950 har det største potentiale for selektiv nedrivning – både miljømæssigt og samfundsøkonomisk
- Bygninger opført mellem 1950 og 1977 indeholder en del miljøfremmede stoffer. Den miljømæssige analyse viser via en følsomhedsanalyse, at det er hensigtsmæssigt at fjerne skadelige stoffer fra affaldsstrømmen. Selektiv nedrivning er et middel til at få fjernet de skadelige stoffer
- I forhold til at skelne mellem nedrivning af en stor eller lille bygning er der – overordnet set – ikke grundlag for at konkludere, at der er væsentlig større potentialer ved at indføre selektiv nedrivning for større bygninger ift. mindre bygninger.

Det vurderes desuden, at den skønnede grænse på 250m² grundareal mellem større og mindre byggeri er hensigtsmæssig i forhold til at skelne mellem større og mindre bygninger.

Udgangspunktet for de tre stillede forslag har været, at de gælder for totalnedrivning og ikke renovering. Dette gælder også for de udførte miljømæssige og samfundsøkonomiske analyser.

I projektet er der dog lavet en række betragtninger om renoveringer, som det anbefales at arbejde videre med, så der også kan fastsættes krav om selektiv nedrivning for de største renoveringer, hvor nedrivningsprocessen er på niveau med det, der udføres som totalnedrivning (se kapitel 9.1).

Samlet konklusion

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

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

Ligeledes vurderes det, at de beskrevne forslag vil føre til, at mere byggeaffald kan anvendes højere oppe i affaldshierarkiet, end det er tilfældet i dag. Her vurderes det, at særligt ressourcekortlægning af bygningen inden nedrivning vil have en effekt. Ressourcekortlægningen bør derfor gøres obligatorisk som en del af nedrivningsplanerne.

Det konkluderes, at der bør fastsættes krav om selektiv nedrivning for alle typer bygninger uanset deres opførelsetidspunkt. Baggrunden for denne konklusion er, at bygninger opført før 1950 har det største potentiale for selektiv nedrivning – både miljømæssigt og samfundsøkonomisk. En anden begrundelse er, at bygninger opført 1950-1977 indeholder en væsentlig mængde miljøfremmede stoffer, der bør fjernes, og selektiv nedrivning er et middel hertil. Yderligere vurderes det for bygninger opført efter 1977, at det er hensigtsmæssigt at implementere selektiv nedrivning, dels da der fortsat er risiko for forekomst af miljøfremmede stoffer og dels for at fastholde et incitament i byggeriet til at bygge cirkulært, så materialer fra bygninger, der bliver bygget i dag, kan udtages og anvendes igen.

I forhold til størrelsen af bygningen, der skal nedrives, er der i analyserne skelnet mellem bygninger under 250 m² (mindre bygninger) og bygninger over 250 m² (større bygninger). I analyserne er der ikke væsentlig forskel på konsekvenserne ved at indføre selektiv nedrivning alt efter, om det er en større eller mindre bygning. Der kan dog være nogle praktiske forhold i branchen, der gør, at det kan være relevant fx at indføre selektiv nedrivning alene for nedrivning af bygninger over 250 m². Dette bør diskuteres videre med branchen.

I forhold til renovering omhandler forslagene totalnedrivning og ikke renovering. Der har igennem projektperioden været stillet spørgsmål fra branchen om, hvorvidt forslaget om selektiv nedrivning bør gælde de største renoveringer, som i omfang kan sidestilles med totalrenovering. Dette bør diskuteres videre med branchen på baggrund af de definitioner, der er opstillet i kapitel 9.1. Samtidig bør der arbejdes videre med definitionerne i forhold til en yderligere kvalificering.

3. Indledning – om selektiv nedrivning

3.1 Baggrund

I 2017 gennemførtes *Projekt om selektiv nedrivning* (Miljøstyrelsen, 2017) med det formål at afdække og konkretisere, hvordan selektiv nedrivning kan udbredes i bygge- og anlægssektoren, og udpege forslag til at implementere selektiv nedrivning.

I *Projekt om selektiv nedrivning* (Miljøstyrelsen, 2017) beskrives udvikling af selektiv nedrivning i Danmark, EU-kommissionen og i EU's medlemslande. Med udgangspunkt i projektet gives følgende resumé som en forståelse af baggrunden for de udarbejdede forslag til implementering af selektiv nedrivning, som er præsenteret i nærværende rapport.

På grundlag af et demonstrationsprojekt med støtte fra Miljøstyrelsen (Miljøstyrelsen, 1991) og generelle erfaringer opnået i perioden 1993-1995 indgik Nedbrydningssektionen under Entreprenørforeningen¹ aftale om gennemførelse af selektiv nedrivning som fast kvalitetsmæssig standard for nedrivningsarbejder. Aftalen byggede på *Nedbrydningssektionens Miljøkontrolordning af 1996 (NMK96)* og *Kvalitetssikring for Nedbrydere af 1996 (KSN96)*. Aftalen blev underskrevet i november 1996 af Miljø- og Energiministeren og Nedbrydningssektionens formand. Boligministeriet tiltrådte aftalen til brug for statslig byggevirksohmhed. Aftalen blev udmøntet i en særlig bekendtgørelse om nedrivning af statsbygninger (BEK nr. 282 af 18/04/1997), som finder anvendelse ved ombygning eller nedrivning af statsbygninger, hvor der forventes at fremkomme mere end 10 tons byggeaffald.

Aftalen er fulgt op af udarbejdelsen af en række vejledninger og anvisninger om nedrivning, suppleret med uddannelse for nedrivere, som medlemmer af Nedbrydnings- og Miljøsaneringssektionen under Dansk Byggeri kan benytte sig af, samt et kortere uddannelsesforløb om bygnings- og miljøsanering. Endelig er der gennem tiden lavet en del projekter, der har beskæftiget sig med faglige løsninger inden for håndtering og genanvendelse af byggeaffald, fx hvilke problematiske stoffer der findes i byggeaffald, og hvordan disse håndteres og fjernes.

Det forhold, at selektiv nedrivning i Danmark i dag er styret af frivillige aftaler og vejledning, har vist sig ikke at være optimalt i alle tilfælde. Det er ikke alle bygherrer og rådgivere, der tager NMK96 alvorligt og følger op på de konkrete krav til kvalitetsstyring. Derudover kan det opfattes som en skævvridning, at NMK96 kun gælder for nedbrydningssektionen under Dansk Byggeri. Dertil kommer, at det viste sig få år efter, at aftalen om NMK96 var trådt i kraft, at målene om mindst 80 % genanvendelse og maksimalt 5 % deponering var alt for uambitiøse, og at NMK96 var gået hen og blevet en generel "sovepude" for bygherrer, rådgivere og nedrivere. Nedbrydningssektionen startede tidligt i 2000'erne en dialog med Miljøstyrelsen om en opdatering af NMK96, evt. en afløser. Senere i 2010-2012 kom der konkrete forslag på bordet fra Nedbrydningssektionen, som sammen med en lang række øvrige erfaringer på området, førte til Miljøstyrelsens initiativ om en nærmere undersøgelse af mulighederne for at fremme selektiv nedrivning og understøtte behovet for en ny regelforankret løsning. Denne undersøgelse, som tidligere nævnt *Projekt om selektiv nedrivning, Miljøprojekt nr. 1962*, blev udført i 2017 (Miljøstyrelsen, 2017). Projektet resulterede blandt andet i tre konkrete forslag, som det blev anbefalet at arbejde videre med forud for implementering af selektiv nedrivning:

- Fastlæggelse af nærmere retningslinjer for udførelse af selektiv nedrivning.

¹ Nedrivningssektionen hedder i dag Nedrivnings- og Miljøsaneringssektionen, DI Dansk Byggeri.

- Krav om bygherres forpligtelse til at udarbejde en miljø- og ressourceplan samt krav om, at bygherre tilknytter en uddannet miljø- og ressourcekoordinator
- Godkendelsesordning for virksomheder, der udfører nedrivningsarbejde

Disse tre forslag har været udgangspunktet for det videre arbejde i nærværende projekt om selektiv nedrivning.

3.2 Definition af selektiv nedrivning

Der findes ikke en officiel definition af selektiv nedrivning. Ved selektiv nedrivning nedtages bygningen på en sådan måde, at de materialer, som bygningen består af, kan sorteres korrekt og efterfølgende anvendes bedst muligt samtidig med, at de materialer, som indeholder problematiske mængder af miljøfremmede stoffer, udsorteres til bortskaffelse. Med bedst muligt menes, at materialerne anvendes så tæt på deres oprindelige funktion og dermed så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt under hensyntagen til en samlet vurdering af omkostninger og miljøeffekter.

Med henvisning til NMK96 udføres selektiv nedrivning i tre faser: a) Afklædning af objekt, b) Nedtagning af konstruktion og c) Rydning af grund. Det har i praksis vist sig at være nødvendigt med flere faser. I forslaget til hvad en nedrivningsplan bør indeholde, som er præsenteret i kapitel 5.1 og beskrevet i delrapporten Miljøprojekt nr. 2184, Nedrivningsplan, er selektiv nedrivning defineret således:

Selektiv nedrivning er nedrivning, hvor materialer fra bygningen adskilles og sorteres med henblik på at opnå maksimal udnyttelse og recirkulering af materialerne. Nedrivning, hvor bygningen først nedrives, og materialerne herefter sorteres inden bortskaffelse fra nedrivningspladsen, opfattes ikke som selektiv nedrivning.

Selektiv nedrivning gennemføres i følgende faser:

- *Afbrydelse af forsynings- og afløbsledninger*
- *Udtagning af løst inventar, løse materialer og andre effekter*
- *Miljøsanering*
- *Udsortering af ikke-bærende konstruktioner, lofter, gulvbelægnings, døre, vinduer mm.*
- *Nedrivning af bærende konstruktioner*
- *Opbrydning af fundamenter og terrændæk*

Rækkefølgen kan afviges, hvis der vurderes at være særlige bygningsmæssige forhold, der nødvendiggør det, eller hvis projektet udføres som partiel nedrivning (se kapitel 9.1 for definition på partiel nedrivning).

Dog kan rækkefølgen kun afviges, såfremt dette ikke forringer mulighederne for sortering i fraktioner, eller forringer mulighederne for udsortering af miljø- og sundhedsskadelige stoffer.

Definitionen lever fuldt ud op til definitionen af selektiv nedrivning, som fremgår af EU Guidelines for waste audits before demolition and renovation works of buildings (EU kommissionen, 2018): "*Selective Demolition means removal of materials from a demolition site in a pre-defined sequence to maximize recovery and recycling performance*".

3.3 Cirkulær økonomi

Siden afslutningen af *Projekt om selektiv nedrivning* (Miljøstyrelsen, 2017), har fokus på cirkulær økonomi stimuleret ønsket om udbredelse og indførelse af selektiv nedrivning i bygge- og anlægssektoren med konkrete initiativer fra såvel EU som den danske regering.

På EU-niveau fremgår det af det reviderede affaldsdirektiv fra 2018 (EU, 2018), at medlemsstaterne skal fremme selektiv nedrivning. Den præcise ordlyd fremgår i Boks 1.

Boks 1. EU-krav til selektiv nedrivning, jf. det reviderede affaldsdirektiv fra 2018 (EU, 2018).

Medlemsstaterne træffer foranstaltninger for at fremme selektiv nedrivning for at muliggøre fjernelse af og sikker håndtering af farlige stoffer samt fremme genbrug og genanvendelse af høj kvalitet ved selektiv fjernelse af materialer og sikre, at der etableres sorteringsystemer for bygge- og nedrivningsaffald som minimum for træ, mineralske fraktioner (beton, mursten, tegl og keramik, sten), metal, glas, plast og gips.

I Danmark har regeringen fulgt op med *Strategi for cirkulær økonomi* (Miljø- og Fødevarerministeriet og Erhvervsministeriet, 2018) med en række specifikke initiativer, hvor initiativ nr. 14 om udbredelse af selektiv nedrivning understreger behovet for denne analyse og implementering af de nævnte forslag om henholdsvis nedrivningsplan og virksomhedsordninger til at fremme selektiv nedrivning. Initiativ 14 fremgår i Boks 2.

Boks 2. Initiativ 14: Udbrede selektiv nedrivning: Regeringens strategi for cirkulær økonomi (Miljø- og Fødevarerministeriet og Erhvervsministeriet, 2018).

Virksomhederne er allerede i dag forpligtet til at kildesortere deres affald, så det kan genanvendes. Men det er langt fra alle, der overholder reglerne. Ved hurtige og forholdsvist uplanlagte nedrivninger bliver byggematerialerne ofte blandet sammen, så det er svært at udsortere de værdifulde dele af affaldet. Samtidig øger det risikoen for, at problematiske stoffer bliver genanvendt eller nyttiggjort fremfor at blive håndteret forsvarligt på deponi. Hvor de eksisterende regler fokuserer på genanvendelse, medfører såkaldt "selektiv nedrivning" særligt et øget fokus på genbrug af byggematerialerne.

Regeringen ønsker at fremme genbrug af byggematerialer i nye byggerier og minimere værditabet i forbindelse med nedrivning. Det skal bl.a. ske ved at gøre det nemmere for bygherre at leve op til de eksisterende regler, gøre kommunikationen med myndighederne mere smidig og udbrede selektiv nedrivning. Samtidig ønsker regeringen at skabe fair konkurrencevilkår for de mange virksomheder, der i dag overholder reglerne. Derfor vil regeringen sammen med erhvervslivet se på, hvordan man kan lave standardiserede nedrivningsplaner og uddannelse. På baggrund af en analyse af de økonomiske og miljømæssige konsekvenser vil der i dialog med erhvervslivet blive aftalt, hvilke bygninger og renoveringer der evt. omfattes af selektiv nedrivning. Initiativer skal være i overensstemmelse med regeringens byrdestop. Desuden vil regeringen forbedre sporbarheden for byggeaffald.

4. Projektets gennemførelse

Projektet er blevet gennemført i perioden 2019-2021 og består af følgende delprojekter:

- 2019-2020: Konkret forslag til nedrivningsplan (Miljøprojekt nr. 2184)
- 2019-2020: Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning (Miljøprojekt nr. 2185)
- 2019-2020: Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse er blevet udarbejdet (Miljøprojekt nr. 2186)
- 2021: Konkret forslag til uddannelse og ordninger (Miljøprojekt nr. 2187)
- 2021: Den samlede rapport blev udarbejdet (Miljøprojekt nr. 2188).

Som nævnt bygger projektet videre på tidligere initiativer, herunder *Projekt om selektiv nedrivning* (Miljøstyrelsen, 2017) og *Guide til ressourcekortlægning af bygninger* (Miljøstyrelsen, 2018).

Projektet bygger på en høj grad af brancheinddragelse, og der har været tilknyttet en følge-gruppe bestående af relevante brancheorganisationer gennem hele projektperioden. Derudover er der indhentet information fra forskellige dele af branchen i forbindelse med løsning af opgaven, og projektet er blevet præsenteret i forskellige branchenetværk, herunder Videncenter for Cirkulær Økonomi i Byggeriet (VCØB), Netværk om nedrivning og Dansk Kompetencecenter for Affald og Ressourcer (DAKOFA).

Under udarbejdelsen af de konkrete forslag til henholdsvis nedrivningsplaner og uddannelse og ordninger har der været afholdt fokusgruppemøder med repræsentanter fra virksomheder og kommuner med praktisk erfaring i branchen.

Fokusgrupperne har bistået med faglig sparring og kommentering.

Fokusgrupperne for nedrivningsplaner bestod af to grupper:

Den ene gruppe var sammensat med repræsentanter for de berørte aktører, herunder nedrivningsentreprenører, affaldsmodtagere, rådgivere og bygherrer. Følgende brancherepræsentanter deltog i gruppen:

- Jens Breinholt, Pension Danmark
- Ole Jan Ulrick Petersen, ATP-ejendomme
- Jette Bjerre Hansen, Norrecco
- Jens Arre Nord, RGS Nordic
- Olga Truelsen, Dominia
- Morten Ibsen, NIRAS
- Rasmus Kragh, Tscherning
- Tine Madsen, Grangaard
- Richard Kristensen, Kingo Karlsen.

Der blev afholdt to møder i gruppen i foråret 2020. Det ene møde blev afholdt som et fysisk møde, mens det andet blev afholdt som et online møde grundet COVID-19-situationen.

Den anden gruppe var sammensat af kommunale myndighedsrepræsentanter. Følgende repræsentanter deltog i gruppen:

- Jonny Christensen, Københavns Kommune
- Charlotte Thostrup-Lund, Lyngby-Taarbæk Kommune
- Jørgen Damgaard, Vejle Kommune
- Jacob Arp Fallov, Roskilde Kommune.

Der blev afholdt ét møde i gruppen i 2020. Mødet blev afholdt som et online møde grundet COVID-19-situationen.

Fokusgruppen for uddannelse og ordninger bestod af de fokusgruppemedlemmer, der var tilknyttet fokusgrupperne for nedrivningsplaner. Dertil var gruppen suppleret med et par yderligere medlemmer efter input fra følgegruppemedlemmer.

Følgende brancherepræsentanter deltog i fokusgruppen for uddannelse og ordninger:

- Jens Breinholt, Pension Danmark
- Ole Jan Ulrick Petersen, ATP-ejendomme
- Jette Bjerre Hansen, Norrecco
- Jens Arre Nord, RGS Nordic
- Olga Truelsen, Dominia
- Morten Ibsen, NIRAS
- Rasmus Kragh, Tscherning
- Tine Madsen, Grangaard
- Richard Kristensen, Kingo Karlsen
- Lone Mortensen, NIRAS
- Ulrik Poulsen, Entreprenør Ulrik Poulsen Aps
- Jonny Christensen, Københavns Kommune
- Charlotte Thostrup-Lund, Lyngby-Taarbæk Kommune
- Tina Stadkjær, Vejle Kommune
- Jacob Arp Fallov, Roskilde Kommune.

Der blev afholdt to møder i gruppen i løbet af første halvår af 2021.

Derudover blev der i projektet holdt bilaterale møder med aktører med særlig viden om emnet:

- Signe Mehlsen, Byggeriets arbejdsmiljøbus, Videnstjeneste for bygherrer og rådgivere
- Peter Hjortdal Andersen, Learnmark Horsens
- Rasmus Zier Bro, Byggeriets uddannelser
- Majbritt Juul, Foreningen af Rådgivende Ingeniører (FRI)
- Sebastian Skipper Ravn, DM&E.

5. Forslag 1: Nedrivningsplan

Standardiserede nedrivningsplaner vurderes at være et centralt værktøj ved selektiv nedrivning. Derfor er der udarbejdet et konkret forslag til, hvordan en nedrivningsplan kan se ud. Forslaget er præsenteret nærmere i Miljøprojekt nr. 2184, nedrivningsplan, og hovedpointerne gengives nedenfor.

5.1 Nedrivningsplanens opbygning

Nedrivningsplanen indeholder en række elementer, og er opbygget, så de oplysninger, der erfaringsmæssigt er vigtige i forbindelse med et nedrivningsprojekt, alle er samlet ét sted. En væsentlig del af de oplysninger, der indgår i nedrivningsplanen, er således oplysninger, der allerede i dag findes (eller burde findes) i et normalt nedrivningsprojekt. Herved opnås flere fordele: det er nemmere for alle parter at få overblik over relevante oplysninger, og den samlede plan tjener som tjekliste og som grundlag for en mere effektiv kvalitetssikring af projektets mange oplysninger.

I FIGUR 1 ses en oversigt over elementerne i nedrivningsplanen desuden med angivelse af, hvilke elementer der allerede udarbejdes i dag.

Oversigt over nedrivningsplan med angivelse af nuværende hhv. kommende krav	Oplysninger og dokumenter, som er krav i dag	Oplysninger og dokumenter, som udarbejdes i visse tilfælde	Forslag til krav som følge af ny lovgivning ved implementering af selektiv nedrivning
Projektinformation			
Ejerforhold	x		
Projektforhold			
Bygningsoplysninger	x		
Bygningsbeskrivelse, omfang, særlige forhold	x		
Forureninger	x		
Organisationsoplysninger	x		
Miljø- og Ressourceplan			
Planlægning			
Miljø- og Ressourcekoordinator (P)			x
Bilag A: Krav til arbejds udførelse - Selektiv nedrivning			x
Bilag B: Miljøundersøgelser	x		
Bilag C: Miljøundersøgelser opsummeringsskema			x
Bilag D: Skema over identificerede ressourcer og affaldsfraktioner			x
Bilag E: Affaldsanmeldelse	x		
Bilag F: Byggepladsplan	x		
Bilag G: Tidsplan	x		
Bilag H: Vurdering af eksisterende miljøbelastninger		x	
Udførelse			
Miljø- og Ressourcekoordinator (B)			x
Ejerskab over affald		x	
Anmeldelse af affald (referencer til bilag E)	x		
Kontrolplaner:			
Bilag I: Kontrolplan for selektiv nedrivning			x
Bilag J: Kontrolplan for miljøsanering			x
Bilag K: Kontrolplan for affald, der køres direkte til genbrug, genanvendelse, nyttiggørelse			x
Bilag L: Kontrolplan for køre- og vejesejler for øvrige affaldsfraktioner	x		
Bilag M: Samlet oversigt over bortskaffede ressourcer og affaldsfraktioner		x	
Bilag N: Kontrolplan for vurdering af eksisterende miljøbelastninger		x	

FIGUR 1. Illustration af nedrivningsplanens delelementer. En del af nedrivningsplanens elementer udarbejdes allerede i dag, fordi det er et krav (markeret med kryds i grå spalte). Andre elementer udarbejdes i dag i visse tilfælde (markeret med kryds i gul spalte), mens dele af planens elementer ikke udarbejdes som standard i dag (markeret med kryds i grøn spalte).

5.1.1 Nedrivningsplanens første del: Projektinformation

Nedrivningsplanens første del ("Projektinformation") indeholder relevante stamoplysninger for projektet såsom oplysninger om ejerforhold, arealer, bygningsstørrelse og evt. kendte forureninger. Desuden indeholder denne del også en beskrivelse af projektets organisation. Det er erfaringen, at netop organisationen er meget væsentligt at få beskrevet, da det ofte opleves uklart, hvor ansvaret for affald og ressourcer er placeret i forbindelse med nedrivningsprojektet.

5.1.2 Nedrivningsplanens anden del: Miljø- og ressourceplan

Nedrivningsplanens anden del består af miljø- og ressourceplanen. Miljø- og ressourceplanen er delt op i en række faser, hhv. planlægning, udførelse og kontrolplaner:

Planlægning

I denne del af nedrivningsplanen er det tanken, at det oplyses, hvem der er udpeget som miljø- og ressourcekoordinator i planlægningsfasen. Videre angives her, om der er lavet miljøscreening, miljøkortlægning og ressourcekortlægning, og resultaterne skal vedlægges. Der er ligeledes afsat plads til at angive, om der er afvigelser i forhold til selektiv nedrivning.

Desuden vedlægges tidsplan og byggepladsplan for at sikre mulighed for opfølgning undervejs i projektet på relevante tidspunkter, fx ved kontrol af udført miljøsanering.

Endelig er der plads til at angive relevante forhold omkring eksternt miljø.

Udførelse

Her angives oplysninger om, hvem der er koordinator under udførelsen, samt forhold omkring anmeldelse af affald og ejerskab til affaldet. Punktet omkring ejerskabet af affaldet er medtaget, fordi dette i praksis ofte giver anledning til udfordringer. I udgangspunktet er bygherren ejeren af affaldet, men ofte overdrages dette ejerskab til entreprenøren. Det kan som følge heraf være vanskeligt at fastslå, hvem der reelt er affaldsproducent. I tilfælde af tvister kan der opstå problemer med at placere ejerskab og ansvar.

Kontrolplaner

I tillæg til nedrivningsplanen er det foreslået, at der udarbejdes kontrolplaner til støtte for udførelsen af nedrivningen. Disse fremgår som forslag af oversigten i FIGUR 1. Det har været drøftet med fokusgrupperne, hvorvidt det vil være fordelagtigt at udarbejde standardiserede kontrolplaner. Tilbagemeldinger var blandede omkring dette. Hovedparten af gruppens medlemmer fremførte, at de fleste virksomheder i dag har egne kvalitetssikringssystemer, hvor en del af de samme oplysninger indgår. Videre blev det fremført, at der kan være behov for projektilpassede planer. Der var derfor ikke udelt opbakning til at foreslå standardiserede kontrolplaner. I forslaget til nedrivningsplaner er der derfor ikke vedlagt systematiske forslag til kontrolplaner.

5.2 Ansvar for nedrivningsplanen

Det er bygherren, der er ansvarlig for, at nedrivningsplanen udfyldes. Tanken er, at bygherren udpeger en miljø- og ressourcekoordinator (MRK) i forbindelse med opstart af projektering af nedrivningen. Miljø- og ressourcekoordinatoren er ansvarlig for, at nedrivningsplanen udfyldes, hvilket gør det muligt at følge op på, om nedrivningsplanen følges hele vejen gennem projekter. Da elementerne i nedrivningsplanen indeholder en lang række fagområder, er det ikke tanken, at miljø- og ressourcekoordinatoren skal udfylde hele nedrivningsplanen selv. I stedet er der netop tale om en koordinatorfunktion, der skal sikre, at der leveres de rette inputs til planen, og at de rette kompetencer og personer bringes i spil for at udfylde og opfylde planen.

I forslaget er det tænkt, at der udpeges en miljø- og ressourcekoordinator (P) (MRK-P), der virker i projekteringsfasen og en miljø- og ressourcekoordinator (B) (MRK-B), der virker i udførelsesfasen. Ligesom det også kendes for arbejdsmiljøkoordinator-området.

MRK-P skal sikre, at bygherrens forpligtelser varetages forsvarligt under projekteringen, og skal under projekteringen på vegne af bygherren:

- Gennemføre kortlægning og vurdering af ressourcer i forbindelse med planlægning af nedrivningsprojektet
- Skabe overblik over hvilke bygningsdele der skal miljøsaneres med udgangspunkt i gennemførte miljøundersøgelser
- Bistå de projekterende i deres valg af metodebeskrivelser med henblik på at fremme selektiv nedrivning og øge mængden af ressourcer, som kan genbruges, genanvendes eller nyttiggøres
- Vurdere byggepladsforholdene med hensyn til plads og antal af containere til korrekt udsortering af affaldsfraktioner
- Udarbejde forslag til kontrolplaner for miljøsanering og udsortering af ressourcer og affald
- Overdrage miljø- og ressourceplanen til miljø- og ressourcekoordinator (B).

MRK-B skal under udførelsesfasen på vegne af bygherren:

- Færdigudarbejde og ajourføre miljø- og ressourceplan under projektets udførelse, herunder oversigt over miljøforhold og affaldsplan
- Sikre, at affaldet bliver anmeldt, og at der foreligger en affaldsanvisning fra kommunen
- Gennemføre løbende koordinering med udførende entreprenør(er) for at fremme selektiv nedrivning og korrekt sortering af ressourcer og affald
- Sikre, at miljøsanering udføres i henhold til projektets beskrivelser og rammer, samt at der forekommer fornøden kvalitetssikringsdokumentation for det udførte saneringsarbejde fra entreprenøren
- Gennemføre løbende kontroller med hensyn til affaldssortering og bortkørsel af affald
- Udarbejde en samlet opgørelse over det bortkørte affald fordelt på fraktioner svarende til affaldsanmeldelsen og ressourceplanen.

5.3 Koblinger til de andre forslag i projektet

Nedrivningsplanen kan anvendes uafhængigt af de andre forslag i projektet. Tanken er dog, at den vil blive en del af undervisningsgrundlaget i virksomhedsordningen (se kapitel 7), så dem, der deltager i uddannelsen, vil udfylde en nedrivningsplan som en del af uddannelsen (deres eksamensopgave). Desuden er det tanken, at der laves en uddannelse for miljø- og ressourcekoordinatorer (se kapitel 6), der udfylder nedrivningsplanen som en central del af deres uddannelse.

6. Forslag 2: Uddannelse af miljø- og ressourcekoordinator (MRK)

6.1 Miljø- og ressourcekoordinatorens rolle

En vigtig forudsætning for planlægning af uddannelsen af en MRK er at fastlægge, hvilken rolle koordinatoren skal have i praksis, samt hvilke egenskaber som koordinatoren skal besidde for at kunne udfylde den påtænkte rolle. Derfor er der brugt en del tid på dette i projektet, og der har også på de afholdte fokusgruppemøder været et stort fokus på at afklare disse spørgsmål.

På baggrund af arbejdet i forbindelse med udarbejdelse af nedrivningsplaner (kapitel 5) samt de afholdte fokusgruppemøder er det beskrevet, hvad miljø- og ressourcekoordinatorens rolle og ansvarsområder er, og at opbygning af uddannelsen tager udgangspunkt i, at MRK skal opnå kompetencer til at opfylde denne rolle. Miljø- og ressourcekoordinatorens hovedopgave er at sørge for, at:

- elementerne i nedrivningsplanen udfyldes
- nedrivningsplanen udfyldes med tilstrækkelig kvalitet
- der løbende følges op på planens elementer.

MRK er bygherrens forlængede arm, og i sidste ende er det bygherren, der er ansvarlig for at nedrivningsplanen er udfyldt og følges.

En nedrivningsproces, fra miljø- og ressourcekortlægning, over selektiv nedrivning, affaldshåndtering, statiske hensyn, logistik mm. er en tværfaglig disciplin. Det er ikke målet, at MRK skal være ekspert i alle disciplinerne, men det vil være en fordel, at MRK som minimum har indsigt i alle elementer i en nedrivningsproces. Det er også vigtigt, at MRK har et godt indblik i, hvordan processen er bygget op, og hvilke aktører og indbyrdes afhængigheder, der er i nedrivningsprocessen.

6.2 Uddannelsens indhold

For at understøtte de kompetencer der jf. kapitel 6.1 efterspørges, foreslås det, at uddannelsesstilbuddet består af følgende to moduler:

- 1) Grundlæggende introduktionsforløb med basisfærdigheder
- 2) Uddannelsesforløb for MRK.

De to moduler beskrives nedenfor:

Grundlæggende introduktionsforløb med basisfærdigheder (fem dage): Forløbet gennemføres forud for koordinatoruddannelsen. Formålet med introduktionsforløbet er at sikre, at alle deltagere på koordinatoruddannelsen har et vist fagligt minimumsniveau. At være koordinator kræver, at man har et indblik i de forskellige dele af nedrivningsprocessen.

Hvis en deltager på MRK-uddannelsen allerede kan dokumentere erfaring eller kompetencer, der svarer til, hvad der kan opnås på det grundlæggende introduktionsforløb, behøver personen ikke deltage i introduktionsforløbet.

Indholdet på introduktionsforløbet vil dække de samme emner, som er foreslået i virksomhedsordningen (se kapitel 7), dog i en mere koncentreret form, da introduktionsforløbet varer fem dage og uddannelsen i virksomhedsordningen forventes at tage fire uger.

Introduktionsforløbet berører de emner, der fremgår af nedenstående skema:

Kursusdag	Emne
Dag 1	<ul style="list-style-type: none">• Selektiv nedrivning• Nedrivningsplaner• Lovgivning og regler på miljø- og affaldsområdet• Lovgivning og regler på byggeområdet (med fokus på genbrug)
Dag 2	<ul style="list-style-type: none">• Miljøskadelige stoffer• Miljøkortlægning• Nedrivning af konstruktioner med PCB og asbest• Miljøsanering – forskellige metoder• Slutkontrol af nedrivning i forhold til skadelige stoffer
Dag 3	<ul style="list-style-type: none">• Cirkulær økonomi i byggeriet• Bæredygtigt byggeri og CO₂-beregninger• Sporbarhed af affald/ressourcer• Modtagelse og videre anvendelse af affaldsfraktioner
Dag 4	<ul style="list-style-type: none">• Typer og forekomst af affaldsfraktioner• Materialehåndtering ved nedrivning• Affaldshåndtering og sortering• Ressourcekortlægning og ressourcepotentialer
Dag 5	<ul style="list-style-type: none">• Aktører i nedrivningen• Byggepladsen ved nedrivning• Logistik og sortering på byggepladsen ved nedrivning• Den bæredygtige byggeplads

Når deltagerne starter på MRK-uddannelsen, har de således et grundlæggende kendskab til miljøsanering, nedrivning, affaldshåndtering mm.

Uddannelsesforløb for MRK (fem dage, inkl. en eksamen): I MRK-uddannelsen ligger fokus på at få indsigt i projektets faser og processer, samt sikre indsigt i ansvarsfordelingen blandt byggeprojektets aktører. Under uddannelsen skal der således opnås viden og overblik over faserne i et nedrivningsprojekt samt faserne indbyrdes afhængighed. Der skal skabes forståelse for og evner til at styre processen omkring udfyldelse af nedrivningsplanen/kontrolplanerne, samt tilsyn og dialog på pladsen.

Desuden skal undervisning i procesledelse understøtte lederskab, herunder temaer som facilitering, samarbejde, effektiv kommunikation, ledelse af møder mv.

I nedenstående skema ses en oversigt over de emner, der tænkes at blive undervist i på MRK-uddannelsens enkelte dage.

Kursusdag	Emne
Dag 1	Præsentation af Miljø- og ressourcekoordinatorens rolle i nedrivningsprocessen. MRK-P og MRK-B. Opsamling på de emner, der er gennemgået på introforløbet.
Dag 2	Nedrivningsplanen. Hvordan udfyldes planen. Hvem er typiske bidragsydere ved udfyldelse af nedrivningsplanen. Data og digitalisering.
Dag 3	Nedrivningsprocessen: Forløb, aktører og ansvarsfordeling. Procesledelse: Hvordan styrer man processer. Hvordan tager man ansvar som koordinator. Hvordan håndterer eller undgår man konflikter. Den gode kommunikation.
Dag 4	Procesledelse: Fortsat fra dag 3. Udarbejdelse af nedrivningsplaner i grupper.
Dag 5	Fremlæggelse af nedrivningsplaner. Eksamen i form af en række prædefinerede spørgsmål, der skal besvares individuelt.

Efter endt uddannelse:

Det er en erfaring fra Arbejds miljøkoordinator-ordningen, at det er en god idé at oprette et fag-netværk efterfølgende, hvor koordinatorene kan mødes og sparre med hinanden om specifikke projekter og problemstillinger. Det vurderes, at et sådant netværk kan være afgørende for, at koordinator-rollen får en reel betydning i nedrivningsprocessen.

Det kan desuden overvejes, om der er behov for efteruddannelse af koordinatorene, fx ved at der laves én obligatorisk opfølgingsdag hver 3. år, så det sikres, at miljø- og ressourcekoordinatorene er opdateret på viden indenfor de emner, der undervises i på MRK uddannelsen.

7. Forslag 3: Virksomhedsordning for nedrivningsvirksomheder

Forslaget omhandler en virksomhedsordning for nedrivningsvirksomheder. Formålet med virksomhedsordningen er at sikre forskriftmæssig gennemførelse af selektiv nedrivning og ressourcehåndtering. Det vil sige, at affaldshåndteringen i nedrivningsprocessen foregår, så affaldet fra nedrivninger kan anvendes så højt oppe i affaldshierarkiet som muligt, og så vidt muligt som direkte genbrug. Forslaget er beskrevet og diskuteret i Miljøprojekt nr. 2187, Uddannelse og ordninger.

En virksomhedsordning for selektiv nedrivning består af følgende:

- En uddannet ansvarlig for selektiv nedrivning og ressourcehåndtering i virksomheden
- Et kvalitetsledelsessystem
- En kontrolordning.

Forslaget indebærer, at der stilles et krav om, at der skal være en uddannet ressourceansvarlig i virksomheden inden for selektiv nedrivning. Den uddannede ressourceansvarlig skal have en grunduddannelse i nedrivning, fx via nedriveruddannelsen, se tekst længere nede om forudsætninger.

Kompetenceområder, som uddannelsen skal dække, ses i det nedenstående:

Modul	Kompetenceområde	Beskrivelse
<u>Modul 1</u> Selektiv nedrivning – rammesætning	Selektiv nedrivning	Definitioner og forståelse af selektiv nedrivning.
	Nedrivningsplaner	Gennemgang af nedrivningsplaner og systemet bag dette Planlægning af en nedrivning med fokus på arbejdsprocesser og på demontering.
	Lovgivning og regler på miljø- og affaldsområdet	Gennemgang af miljøbeskyttelsesloven, affaldsbekendtgørelsen, restproduktbekendtgørelsen, affaldsrammedirektivet Gennemgang af affaldshierarkiet.
	Lovgivning og regler på byggeområdet – med fokus på genbrug	Gennemgang af bygningsreglementer og byggevareforordningen.
<u>Modul 2</u> Systemer – Cirkulær økonomi og bæredygtighed	Cirkulær økonomi i byggeriet	Gennemgang af den cirkulære værdikæde med fokus på nedrivningen Gennemgang af specielle forhold og processer ved cirkulær økonomi.
	Bæredygtigt byggeri og CO ₂ -beregninger	Gennemgang af bæredygtigt byggeri. Gennemgang af cirkularitet ift. bæredygtighed Introduktion til livscyklusberegninger og gennemgang af beregninger af CO ₂ -besparelser.
	Sporbarhed	Gennemgang af affaldsanmeldelser og sporbarhed af affaldet gennem nedrivningsprocessen Data og digitalisering.

Modul	Kompetenceområde	Beskrivelse
	Modtagelse og videre anvendelse af affaldsfraktioner	Gennemgang af hvad der sker med affaldet på et modtageanlæg. Gennemgang af forskellige typer anvendelse af affaldet efterfølgende og forskellige typer virksomheder, der kan modtage affaldet
<u>Modul 3</u> Skadelige stoffer	Miljøkortlægning	Gennemgang af forekomst af forskellige typer skadelige stoffer fordelt på bygningstyper, samt gennemgang af prøvetagning.
	Nedrivning af konstruktioner med PCB og asbest	Gennemgang af hvordan PCB, asbest og andre skadelige stoffer håndteres under nedrivning. Fokus er her også arbejdsmiljø.
	Miljøsanering – forskellige metoder	Gennemgang af forskellige typer af miljøsaneringsmetoder og status for udvikling.
	Slutkontrol af nedrivning ift. skadelige stoffer	Gennemgang af hvordan der kan udføres en slutkontrol af, om miljøsaneringen er gennemført korrekt.
<u>Modul 4</u> Materialer	Affaldsfraktioner – Typer og forekomst	Gennemgang af hvilke typer affaldsfraktioner, der forekommer under en nedrivning, herunder også statik, materialeforståelse samt hvordan forskellige materialer kan demonteres.
	Materialehåndtering ved nedrivning	Gennemgang af hvordan nedtagning kan ske med henblik på at bevare materialer. Gennemgang af hvordan en sådan nedtagning påvirker sikkerhed og arbejdsmiljø.
	Affaldshåndtering og affaldssortering på byggepladsen	Gennemgang af hvordan affald håndteres og sorteres på byggepladsen.
	Ressourcekortlægning og resourcepotentialer	Gennemgang af hvordan man laver en ressourcekortlægning og hvordan man fastlægger resourcepotentialer.

Det vurderes, at disse kompetenceområder kan dækkes via en uddannelse på fire uger.

Uddannelsen modulopbygges, så den består af fire moduler, der hver består af fem kursusdage, som strækker sig over 1 år. Dette kan sikre, at der samtidig opbygges et erfaringsgrundlag hos virksomheden.

Derudover indeholder kravet om den ressourceansvarlige følgende elementer:

- Praktisk opgave: I løbet af uddannelsesforløbet stilles en opgave, så det sikres, at der bliver arbejdet konkret og praktisk med de fire beskrevne kompetenceområder (modul 1-4). Opgaven består i at udarbejde en nedrivningsplan og sikre, at den bliver opfyldt. Der skal afsættes én kursusdag i hvert modul til at arbejde med den praktiske opgave. Opgaven skal så vidt muligt tage udgangspunkt i en konkret nedrivningsopgave på virksomheden
- Eksamen: Der vil være en eksamen efter endt forløb. Eksamen vil delvis være teoretisk og delvist bestå af en evaluering af den praktiske opgave
- Løbende kompetenceudvikling: Efter endt eksamen skal den ressourceansvarlige deltage i et opfølgende kursus hvert andet år, som vil indeholde nyeste viden og erfaringer inden for selektiv nedrivning. Disse opfølgende kurser kræver ikke afholdelse af eksamen.

Kvalitetsledelsessystem

Nedrivningsvirksomheden skal implementere et godkendt kvalitetsledelsessystem samt løbende opdatere og evaluere kvalitetsledelsessystemet. Systemet skal være tilgængeligt for medarbejderne i virksomheden.

Kvalitetsledelsessystemet skal sikre, at affaldet håndteres korrekt og så langt oppe i affaldshierarkiet som muligt. Samtidig skal kvalitetsledelsessystemet sikre, at kompetencerne, som den ressourceansvarlige har opnået gennem sit uddannelsesforløb, bredes ud til resten af virksomheden. Kvalitetsledelsessystemet skal sikre, at der er en uddannet formand, og skal beskrive ansvarsfordelingen mellem formanden, den ressourceansvarlige og nedrivningsholdet. Kvalitetsledelsessystemet skal også sikre, at nedrivningsarbejdet bliver udført korrekt ift. sikkerhed og arbejdsmiljø. Kvalitetsledelsessystemet styres via en kvalitetsledelseshåndbog. Kvalitetsledelsessystemet skal indeholde oplysninger om virksomhedens organisation og kompetencer, bemanning af opgaver samt dokumentation for udført tilsyn under arbejdets udførelse og udført slutkontrol i forbindelse med arbejdets afslutning.

Kontrolordning

I ordningen indgår følgende elementer, der har til formål at kontrollere, at arbejdet udføres korrekt:

- Slutkontrol via nedrivningsplaner: For alle sager udarbejdes en nedrivningsplan, der opbevares på de enkelte projekter, som anført i kvalitetsledelsessystemet. I slutkontrollen skal der indgå en afstemning af affaldsmængder, så der kan redegøres for, hvor alle materialer er endt henne for hver nedrivning (dvs. første affaldsmottager efter nedrivning)
- Hvert år laves en intern audit, hvor kvalitetsledelsessystemet skal gennemgås
- Kontrolbesøg, som udføres med en højere frekvens i starten af ordningen. Det første år efter implementering af virksomhedsordningen udføres kontrolbesøg hvert halve år, det andet år udføres kontrolbesøg hvert år og efterfølgende hvert andet år. Kontrolbesøg udføres af et eksternt kontrolorgan. Her gennemgås kvalitetsledelsessystemet og den dokumentation, der er opbevaret. Kontrolorganet skal desuden ved hvert kontrolbesøg aflægge et besøg på en nedrivningsplads
- Uanmeldte tilsyn på nedrivningspladsen.

Forudsætninger

En væsentlig forudsætning for at implementere selektiv nedrivning i en virksomhedsordning for nedrivningsvirksomheder er, at grundvilkår som sikkerhed og arbejdsmiljø er på plads i nedrivningsprocessen, hvilket ikke er inkluderet i ovenstående uddannelse som ressourceansvarlig. Dette kan sikres ved at have en uddannet person inden for sikkerhed og arbejdsmiljø på nedrivningspladsen, som kan instruere de andre personer på nedrivningsholdet. En sådan uddannelse omhandlende sikkerhed og arbejdsmiljø, der skal give personerne forudsætningen for at udføre nedrivningen korrekt og sikkert, har karakter af en grunduddannelse. Dette kan være i form af en lærlinge-uddannelse, hvor der både er uddannelse og praktik, som også er kendt og anvendes inden for andre fag i byggeri.

Sammenlignes dette med kloakmesteruddannelsen, svarer en grundlæggende uddannelse i nedrivning til tørlæggeruddannelsen, som også er en forudsætning for at tage kloakmesteruddannelsen.

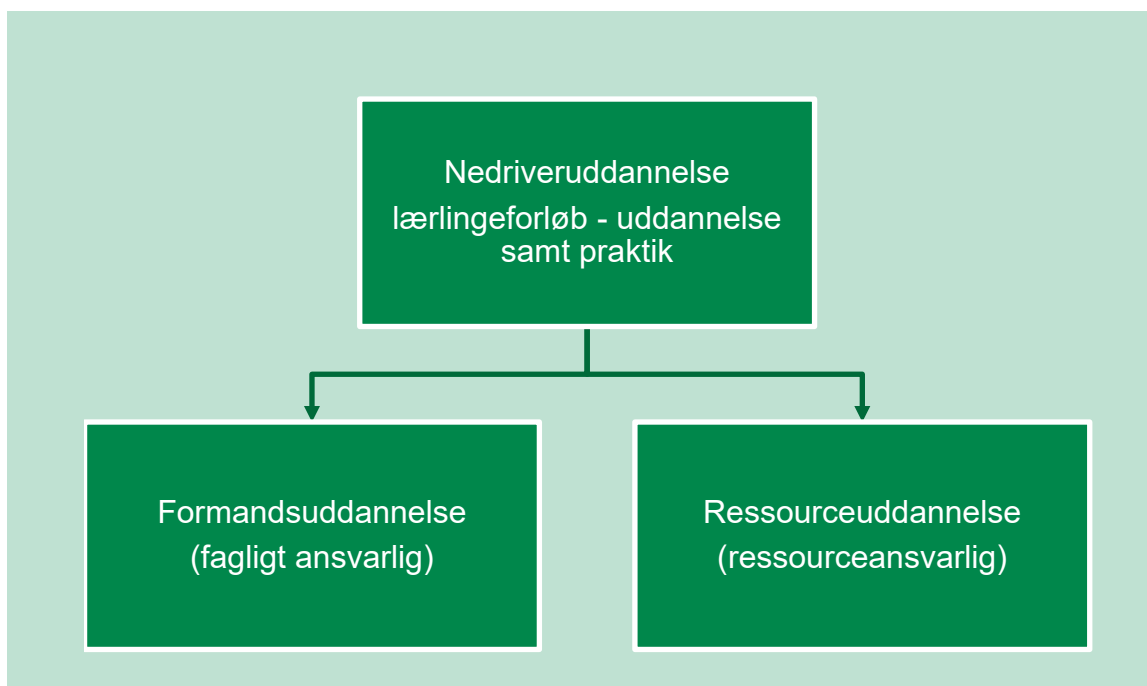
Inden for AMU (arbejdsmarkedsuddannelserne) findes allerede et uddannelsesforløb i form af et kombineret kursus- og praktikforløb, der er målrettet til at uddanne nedrivere. Uddannelsen har fokus på både sikkerhedsmæssige aspekter ved de konstruktioner, der nedrives og på sikkerhedsmæssige aspekter ved det udstyr og de køretøjer, der anvendes ved en nedrivning.

Derudover er der fokus på arbejdsmiljø, kvalitetssikring, byggepladsen, affaldshåndtering og cirkulær økonomi.

Nedriveruddannelse er som tidligere beskrevet en form for grundforløb, der kan sammenlignes med rørlæggeruddannelsen. Det vurderes, at det ikke nødvendigvis er alle arbejdere på en nedrivningsplads, der skal have en grunduddannelse, men det kan være tilstrækkeligt, at der eksempelvis er én uddannet nedriver på et hold, som kan instruere de øvrige arbejdere.

Der eksisterer desuden en uddannelse til nedrivningsformand gennem AMU systemet, formandsuddannelsen, der bygger oven på nedriveruddannelsen, og som har et sigte på ledelse. Denne uddannelse tager ni uger, og det vurderes, at den på mange måder svarer til det, man kalder den fagligt ansvarlige i kloakmesterordningen.

Da dette forslag omhandler en uddannet ressourceansvarlig for ressourcehåndtering i virksomheden, er det relevant at se på, hvordan en sådan funktion stiller sig i forhold til de eksisterende uddannelser i nedrivningsbranchen. Dette er vist i nedenstående hierarki i FIGUR 2. Det bemærkes, at den fagligt ansvarlige og den ressourceansvarlige kan være den samme eller to forskellige personer.



FIGUR 2. Oversigt over, hvordan den uddannelsesforløbet inden for ressourcer stiller sig i forhold til eksisterende uddannelser inden for nedrivning.

8. Vurdering af miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser ved indførelse af krav om selektiv nedrivning

De potentielle miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser af at indføre krav om selektiv nedrivning vurderes med udgangspunkt i henholdsvis en livscyklusvurdering (LCA) og en samfundsøkonomisk analyse. Undersøgelserne er afrapporteret i to rapporter:

- Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning
- Miljøprojekt nr. 2186, Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse.

Undersøgelserne er baseret på de samme scenarier og systemafgrænsninger, og dette kapitel indeholder en samlet gennemgang af hovedindholdet i de to rapporter.

8.1 Scenarier og bygningsklasser

8.1.1 Scenarier

Indførelse af krav om selektiv nedrivning forventes at have miljømæssige såvel som samfundsøkonomiske konsekvenser. De potentielle konsekvenser vurderes med udgangspunkt i en LCA og en samfundsøkonomisk analyse af nedrivning af seks forskellige bygningsklasser (som defineret i kapitel 8.1.2) sammenlignet gennem tre overordnede scenarier. De tre scenarier fremgår af TABEL 1.

TABEL 1. De tre overordnede scenarier til vurdering af konsekvenser af at indføre krav om selektiv nedrivning.

Scenarie	Titel	Beskrivelse
A	Nuværende praksis	Nuværende praksis som den opleves at være som gennemsnit over hele landet i dag.
B	Selektiv nedrivning	Praksis som den forventes at se ud, hvis de aktuelle planer om at stille et generelt krav om selektiv nedrivning gennemføres, og der tilknyttes en miljø- og ressourcekoordinator til projektet.
C	Bedste praksis	Praksis som den kommer til udtryk i større projekter, der er planlagt, projekteret og gennemført i henhold til branchens bedste nuværende standarder.

Scenarie A og C afspejler den nuværende praksis, når bygninger nedrives, og affaldet fra bygningen efterfølgende håndteres. Scenarie A er den gennemsnitlige praksis i dag, hvor de nuværende regler om miljøkortlægning forud for nedrivning, sortering af affaldet og fjernelse af farlige stoffer ikke nødvendigvis altid følges. Scenarie C er derimod praksis, som den kommer

til udtryk i større projekter gennemført efter branchens bedste nuværende standarder og gældende lovgivning. Scenarie B er et fremtidsscenario, der afspejler praksis, som den forventes at se ud, hvis der indføres et generelt krav om selektiv nedrivning i form af indførelse af de tre forslag om nedrivningsplan, miljø og ressourcekoordinator samt virksomhedsordning.

8.1.2 Bygningsklasser

Udover at skelne mellem tre overordnede scenarier skelnes der også mellem mindre og større bygninger, refereret som bygningstype, og mellem forskellige opførelsesperioder for bygningerne refereret som bygningsklasser i TABEL 2.

TABEL 2. Omfattede bygningstyper og bygningsklasser.

Bygningstype	Bygningsklasser
Mindre bygninger (under 250m ²) <ul style="list-style-type: none"> Stuehuse til landbrugsejendomme, parcelhuse, række-, kæde- og dobbelthuse 	Før 1950
	1950-1977
	Efter 1977
Større bygninger (over 250m ²) <ul style="list-style-type: none"> Etageboliger, kontorbyggeri, lagerbygninger, institutioner, industribygninger, mv. 	Før 1950
	1950-1977
	Efter 1977

Det fremgår af TABEL 2, hvad der i projektet forstås ved henholdsvis mindre og større bygninger, og hvilke tidsperioder der skelnes mellem. Årsagen til at lave denne sondring er, at både bygningstypen og opførelsetidspunktet har en betydning for bygningens materialesammensætning og den efterfølgende nedrivning, når bygningen ikke længere skal bruges. Disse parametre påvirker affaldssammensætningen, som er afgørende for både LCA'ens og den samfundsøkonomiske analyses resultater.

I forhold til at skelne mellem mindre og større bygninger er det blevet undersøgt, om dette kan gøres via grundarealet af bygningen. I gennemgangen af data fra BBR blev det fundet, at en sådan skillelinje kan sættes ved 250 m², dvs. mindre bygninger er under 250 m² og større bygninger er over 250 m².

I nedenstående fremgår de typiske kendetegn ved byggeri fra de tre valgte tidsperioder. Beskrivelsen er baseret på projektkonsortiets viden.

- **Bygninger opført før 1950.** Byggeri fra denne periode indeholder typisk færre miljø- og sundhedsskadelige stoffer (fx PCB) sammenlignet med bygninger opført senere. Dog vil de fleste bygninger opført før 1950 forventeligt have gennemgået renovering, og kan dermed potentielt også indeholde problematiske stoffer. Byggeriet har samlingsprincipper, der understøtter adskillelse (fx mørtel med mindre cement og mørtelfuger frem for elastiske fuger, søm og skruer frem for lim og fugeskum, færre komplekse præfabrikerede bygningselementer, mv.). Overordnet set er der i byggeri fra denne periode en overvægt af træ og tegl med lang holdbarhed.
- **Bygninger opført 1950-1977.** Byggeri fra denne periode har erfaringsmæssigt en høj forekomst af miljø- og sundhedsskadelige stoffer (særligt PCB og asbest). Byggeriet er desuden præget af, at det industrialiserede byggeri vinder frem i perioden, og dermed introduceres elementbyggeri med sammensatte elementkonstruktioner. I denne periode stiger også brugen af cement i mørtel, og der tilkommer en række nye lim- og

fugematerialer samt isoleringsmaterialer. Disse elementer er medvirkende til, at adskillelse af bygningen ved endt levetid besværliggøres. I dette industrielle byggeri er der overordnet set en overvægt af beton.

- **Bygninger opført efter 1977.** Det nyere byggeri er præget af færre kendte miljø- og sundhedsskadelige stoffer, dog er antallet af kemiske stoffer stigende. Der er fortsat høj teknisk kompleksitet, og antallet af forskellige materialer øges. Der introduceres en række nye materialetyper og installationer. I dette moderne byggeri er der overordnet set en overvægt af stål og glas.

8.2 Materialer og systemgrænser

8.2.1 Materiale- og affaldssammensætning

En bygning er sammensat af en række forskellige materialer, som skal gennemgå forskellige former for affaldsbehandling, når bygningen rives ned.

Der er fastlagt en materialesammensætning fordelt på bygningstype og bygningsklasse, som fremgår af TABEL 3. Materialesammensætningen er udarbejdet på basis af skøn foretaget af Golder Associates og Lauritzen Advising, baseret på disse to virksomheders praktiske erfaringer sammenholdt med data fra konkrete cases. For en uddybende forklaring refereres til Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning.

TABEL 3. Materialesammensætning i procent (vægt-%) fordelt på bygningstype og -klasse.

Bygnings- type	Bygnings- klasse	Beton	Tegl	Træ	Glas	Metal	Gips	Mine- raluld	Plast	Andet
Mindre bygninger	Før 1950	35	42	14	0,5	4	1	0,3	0,2	3,0
	1950-1977	45	35	8	0,9	5	2	0,5	0,3	3,3
	Efter 1977	42	32	7	1,5	6	4	0,8	0,4	6,3
Større bygninger	Før 1950	50	33	6	0,8	6	1	0,3	0,2	2,7
	1950-1977	55	22	5	1,1	8	2	0,5	0,3	6,1
	Efter 1977	60	12	4	1,7	10	4	0,8	0,4	7,1

Som det fremgår af TABEL 3 udgør beton, tegl og træ samlet set hovedparten af en bygnings masse (fra 76 % af massen for større bygninger opført efter 1977 op til 91 % af massen i mindre bygninger opført før 1950). Hvis man sammenligner materialesammensætningen for henholdsvis større og mindre bygninger, ses det, at beton, tegl og metal udgør den største andel af større bygningers masse, hvorimod beton, tegl og træ udgør den største andel af mindre bygningers masse. Også i forhold til de forskellige bygningsklassers tidsperioder ses en forskel, da beton er mere dominerende i nyere bygninger, hvorimod tegl og træ er mere dominerende i ældre bygninger.

Materialesammensætningen i TABEL 3 er brugt som udgangspunkt for affaldssammensætningen for de seks forskellige bygningsklasser, dvs. det er antaget, at affaldssammensætningen er lig materialesammensætningen.

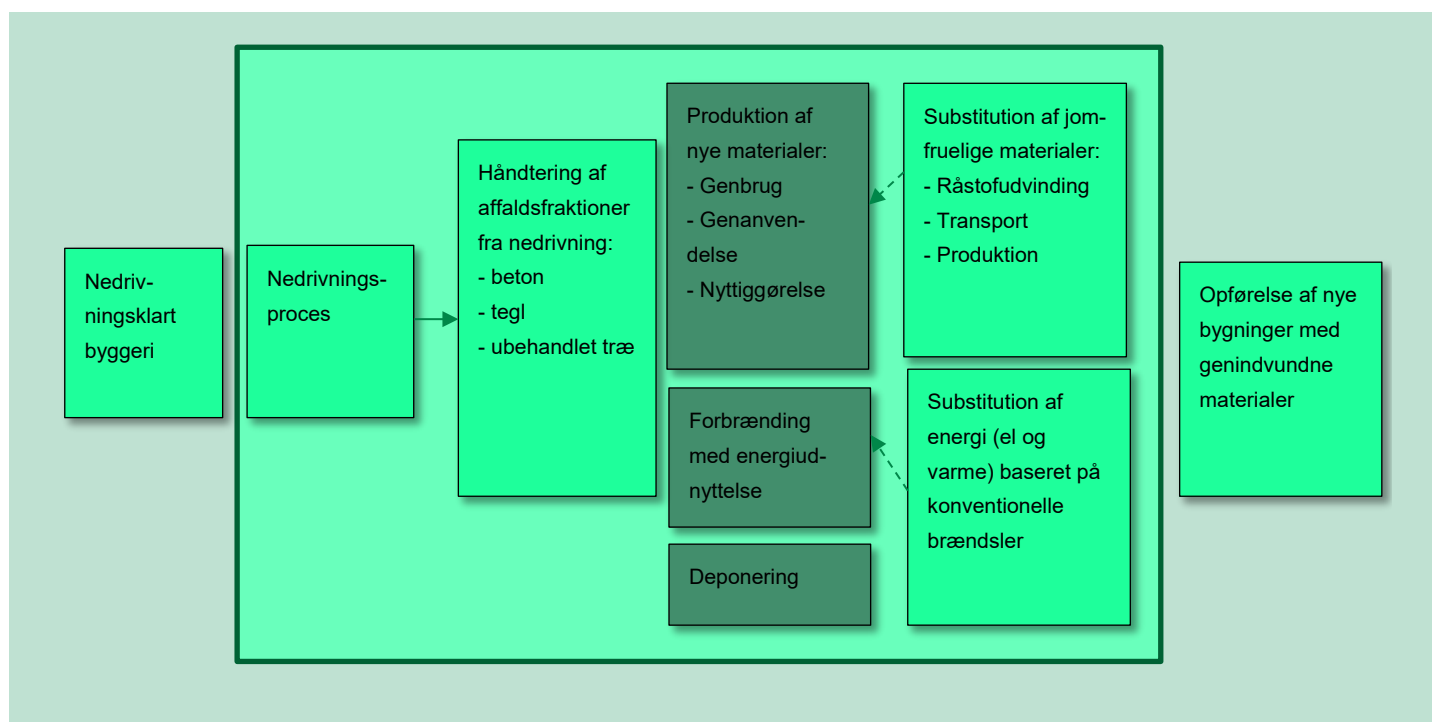
I den samfundsøkonomiske analyse og LCA'en fokuseres der på beton, tegl og træ, da disse tre materialer er de mest dominerende. For så vidt angår træ, er det udelukkende håndtering af ubehandlet træ, der indgår. Det er vurderingen, at behandlet træ (fx trykimprægneret træ og limede træmaterialer) ikke vil blive behandlet væsentligt anderledes i et fremtidigt scenarie med selektiv nedrivning, end det gør i dag. Hovedparten af behandlet træ forbrændes i dag

med energiudnyttelse, evt. som farligt affald, og dette vurderes ikke at ændre sig i løbet af de næste 10 år. Der er i modelleringen anvendt følgende fordeling mellem ubehandlet og behandlet træ: 20/80, som er en fordeling skønnet af Golder Associates.

Der er forskellige årsager til, at glas, metal, gips, mineraluld og plast ikke indgår i modelleringen. Metal fra nedrevne bygninger genanvendes i dag, og det forventes ikke, at det vil ændre sig, selvom der skulle blive indført krav om selektiv nedrivning. De øvrige affaldsfraktioner udgør så begrænsede mængder i forhold til de samlede affaldsmængder (jf. TABEL 3), at det vurderes, at det ikke vil have nogen betydning for de samlede resultater at se bort fra dem i nærværende analyse. Derudover er der også en betydelig data-mangel i forhold til de omtalte fraktioner, som gør det svært at gennemføre en valid modellering af de miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser af en ændret håndtering. Fraktionerne har dog stadig en ikke uvæsentlig betydning i den cirkulære økonomi og er relevante for selektiv nedrivning, selv om de ikke er medtaget i analysen. Disse affaldsfraktioner er derfor gennemgået i kapitel 9.2.

8.2.2 Systemgrænser

Systemgrænserne definerer, hvilke processer der medtages i LCA'en og i den samfundsøkonomiske analyse, og hvilke der udelades. Det fremgår af FIGUR 3, at det modellerede system starter ved nedrivning af en bygning, dvs. opførelsen og benyttelse af bygningen er ikke medtaget. Denne systemafgrænsning er valgt, da fokus er på undersøgelse af konsekvenserne ved selektiv nedrivning, som i høj grad har indflydelse på, hvordan byggeaffaldet efterfølgende kan håndteres.



FIGUR 3. Systemafgrænsning for det modellerede system.

Det fremgår ligeledes af FIGUR 3, at det modellerede system stopper, når det oparbejdede affald har fortrængt jomfrueligt materiale.

8.3 Affaldsbehandling

I TABEL 4 fremgår det, hvilke behandlingsalternativer der regnes på for henholdsvis beton, tegl og ubehandlet træ, og hvilke materialer som affaldsfraktionen antages at erstatte. Det

fremgår af tabellen, at der for beton skelnes mellem højkvalitetsbeton og beton af moderat til lav kvalitet. Under tabellen er det forklaret, hvad der forstås ved henholdsvis genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse.

Det skal pointeres, at der reelt findes flere behandlingsalternativer end dem, der er medtaget i analysen. Det vurderes dog, at de inkluderede behandlingsformer er de mest udbredte.

TABEL 4. Affaldsbehandling for omfattede affaldsfraktioner.

Fraktion	Affaldsbehandling	Erstatter
Beton – høj kvalitet	Genbrug af hele beton elementer	Nye betonelementer
	Genanvendelse som tilslag i ny beton	Granit eller sand og grus
	Nyttiggørelse som ubundet bærelag i vejbyggeri	Sand og grus
Beton – moderat/lav kvalitet	Nyttiggørelse som ubundet bærelag i vejbyggeri	Sand og grus
Tegl	Genbrug af hele mursten	Nye mursten
	Nyttiggørelse som ubundet bærelag i vejbyggeri	Sand og grus
Træ - ubehandlet	Genbrug af træ	Nye bærende træbjælke
	Genanvendelse i produktion af spånplader	Jomfrueligt træ (rundtræ)
	Forbrænding med energiudnyttelse	Konventionelle brændsler

Genbrug: Når et materiale bruges igen til samme formål, som det var udformet til.

Genanvendelse: Når affald forarbejdes til materialer og bruges til dets oprindelige formål eller andre nyttiggørelsesformål. Ophører på et tidspunkt med at være affald.

Nyttiggørelse: Materialenyttiggørelse, hvor affald erstatter anvendelse af andre materialer. Vedbliver med at være affald. Der er taget udgangspunkt i definitionerne i affaldsbekendtgørelsen (Bekendtgørelse om affald, BEK nr. 2159 af 9.12.2020).

For alle seks bygningsklasser og for alle tre overordnede scenarier er der for hvert enkelt materiale foretaget en konkret vurdering af, hvordan materialefraktionen vil blive behandlet, når den bliver til affald. Dvs. hvor stor en andel vil blive henholdsvis genbrugt, genanvendt, nyttiggjort, etc. Dette redegøres i detaljer i Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning

TABEL 5 er et eksempel på en vurdering af, hvordan affald af beton af høj kvalitet fra større bygninger opført før 1950 behandles i de tre overordnede scenarier. Tilsvarende oversigter findes for de øvrige materialer for mindre og større bygninger i Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning.

TABEL 5. Behandling af beton – høj kvalitet. Betonen stammer fra større bygninger opført før 1950.

Beton - høj kvalitet	Scenarie A - nuværende praksis	Scenarie B - selektiv nedrivning	Scenarie C - bedste praksis - nuværende regler
Genbrug (%)		1	
Genanvendelse (%)		24	0,1
Nyttiggørelse (%)	97	73	97,9
Forbrænding (%)			
Deponering (%)	2,9	1,9	1,9
Specialbehandling som farligt affald (%)	0,1	0,1	0,1

Det fremgår af TABEL 5, at for så vidt angår beton af høj kvalitet stammende fra større bygninger opført før 1950, vurderes indførelse af et krav om selektiv nedrivning særligt at medføre, at en større andel vil blive genanvendt som tilslag i ny beton fremfor at blive nyttiggjort som ubundet bærelag i vejbyggeri.

8.4 Miljømæssige konsekvenser

I dette kapitel gives en kort gennemgang af livscyklusvurderingen (LCA) udført i Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning med fokus på LCA'ens resultater og konklusioner.

Der henvises til Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning for en detaljeret gennemgang af de forudsætninger og antagelser, som LCA'en er baseret på, en detaljeret gennemgang af den anvendte metode, og en detaljeret gennemgang af resultater og følsomhedsanalyser.

8.4.1 Metode og funktionel enhed

De potentielle miljømæssige konsekvenser af at indføre selektiv nedrivning vurderes med udgangspunkt i en livscyklusvurdering. LCA'en er som udgangspunkt udført i overensstemmelse med de internationale standarder ISO 14040/14044. Selve LCA-modelleringen er foretaget i LCA-værktøjet EASETECH udviklet af DTU Miljø.

Livscyklusvurderingen er udført som en konsekvens-LCA, og i overensstemmelse hermed er der kun inkluderet de processer, der vurderes at blive berørt af en given ændring i systemet. Systemets multifunktionalitet er håndteret ved hjælp af systemudvidelse, hvorved affaldssystemet krediteres de undgåede emissioner og ressourceforbrug forbundet med genbrug, genanvendelse, nyttiggørelse og forbrænding af affaldet.

Den funktionelle enhed for LCA'en er:

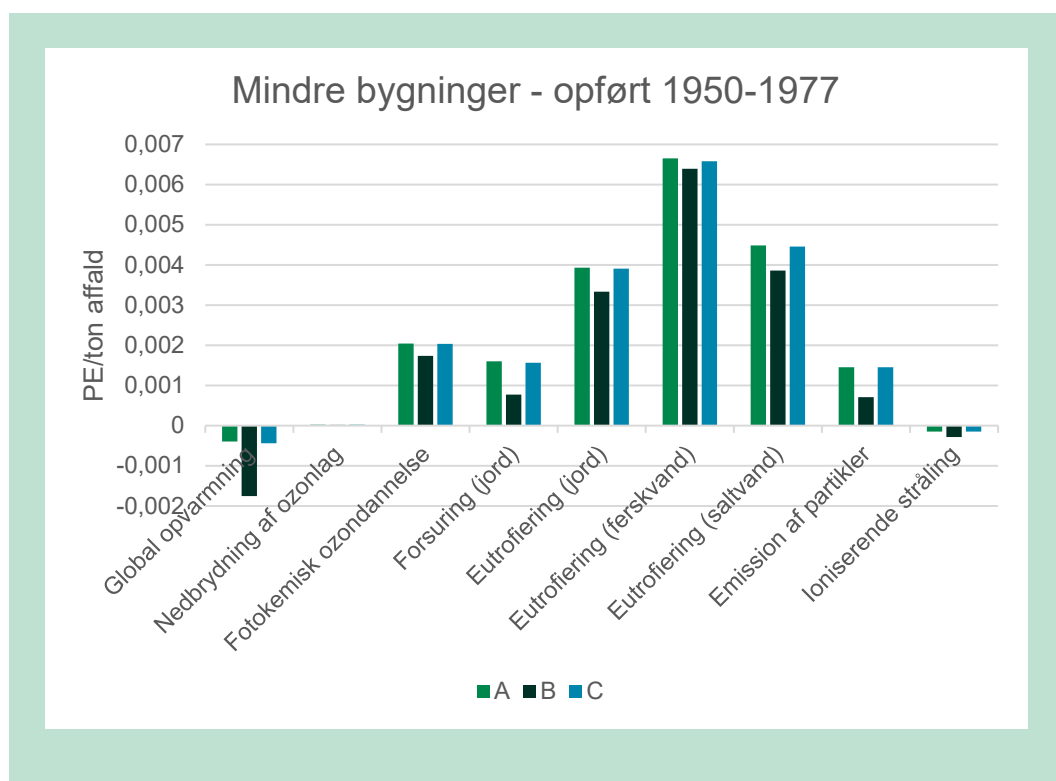
Håndtering af affald fra 1 ton nedrevet bygning, herunder miljøsanering, nedrivning, transport, behandling og slutdisponering af eventuelle restprodukter fra bortskaffelse af byggeaffald.

Reference-flowet omfatter håndtering af tre affaldsfraktioner: beton, tegl og ubehandlet træ. Mængden af de tre affaldsfraktioner varierer afhængig af bygningsklassen og bygningens opførelsestidspunkt.

8.4.2 Resultater

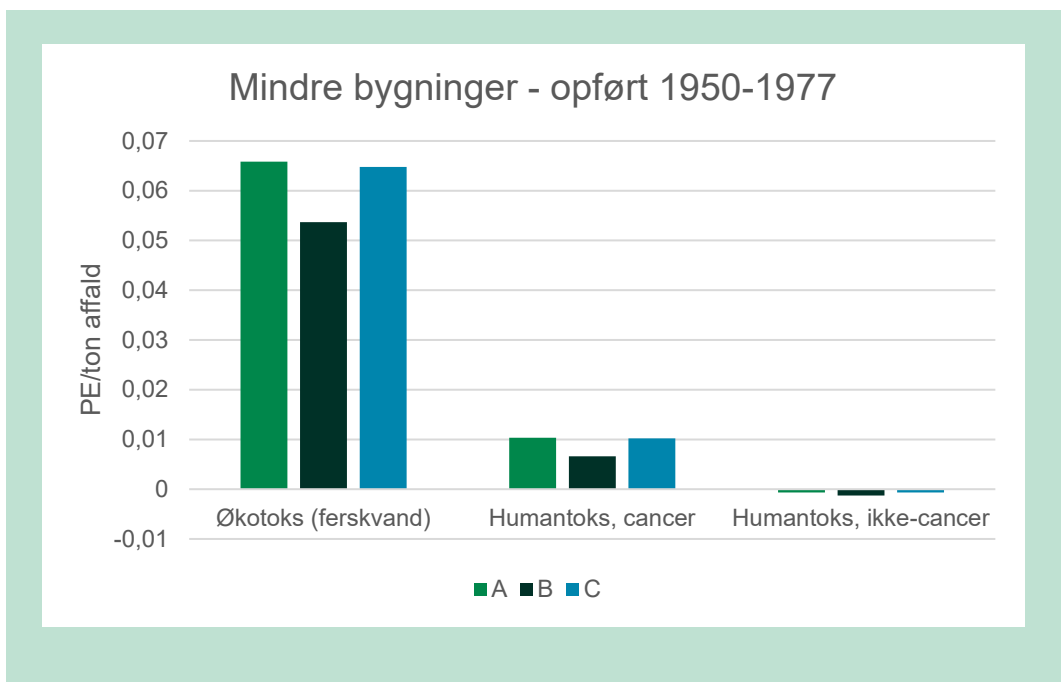
De potentielle miljøpåvirkninger forbundet med at nedrive og efterfølgende affaldsbehandle de seks forskellige bygningsklasser i tre overordnede scenarier (scenarie A, B og C) er opgjort pr. funktionel enhed.

I FIGUR 4 - FIGUR 6 ses resultaterne som normaliserede for mindre bygninger opført 1950-1977. Enheden er PE (personækvivalent) pr. ton affald, der indgår i den funktionelle enhed. En personækvivalent (PE) svarer til den gennemsnitlige årlige belastning fra én person i den pågældende miljøpåvirkningskategori. I Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning findes resultater for de øvrige bygningsklasser. Resultaterne er sammenlignelige for de seks bygningsklasser, idet det for samtlige bygningsklasser er scenarie B (selektiv nedrivning), der medfører den største potentielle miljømæssige besparelse eller den mindste potentielle miljøpåvirkning.



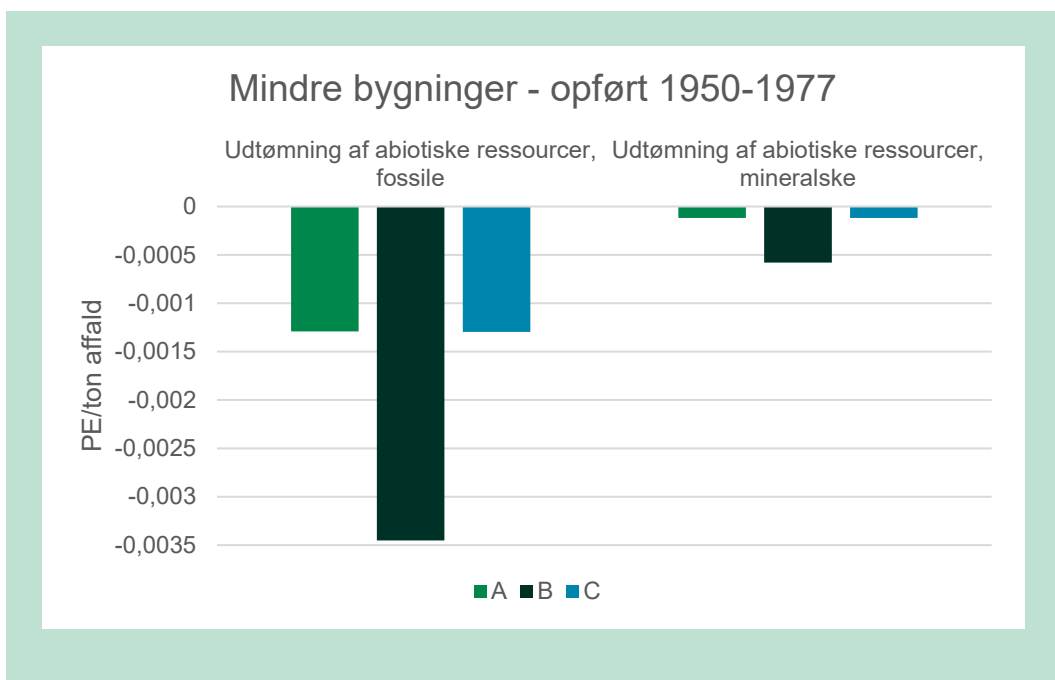
FIGUR 4. Normaliserede resultater for de ikke-toksiske kategorier for mindre bygninger opført 1950-1977 for scenarie A, B og C. Enhed: PE/ton affald.

FIGUR 4 viser resultaterne for de ikke-toksiske miljøpåvirkningskategorier. Det fremgår af FIGUR 4, at for to miljøpåvirkningskategorier, Global opvarmning og ioniserende stråling, er der potentielt en miljømæssig besparelse forbundet med nedrivning og den efterfølgende affaldshåndtering. Det modsatte er tilfældet for alle de øvrige påvirkningskategorier, hvor affaldshåndteringen potentielt medfører en påvirkning. Det fremgår ligeledes af figuren, at det er scenarie B (selektiv nedrivning), der enten medfører den største besparelse eller har den mindste påvirkning.



FIGUR 5. Normaliserede resultater for de toksiske kategorier for mindre bygninger opført 1950-1977 for scenarie A, B og C. Enhed: PE/ton affald.

FIGUR 5 viser resultaterne for de toksiske miljøpåvirkningskategorier. Generelt betragtes de toksiske miljøpåvirkningskategorier som mere usikre end de ikke-toksiske, og de bør dermed ikke tillægges lige så meget vægt. Det fremgår af FIGUR 5, at for miljøpåvirkningskategorien, Humantoks, ikke-cancer, er der potentielt en lille besparelse forbundet med at håndtere affaldet. For Økotoks (ferskvand) og Humantoks, cancer, medfører håndteringen af affaldet potentielt en påvirkning. Som det er tilfældet for de ikke-toksiske kategorier, er det scenarie B, der enten medfører den største besparelse, eller bidrager med den laveste påvirkning.

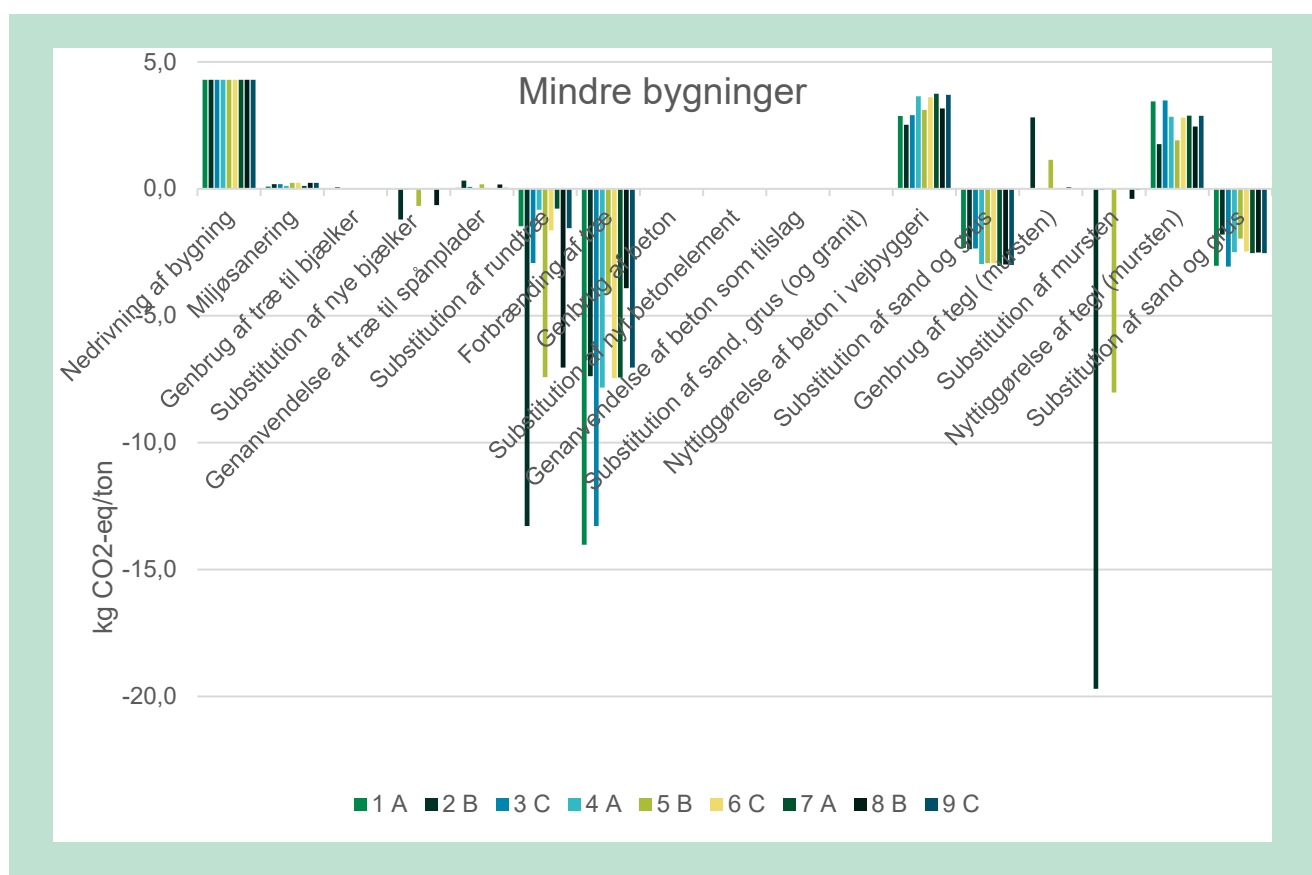


FIGUR 6. Normaliserede resultater for udtømning af ressourcer for mindre bygninger opført 1950-1977 for scenarie A, B og C. Enhed: PE/ton affald.

FIGUR 6 viser resultaterne for udtømning af abiotiske² ressourcer. Det fremgår af FIGUR 6, at alle tre scenarier medfører en ressourcebesparelse. Som det var tilfældet for både de ikke-toksiske og toksiske miljøpåvirkningskategorier, er det scenarie B (selektiv nedrivning), der medfører den største besparelse.

For miljøpåvirkningskategorien Global opvarmning er det undersøgt, hvordan de enkelte behandlingsled/aktiviteter bidrager i forhold til hinanden. I FIGUR 7 ses resultaterne for mindre bygninger med alle tre bygningsklasser. Resultaterne er vist som karakteriserede. Enheden er kg CO₂-eq. pr. ton affald, der indgår i den funktionelle enhed. I Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning findes resultater for større bygninger. Resultaterne viser de ni underscenerier for mindre bygninger, hvor:

- 1 A, 4 A og 7 A viser scenarie A for mindre bygninger opført hhv. før 1950, 1950-1977 og efter 1977
- 2 B, 5 B og 8 B viser scenarie B for mindre bygninger opført hhv. før 1950, 1950-1977 og efter 1977
- 3 C, 6 C og 9 C viser scenarie C for mindre bygninger opført hhv. før 1950, 1950-1977 og efter 1977.



FIGUR 7. Nedrivning af mindre bygninger. Bidrag til Global opvarmning fra de enkelte behandlingsled. Karakteriserede resultater (kg CO₂-eq./ton). A, B og C refererer til de tre overordnede scenarier. 1, 2 og 3: mindre bygninger opført før 1950. 4, 5 og 6: mindre bygninger opført 1950-1977. 7, 8 og 9: mindre bygninger opført efter 1977.

² Abiotiske ressourcer er en betegnelse for ikke-biologiske ressourcer. Abiotiske fossile ressourcer er fx kul, olie og naturgas.

Det fremgår af FIGUR 7, at de største påvirkninger stammer fra følgende behandlingsled: nedrivning af bygning, nyttiggørelse af beton i vejbyggeri samt nyttiggørelse af tegl i vejbyggeri. De største besparelser stammer fra følgende behandlingsled: substitution af rundtræ, forbrænding af træ, substitution af sand og grus (som følge af nyttiggørelse af både beton og tegl) samt substitution af mursten.

For større bygninger tegner sig samme billede som for mindre bygninger. De samlede besparelser er generelt lidt mindre for større bygninger sammenlignet med mindre bygninger. Det skyldes at andelen af træ er større i de mindre bygninger, hvilket har en forholdsvis stor betydning, eftersom håndtering af træaffald (og den medfølgende substitution) er forbundet med væsentligt større CO₂-eq. besparelser sammenlignet med de øvrige materialer.

8.4.3 Følsomhedsanalyser

Der er udført syv forskellige følsomhedsanalyser for at undersøge resultaternes robusthed, dvs. om rangordenen af scenarie A, B og C ændrede sig som følge af variation i forudsætningerne. Parametrene, der er undersøgt, er udvalgt på baggrund af resultaterne sammenholdt med en vurdering af de anvendte data, herunder at disse parametre erfaringsmæssigt kan have en betydning for resultaterne. Følgende parametre er undersøgt:

- Mindre genbrug af tegl i scenarier med selektiv nedrivning
- Biomasse ikke en begrænset ressource
- Mindre genanvendelse af træ fra mindre bygninger
- Marginal el baseret på vindenergi
- Marginal varme baseret på biomasse
- Identiske transportafstande på tværs af scenarier
- Konsekvenser af at fjerne PCB fra affaldsstrømmen.

Resultaterne af følsomhedsanalyserne viser, at LCA'en er robust i forhold til de antagelser, der er vurderet som værende mest betydende for resultaterne. Dette konkluderes på baggrund af, at de underscenerier, der repræsenterer selektiv nedrivning (scenarie B), både i basisanalysen og følsomhedsmodelleringen, bidrager med de største besparelser eller mindste påvirkninger.

I forhold til fjernelse af PCB fra affaldsstrømmen viser modelleringen, at hvis basisanalysen havde inkluderet udledning af farlige stoffer fra affaldet, ville belastningsniveauerne for toksicitets-kategorierne potentielt ligge højere, end i de nuværende beregninger. Resultaterne viser ligeledes – om end behæftet med stor usikkerhed – at fjernelse af PCB fra affaldsstrømmen har en stor betydning for de toksiske kategorier, særligt Humantoks, cancer. Resultaterne indikerer samlet set, at det er hensigtsmæssigt med fokus på at fjerne farlige stoffer fra affaldsstrømmen.

8.4.4 Konklusioner

Scenarie B (selektiv nedrivning) giver for samtlige miljøpåvirkningskategorier de bedste resultater – enten i form af de største potentielle miljømæssige besparelser, eller de mindste potentielle miljømæssige påvirkninger. Det gælder for både mindre og større bygninger.

For mindre bygninger ses det, at nedrivning og efterfølgende affaldsbehandling af bygninger opført før 1950 for samtlige miljøpåvirkningskategorier resulterer i større besparelser eller mindre påvirkninger sammenlignet med de to øvrige tidsperioder, når der tages udgangspunkt i 1 ton affald. Forskellen er dog for nogle miljøpåvirkningskategorier begrænset. Imellem de øvrige tidsperioder er der ikke nogen væsentlig forskel.

For større bygninger er resultaterne mere blandede, og hvilken tidsperiode, der udviser de bedste resultater, afhænger af, hvilken miljøpåvirkningskategori der undersøges.

8.5 Samfundsøkonomiske konsekvenser

I dette kapitel beskrives kort de overordnede resultater og konklusioner fra den samfundsøkonomiske konsekvensvurdering. For mere detaljerede informationer om analysen, henvises der til Miljøprojekt nr. 2186, Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse.

8.5.1 Metode

Den samfundsøkonomiske analyse har til formål at belyse, hvilke samfundsøkonomiske konsekvenser en indførelse af regler om selektiv nedrivning forventes at medføre. Analysen følger Finansministeriets vejledning om samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger (Finansministeriet, 2017). I den samfundsøkonomiske analyse vurderes og værdisættes de samlede forventede gevinster og omkostninger for forskellige aktører i samfundet i hvert af de tre undersøgte scenarier, hvorefter disse sammenholdes med hinanden.

I den samfundsøkonomiske analyse er basisscenariet det overordnede scenarie C, hvor branchens bedste nuværende standarder følges. Scenarie A afspejler den nuværende gennemsnitlige praksis, hvor branchens nuværende bedste standarder ikke altid følges. Scenarie B afspejler et fremtidsscenarie, hvor regler om selektiv nedrivning er indført. Scenarie A og scenarie B udgør i analysen alternative scenarier, og konsekvenserne ved disse scenarier i form af forventede gevinster og omkostninger vurderes derfor relativt til scenarie C. Er forskellen i gevinsterne mellem fx scenarie B og C større end forskellen i omkostningerne er der tale om et positivt nettopotentiale ved indførelse af selektiv nedrivning i forhold til nuværende bedste praksis. Er forskellen i gevinsterne derimod mindre end forskellen i omkostningerne, er der tale om et negativt nettopotentiale. Dvs. at indførelsen af selektiv nedrivning fra et samfundsøkonomisk perspektiv – og på baggrund af de indregnede konsekvenser - ikke synes at være forbundet med et samfundsøkonomisk potentiale.

Generelt er konsekvenserne i den samfundsøkonomiske vurdering kategoriseret og analyseret i fire grupper:

1. **Erhvervsmæssige konsekvenser:** omfatter gevinster og omkostninger i byggebranchen, bl.a. for entreprenører og bygherrer
2. **Myndighedsmæssige konsekvenser:** konsekvenser for fx styrelser og kommuner
3. **Miljømæssige konsekvenser:** omfatter emissionspåvirkninger i de enkelte scenarier samt lokale eksterne effekter fra transport som støj og uheld
4. **Øvrige konsekvenser:** ikke opgjort i en monetær værdi, men har væsentlig betydning i de tre overordnede scenarier og derfor italesættes kvalitativt.

I analysen gør en række forudsætninger sig gældende, herunder at:

Praksis er fuldt indfaset og alle aktører agerer efter praksis i de enkelte scenarier. Derudover indebærer dette, at omkostninger til etablering mv. er afholdt, markedet er modnet til at kunne aftage genbrugte og genanvendte materialer samt at branchen har den tilstrækkelige kapacitet til at kunne håndtere den efterfølgende affaldsbehandling af de nedrevne mængder byggemateriale.

Analysen er afgrænset til at vurdere konsekvenser inden for Danmarks grænser, dvs. at eksempelvis miljømæssige gevinster uden for Danmark, ikke indregnes i analysen.

For at kunne opregne konsekvenserne til samfundsniveau, forudsættes det, at resultater indregnes i faste 2020-markedspriser, hvorfor løbende priser omregnes og eventuelle priser opgjort i faktorpriser, dvs. uden skatter og afgifter, omregnes med nettoafgiftsfaktoren.

Afsætningen af materialer, der er genbrugte, genanvendte eller nyttiggjorte kan få konsekvenser for producenter af nye materialer, hvis det antages, at disse substituerer hinanden og efterspørgslen er uændret i markedet. I så fald forventes en øget mængde genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse, der er forbundet med en gevinst for affaldsmottagerne, samtidig at

have negative konsekvenser i form af reducerede indtægter hos producenterne af nye materialer. Omvendt kan øget genbrug, genanvendelse og nyttiggørelse muliggøre øget afsætning af disse materialer, fx til nye markeder gennem eksport. I analysen er værditilvæksten fra afsætningen estimeret både med og uden antagelse om fortrængt salg af nye materialer.

Der henvises til Miljøprojekt nr. 2186, Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse for nærmere uddybning af metode, afgrænsning og anvendte forudsætninger.

8.5.2 Resultater

Opgøres scenarie B relativt til scenarie C, afhænger resultaterne af antagelsen om markedsefterspørgslen i markedet samt den pågældende bygningstype og årgangsklasse. Med en antagelse om uændret efterspørgsel og dermed en forventet fortrængning af indtægter hos producenter af nye materialer, er der estimeret et negativt nettopotentiale relativt til scenarie C på 304 mio. kr. svarende til en nettoomkostning på 73 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale. Antages en øget afsætning forventes i stedet et positivt nettopotentiale på 184 mio. kr. svarende til 44 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale.

For de enkelte underscenerier, afhænger nettopotentialet af størrelsen på bygningen og opførelsesåret. Fx forventes der ved øget efterspørgsel et positivt nettopotentiale for bygninger opført før 1950, da disse indeholder større mængder af tegl, der forventes at kunne afsættes med en højere værditilvækst end beton, hvorimod der for bygninger opført efter 1977 isoleret set er beregnet negative nettopotentiale. Ved uændret efterspørgsel er der dog for alle bygningsklasser beregnet negative nettopotentiale.

Fra et myndighedsmæssigt perspektiv forventes scenarie B relativt til scenarie C at være forbundet med en nettogevinst grundet skatteforvridningseffekter fra ændrede statslige indtægter fra deponering. Fra et miljømæssigt perspektiv er der ligeledes estimeret gevinster svarende til 13 mio. kr. relativt til scenarie C.

Opgøres scenarie A relativt til scenarie C, er der estimeret et positivt nettopotentiale både ved antagelse om uændret efterspørgsel og ved antagelse om øget afsætning svarende til hhv. 216 mio. kr. og 181 mio. kr. opregnet til samfundsniveau. Opgøres nettopotentiale pr. ton nedrevet byggemateriale svarer dette til en nettogevinst på hhv. 52 og 44 kr.

Den primære årsag til det positive nettopotentiale skyldes reducerede erhvervsomkostninger til gennemførelse af nedrivninger i scenarie A sammenlignet med scenarie C, da dette forventes at kunne udføres ved brug af færre ressourcer, når de bedste standarder ikke altid følges. Omvendt er der estimeret en myndighedsmæssig omkostning som følge af skatteforvridningseffekter, da der forventes en lavere indtægt fra deponeringsafgifter i scenarie A sammenlignet med scenarie C. Dette skyldes en forventning om, at der ved praksis i scenarie A køres mindre affald til deponering i forhold til i scenarie C, hvor der er en bedre håndtering af affaldet, og dermed køres mere affald til deponering pga. dets indhold af farlige stoffer. En del af dette affald forventes nyttiggjort i scenarie A. Fra et miljømæssigt perspektiv vil scenarie A relativt til scenarie C være forbundet med en omkostning svarende til ca. 0,1 mio. kr. grundet større emissionspåvirkninger samt lokale påvirkninger fra transport, såsom støj og uheld. Som nævnt følges branchens bedste standarder ikke altid i scenarie A og det positive nettopotentiale bør derfor fortolkes med dette in mente.

I TABEL 6 ses en udfaldstabel over det beregnede resultat for hver af de undersøgte bygningsklasser, hvor værditilvæksten fra afsætningen er estimeret både med og uden antagelse om fortrængt salg af nye materialer. Fra tabellen fremgår det, at nettopotentialet for selektiv nedrivning afhænger af, hvilke bygningsklasser som reglerne indføres for. Antages der øget afsætning, vil nettopotentialet være større for bygninger opført før 1950 bl.a. pga. materialsammensætningen i de ældre bygninger og mulighederne for genbrug og genanvendelse. Det

skyldes, at bygninger fra denne periode indeholder større mængder af tegl, der forventes at kunne afsættes med en højere værditilvækst end beton, hvorimod der for bygninger opført efter 1977 isoleret set er beregnet negative nettopotentialer.

TABEL 6. Udfaldstabel over samlet resultat, årlige samfundsmæssige konsekvenser (i mio. kr.). I tabellen udgør nettopotentialer med parentes negative nettopotentialer og dermed en nettoomkostning, hvorimod nettopotentialer med et + afspejler positive nettopotentialer dvs. en nettogevinst.

Scenarie*	Bygnings-type	Bygnings-klasse	Samfundsmæssige konsekvenser ved uændret efterspørgsel	Nettopotentiale ved uændret efterspørgsel relativt til scenarie C	Samfundsmæssige konsekvenser ved øget afsætning	Nettopotentiale ved øget afsætning relativt til scenarie C
A	Mindre bygninger	Før 1950	(288)	+26	(283)	+25
		1950-1977	(453)	+50	(445)	+50
		Efter 1977	(80)	+8	(78)	+8
	Større bygninger	Før 1950	(916)	+29	(888)	+5
		1950-1977	(1.346)	+88	(1.305)	+78
		Efter 1977	(228)	+15	(220)	+15
B	Mindre bygninger	Før 1950	(342)	(28)	(282)	+26
		1950-1977	(565)	(62)	(521)	(26)
		Efter 1977	(100)	(13)	(98)	(12)
	Større bygninger	Før 1950	(995)	(50)	(693)	+200
		1950-1977	(1.556)	(122)	(1.363)	+20
		Efter 1977	(271)	(29)	(259)	(24)
C	Mindre bygninger	Før 1950	(314)	-	(308)	-
		1950-1977	(503)	-	(495)	-
		Efter 1977	(88)	-	(86)	-
	Større bygninger	Før 1950	(945)	-	(893)	-
		1950-1977	(1.434)	-	(1.383)	-
		Efter 1977	(242)	-	(235)	-

*A: Nuværende gennemsnitlige praksis, B: Selektiv nedrivning, C: Nuværende bedste praksis (basisscenarie)

Tal med parentes indikerer negative værdier. Tal uden parentes eller med plus indikerer positive værdier.

8.5.3 Følsomhedsanalyser

For at belyse, hvor robuste de estimerede resultater er overfor ændringer i de underliggende inputparametre, er der i analysen foretaget følsomhedsanalyser for udvalgte inputparametre:

- Værdien af fortrængt CO₂-eq.
- Mængden af spild ved genbrug af teglsten
- Forskellen i variable nedrivningsomkostninger mellem scenarie B og C.

Følsomheden over for en ændring i værdien af fortrængt CO₂-eq. er undersøgt, da bl.a. Klimarådet (2020) har argumenteret for en mulig hævelse af prisen på CO₂-eq. sammenlignet med den, der anvendes i dag.

I scenarie B forventes en højere mængde genbrug af hele mursten end i de øvrige scenarier. Da genbrugte tegl forudsættes at være forbundet med en højere værdi ved afsætning end eksempelvis genbrugt beton, suppleres resultatet af en følsomhedsanalyse, der belyser følsomheden af resultatet ved at ændre på mængden af spild ved genbrug af mursten. Dvs. hvor følsomt er resultatet overfor, at en mindre andel af teglstenene genbruges end forventet, og at disse i stedet nyttiggøres.

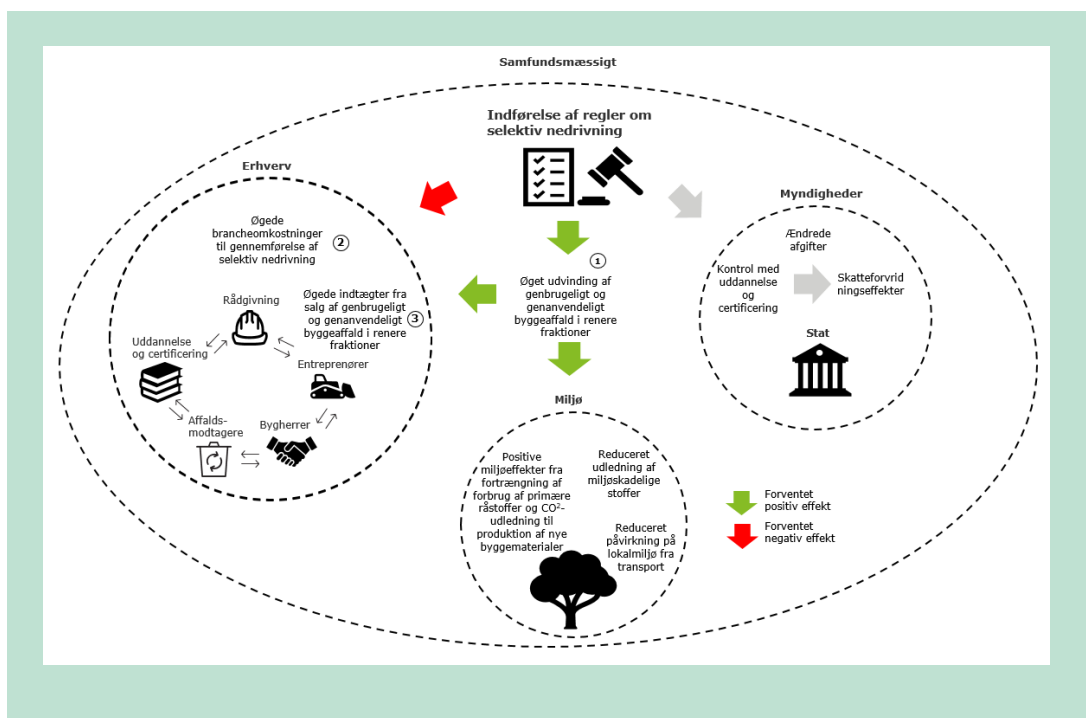
Endelig er en af de primære omkostninger i scenarie B, at det forventes at blive dyrere at nedrive bygninger sammenlignet med scenarie C. Resultaternes følsomhed over for en reduceret meromkostning ved nedrivninger er derfor også undersøgt.

Fælles for følsomhedsanalyserne er, at de illustrerer, hvordan resultaterne påvirkes af de ændrede inputparametre, men analyserne giver ikke anledning til ændringer af konklusionerne. Dog viser følsomhedsanalyserne, at mængden af tegl, der kan genbruges og dermed afsættes i markedet, har stor indflydelse på det estimerede nettopotentiale. Hvis mængden af tegl, der reelt genbruges reduceres væsentligt, så kun 40 % af den forventede mængde reelt genbruges, er der ved både uændret og øget afsætning beregnet negative nettopotentiale. Da analysen er baseret på en forudsætning om, at de genbrugte materialer kan afsættes i markedet, bør dette perspektiv tages med i fortolkningen af resultaterne.

8.5.4 Konklusioner

Analysen viser, at en indførelse af selektiv nedrivning i byggebranchen forventes at have konsekvenser for erhverv, myndigheder og miljøet. Hvorvidt de samfundsøkonomiske gevinster samlet set overstiger omkostningerne, afhænger særligt af den fremtidige efterspørgsel og dermed afsætningsmulighederne for genbrugte, genanvendte og nyttiggjorte materialer. Hvis markedet kan absorbere disse materialer, beregnes et positivt nettopotentiale ved indførelse af selektiv nedrivning samlet set til ca. 184 mio. kr. svarende til ca. 44 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale. Såfremt materialerne ikke kan afsættes i markedet eller til andre markeder, men den øgede mængde genbrug og genanvendelse i stedet fortrænger salg af nye produkter, forventes et negativt nettopotentiale på ca. 303 mio. kr. svarende til ca. 73 kr. pr. ton nedrevet byggemateriale relativt til scenarie C.

I FIGUR 8 er de forventede effekter i scenarie B relativt til scenarie C fra et samfundsmæssigt perspektiv illustreret fordelt mellem de tre overordnede grupperinger i den samfundsøkonomiske analyse: erhverv, myndigheder og miljø.



FIGUR 8. Forventede samfundsmæssige effekter ved indførelse af selektiv nedrivning.

Den samfundsøkonomiske konsekvensvurdering indeholder ikke budgetøkonomiske analyser. Dog giver analysen anledning til forventninger om, hvilket aktører der vil blive påvirket af en indførelse af selektiv nedrivning:

- For bygherrer forventes nedrivninger generelt at blive dyrere
- For entreprenører forventes nedrivninger at blive mere ressourcekrævende, men samtidig forventes besparelser til bortskaffelse af affald
- Affaldsmodtagere og oparbejdningsvirksomheder forventes at opnå en værditilvækst fra afsætning af genbrugte, genanvendte og nyttiggjorte materialer
- Antages det, at efterspørgslen er uændret, forventes en fortrængning af salg fra producenter af nye materialer
- Det offentligt provenu forventes at blive påvirket af ændrede indtægter fra fx deponeringsafgifter
- For miljøet forventes gevinster som følge af reducerede påvirkninger fra eksternaliteter.

9. Afgrænsning i projektet

I projektet om selektiv nedrivning har det været nødvendigt at foretage nogle afgrænsninger.

En væsentlig afgrænsning er, at forslagene og den miljømæssige og samfundsøkonomiske analyse omhandler totalnedrivning. Der har imidlertid igennem projektperioden været rejst spørgsmål og diskussion om, hvorvidt renoveringer bør være omfattet. Derfor er der i kapitel 9.1 lavet en beskrivelse af, hvilke typer renoveringer der findes, samt hvilke overvejelser der er relevante i forbindelse med selektiv nedrivning.

Derudover var det i den miljømæssige og samfundsøkonomiske analyse nødvendigt at lave en afgrænsning af, hvordan de forskellige bygningstyper blev beskrevet på materialeniveau i forhold til den model, der blev lavet for beregningerne. Dette havde baggrund i, at nogle materialefractioner mængdemæssigt var små i forhold til den samlede masse af materialer, ligesom der også var mangel på valide miljødata for mange af materialerne. De materialer, der ikke er medtaget i analyserne, er behandlet i kapitel 9.2 for at tydeliggøre, at det ikke alene er de materialer, der er regnet på, der har gavn af selektiv nedrivning, men at selektiv nedrivning også kan indfri et potentiale hos nogle af de mængdemæssigt mindre fraktioner i byggeriet.

9.1 Totalnedrivning versus renovering

I udgangspunktet er det tænkt, at projektet om selektiv nedrivning dækker:

1. Projekter, der indbefatter totalnedrivning, dvs. hvor hele bygningen rives ned
2. Projekter, der kræver nedrivningstilladelse, typisk enfamiliehuse og op efter.

De tre beskrevne forslag om nedrivningsplan, miljø- og ressourcekoordinator og virksomhedsordning dækker i udgangspunkt ikke renovering, herunder partiel nedrivning.

Det bør overvejes, om implementering af selektiv nedrivning også bør gælde renoveringer. Da renoveringer dækker over mange forskellige projekter, bør der i den diskussion skelnes mellem forskellige typer af renoveringer, herunder små og store renoveringer, når der kigges på, hvad der skal "underlægges" selektiv nedrivning.

9.1.1 Definitioner af forskellige typer renoveringer

I forbindelse med selektiv nedrivning skelnes der mellem totalnedrivning og partiel nedrivning. Med henvisning til *SBI anvisning nr. 171. Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner* (Statens Byggeforskningsinstitut, 1991) er totalnedrivning en fuldstændig fjernelse af en bygningskonstruktion eller et anlæg. Det er karakteristisk for totale nedrivningsprojekter, at der kræves en nedrivningstilladelse, og at bygningen udgår af BBR efter nedrivning. Ved større totale nedrivningsprojekter vil der ofte stilles krav om lokalplangodkendelse eller godkendelse af tillæg til eksisterende lokalplan.

Ved partiel nedrivning forstås nedrivning af større eller mindre dele af bygninger og anlæg. Partiel nedrivning indgår normalt som indledende delprojekt i ombygning, vedligeholdelse og andre indgreb i løbet af bygningers brugsfase. Disse aktiviteter sammenfattes under betegnelsen renovering. Der kræves affaldsanmeldelse, men ikke nedrivningstilladelse til partiel nedrivning.

Med henvisning til *Prognose for bygge- og anlægssaffald, PROBA* (Miljøstyrelsen, 1990) forstås renovering som affaldsproducerende indgreb i eksisterende bygninger og anlæg uden, at

der dog er tale om totalnedrivning. Renovering omfatter i princippet alle affaldsproducerende aktiviteter fra nedrivning til genopbygning/nybyggeri. Det gælder også for vedligeholdelsesaktiviteter, som giver anledning til affald i et sådant omfang, at det tillægges vægt i planlægningen af aktiviteten med hensyn til håndtering af affald.

I *Hvidbog om renovering* (Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond, 2011) er begrebet renovering en genopretnings- og fornyelsesproces – dvs. det modsatte af en foregående nedslidning og forældelse, som er naturlig eller brugsbestemt. Der skelnes mellem tre renoveringsniveauer:

1. Vedligeholdelse og renoveringstiltag, der har til formål at bevare og genoprette en bygnings medfødte tilstand, herunder løbende vedligeholdelsesopgaver, successive reparationer/udskiftninger af enkelte bygningsdele og periodevise hovedreparationer
2. Renoveringstiltag, der har til formål at forbedre/transformere bygningers medfødte standard til en erhvervet standard, der er tidssvarende, altså en fornyelses- eller fornyelsesproces, herunder moderniseringer, energiforbedringer, udvidelser/tilbygninger
3. Renoveringstiltag, der omfatter sammenhængende by- eller erhvervsområder (byfornyelse eller bydelsfornyelse), herunder byfornyelse, kvarterløft, transformering af erhvervsbygninger til boligformål m.v.

I praksis gives der ikke faste grænser for de forskellige typer renoveringer. Med hensyn til affaldsproduktion gælder det i princippet, at alle renoveringer producerer affald og at mængder over 1 ton byggeaffald skal anmeldes i henhold til *Affaldsbekendtgørelsen* (BEK nr. 2159 af 09/12 2020). Der er tale om affald fra følgende typer af renoveringer:

- Mindre vedligeholdelsesarbejder, fx udskiftning af vinduer, gulve og tage samt flytning af indre skillevægge m.v., hvor nedrivningsarbejder udføres af de respektive håndværkere og i nogle tilfælde privatpersoner
- Mellemstore renoveringer med indre ombygning, tilbygning, miljøsanering, isolering, ventilation, udskiftning af bygningsdele og facader m.v., hvor nedrivnings- og saneringsarbejder udføres af håndværkere eller professionelle nedrivningsfirmaer afhængig af renoveringens størrelse og karakter
- Store totalrenoveringer, som omfatter ombygning eller genopbygning i princippet helt fra fundament, som indledes med regulære nedrivningsarbejder udført af professionelle nedrivningsfirmaer.

9.1.2 Affaldsmængder fra renoveringsarbejde

Som grundlag for vurdering af miljømæssige og samfundsøkonomiske konsekvenser i kapitel 8, er der alene benyttet data fra totalnedrivninger ud fra de foreliggende oplysninger om bygningsmassen baseret på BBR-systemet. Ud fra de seks klassificeringer af bygninger (se TABEL 2 - opdeling efter årstal, bygningsklasser og størrelse, bygningstype) og fastsatte enhedsmængder for byggeaffald er der estimeret affaldsmængder, der indgår i beregningerne i analyserne beskrevet i kapitel 8. Det har ikke været muligt at opdrive data for affaldsmængder genereret i forbindelse med renoveringer. Miljøstyrelsens Affaldsdatasystem, ADS, registrerer de totale mængder af byggeaffald baseret på modtageanlæggenes indberetninger. De enkelte modtageanlæg har ikke specifikt kendskab til kilden, hvad enten der er tale om totalnedrivning eller nedrivning i forbindelse med renovering.

I PROBA-rapporten (Miljøstyrelsen, 1990) oplyses der om renovering, at myndighederne hidtil ikke har foretaget registrering af renoveringsaktiviteten, hvorfor det ikke har været muligt at finde historiske data for renovering fordelt på bygningstyper og alder. En analyse af renoveringsaktiviteten baseret på penge- og realkreditinstitutternes udlån til om- og tilbygninger antyder, at aldersbestemte renoveringer bidrager til langt den største del af aktivitetsniveauet. For

en given bygningsmasse antages det, at renovering finder sted med faste intervaller i et omfang, der er proportionalt med det til enhver tid eksisterende etageareal. Af rapporten fremgår et estimat af byggeaffald fra renovering i perioden fra 1990 til 2015 på ca. 600.000 tons pr. år.

I Miljøstyrelsen (1990) er der på grundlag af oplysninger fra egne arkiver og andre kilder givet en fordeling af affaldstyper for nybyggeri, renovering og nedrivning, som er vist i FIGUR 9. Generelt estimeres enhedsmængder for renovering skønsmæssigt til at ligge i intervallet 30 - 100 kg pr. m². Enhedsmængderne for nybyggeri og nedrivning ligger i intervallerne henholdsvis 10-30 kg pr. m² og 500 - 2.000 kg pr. m².

Affaldstype	Nybyggeri		Renovering		Nedrivning			
	Bolig/erhverv kg/m ²	%	Bolig/erhverv kg/m ²	%	Bolig kg/m ²	%	Erhverv kg/m ²	%
Beton og teglbrøkker	18	78	31	62	1510	93	1400	80
Træ og andet brændbart	3,5	15	13	26	110	7	90	5
Papir og pap	0,5	2	-	-	5	<1	-	-
Plast	1	5	-	-	-	-	-	-
Metal	-	-	5	10	-	-	90	5
Andet øj brændbart	-	-	1	2	-	-	180	10
I alt	23	100	50	100	1625	100	1760	100

FIGUR 9. Afrundende enhedsmængder og fordeling af bygningsaffald, som de er vist i Prognose for bygge- og anlægsaffald, PROBA (Miljøstyrelsen, 1990).

Kingo Karlsen A/S, som er et af landets største nedrivningsfirmaer, har oplyst, at bygningsaffald fra firmaets renoveringsopgaver i 2019 og 2020 udgør henholdsvis 25 % og 17 % af de samlede affaldsmængder fra alle deres opgaver (Richard Kristensen, 2021). Det vil sige, at affaldsmængderne fra renovering er betydeligt mindre end mængderne fra totale nedrivninger. Dette gælder antagelig også for de fleste andre nedrivningsfirmaer.

9.1.3 Karakteristik af byggeaffald fra renoveringsarbejder

Byggeaffald fra renovering omfatter både affald fra det indledende nedrivningsarbejde og affald fra det efterfølgende byggearbejde. Mængderne vurderes at bestå i overvejende grad af lettere fraktioner, idet at renoveringsarbejde i mindre grad omfatter nedrivning af facader og bærende konstruktioner. Eksempelvis ses i FIGUR 9, at andelen af beton og tegl i renovering udgør 62 % sammenlignet med 80 % i totalnedrivning. Boks 3 viser eksempel på nedrivning ved renoveringsarbejde og affaldstyper.

Boks 3. Beskrivelse af nedrivningsarbejde i forbindelse med renovering af boligområdet Korsløkken i Odense. Referenceblad: (Kingo Karlsen A/S, 2020).

Omfattende renovering af boligområdet Korsløkken i Odense SØ. Miljøsanering og indvendig rydning.

Kingo udførte følgende:

- Rydning af indvendigt inventar og fjernelse af installationer.
- Demontering af køkkenelementer, gulve, vinduespartier, udvendig beklædning og eternittag.
- Miljøsanering af bygningsdele i lejligheder, kælder, opgang, tag, tagrum og facader.
- Understøtning og midlertidig afstivning for nedbrydningsarbejder.
- Nedbrydning af væg- og dækkonstruktioner i kælder, opgang, tagrum og lejligheder.
- Hultagning i facader.

En 5-etagers boligblok med 154 lejligheder blev renoveret og ombygget til 144 lejligheder.

Under renoveringsarbejdet udførte Kingo miljøsanering og indvendig nedbrydning. Også taget, som indeholdt asbest, blev fjernet.

I første omgang ryddede vi lejlighederne, så kun råhusene stod tilbage. Dernæst udførte vi miljøsanering af bygningsdele, facader og tag. Vi demonterede og fjernede også facadepartier, brystninger, vinduesplader, vinkler, fuger, tagbelægning, altanplader og gavlbeklædning. Derudover skabte vi plads til nye indgangspartier samt to udvendige elevatorårne.

Renoveringen udførtes i overensstemmelse med beboernes egne tanker og ønsker for det nye byggeri. Målet var at skabe nogle topmoderne lejligheder til beboerne. Derfor blev alle lejlighederne udstyret med nye altaner, gulve, køkkener og badeværelser.

9.1.4 Nedrivning eller renovering?

Spørgsmålet om, hvorvidt man skal nedrive eller renovere sin bygning, omhandler mange forskellige forhold og parametre. Det lader sig ikke umiddelbart besvare generelt, men der kan lægges en række sammenlignende vurderinger af økonomi, miljø, klima, risici m.v. til grund for beslutning om valg af nedrivning eller renovering i konkrete tilfælde. Dertil kommer hensyn til cirkulær økonomi og ressourceeffektivitet med ønske om levetidsforlængelse af bygninger og bevarelse af den eksisterende bygningsmasse.

I *Analyse af CO₂-udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg* (Rambøll, 2020) findes det mest fordelagtigt – både miljømæssigt og totaløkonomisk - at renovere frem for at rive ned og bygge nyt. Samtlige 16 cases i analysen viser, at en renovering er mest fordelagtig både ift. klimapåvirkning og totaløkonomi. De 16 bygningscases repræsenterer forskellige bygningstypologier, som strækker sig fra enfamiliehuse, rækkehuse, etagebyggerier, erhvervsbyggeri og offentligt byggeri, og er udvalgt, så de repræsenterer et bredt udsnit af bygningsfunktioner, materialevalg og lokationer.

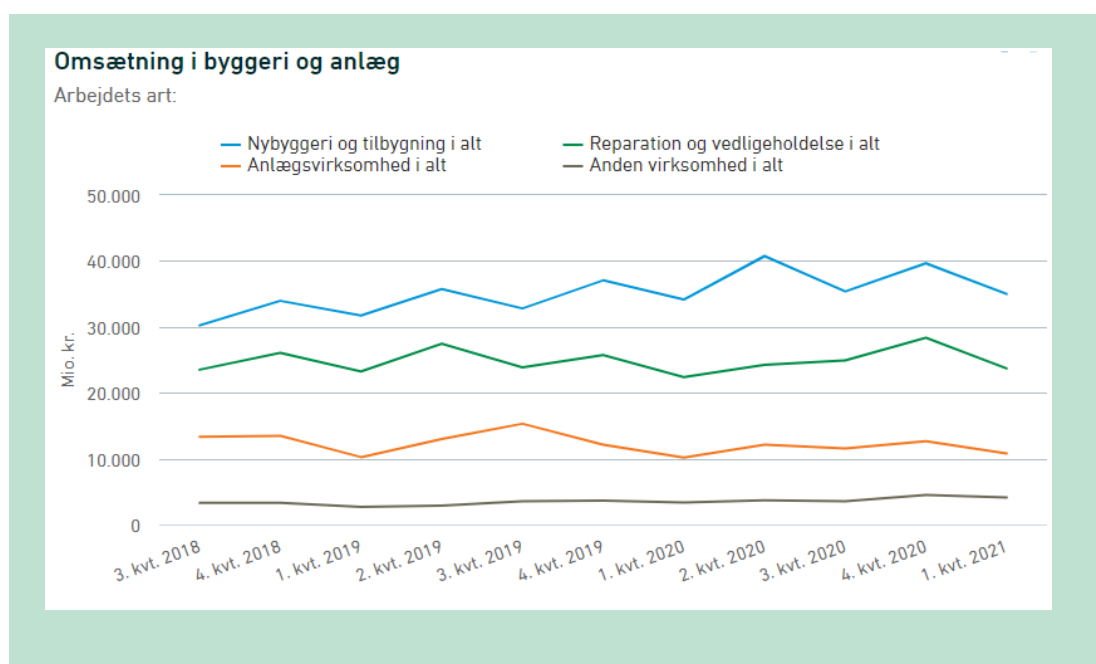
Bolius (2021) har sammenlignet totaløkonomien ved henholdsvis totalrenovering og totalnedrivning efterfulgt af nybygning af to almindelige enfamiliehuse med boligareal på henholdsvis 150 m² og 182 m². Modsat Rambølls (2020) konklusion, finder Bolius (2021), at det i begge tilfælde har det vist sig, at økonomien inkl. omkostninger til varme og vedligeholdelse er mest fordelagtig ved nedrivning og nybyggeri. Huscompagniet tilbyder et koncept med nedrivning af det eksisterende hus og bygning af nyt hus. Nedrivning af en villa koster typisk 100.000 - 125.000 kr., gennemsnitlig 1.000 kr. pr. m² (Nielsen, 2021). Sammenlignet med renovering af

det eksisterende hus, er der mange husejere, der finder riv-ned-og-byg-nyt løsningen ikke blot økonomisk fordelagtig her og nu, men også fordelagtig med hensyn til indretning, energiforbrug og vedligeholdelse på længere sigt.

9.1.5 Renoveringsmarkedet

Mængderne af byggeaffald fra renovering er proportionale med renoveringsaktiviteterne. Ifølge Dansk Byggeri udgør renoveringsmarkedet en solid bund under aktiviteten i byggeriet. Det skyldes mange bolighandler og et stigende fokus på energirenovering. Samtidig har de negative renter givet anledning til en stor lånekonverteringsbølge, der smitter positivt af på boligforbedringer rundt omkring på villavejene (Dansk Byggeri, 2019).

I FIGUR 10 ses, at omsætningen for renovering (Reparation og vedligeholdelse – grøn linje), og omsætningen for nybyggeri (Nybyggeri og tilbygning - blå linje) følges ad i en størrelsesorden, der ligger omkring 20-25 % under omsætningen for nybyggeri.



FIGUR 10. Omsætning pr. kvartal i byggeri og anlæg 2018 - 2021 (Danmarks Statistik, 2019).

I forordet til *Hvidbog om bygningsrenovering* (Bygherreforeningen og Grundejernes I ringsfond, 2011) peges der på, at byggebranchen mangler overblik og viden om renoveringsarbejder og der ønskes fokus på økonomi og bevarelse af bygninger, se BOKS 4. Disse betragtninger gør sig også gældende i dag, 10 år senere. De seneste års tilgang til cirkulær økonomi og reduktion af CO₂ har i betydelig grad skærpet argumentationen for renovering og levetidsforlængelse af bygninger.

Boks 4. Uddrag af forord til Hvidbog om bygningsrenovering (Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond, 2011).

"Trods de store udgifter til renovering er bygninger mange steder er under kraftig nedslidning, samtidig med at bygherrer og beslutningstagere mangler et klart overblik over muligheder, effekter og konsekvenser af renovering. Renoveringsarbejde har været – og er stadig – udfordret af mangel på produktivt udvikling og innovation.

I byggebranchen er der bred enighed om, at der mangler et overblik over effekter ved renoveringsarbejde, som kan opsamle viden om, hvor der er opnået gode resultater, hvad der bedst kan betale sig, og hvor der endnu mangler at blive opnået tilfredsstillende effekter. I årene der kommer, vil renovering have førertrøjen på i bygge- og anlægsbranchen, og fokus bør være på at få mest for pengene, så vores bygninger bevarer deres værdi, følger med udviklingen i brugerbehov og opnår et lavt energiforbrug".

Af hvidbogen fremgår endvidere, at aktører i byggeriet og forskere blandt andet foreslår følgende løsninger til at skabe mere og bedre renovering:

- Opstilling af en vejledende grænse mellem renoveringer og nedrivninger
- Udarbejdelse af bygningskulturelle kriterier for renovering for at bevare og/eller udvikle en bygnings specifikke arkitektoniske udformning samt dens kulturelle og æstetiske værdi
- Bedre benchmarking-muligheder, hvor der mere systematisk indsamles og opgøres måltal for bygningers vedligeholdelsesmæssige tilstand og eventuelt efterslæb
- Styrke offentlige og private bygherrers incitamenter til renovering.

Spørgsmålet om omfanget af renovering i fremtiden vil stige på bekostning af nybyggeri som følge af en øget indsats inden for bæredygtigt byggeri og cirkulær økonomi er drøftet med repræsentanter inden for byggesektoren (Liljegreen, 2021; Berthelsen, 2021; Simonsen, 2021). Responsen har været, at spørgsmålet omhandler mange komplicerede politiske og socioøkonomiske sammenhænge og, at der ikke kan gives noget entydigt svar om den fremtidige udvikling af renoveringsmarkedet. Samtidig er det oplyst, at der ikke findes data eller prognoser for affaldsmængder fra renovering.

9.1.6 Renovering og selektiv nedrivning

Analyserne og forslag i denne rapport er rettet mod selektiv nedrivning i forbindelse med totalnedrivninger. Der er ikke specifik taget hensyn til nedrivning i forbindelse med renoveringsarbejde. Spørgsmålet er herefter, om krav fra selektiv nedrivning kan overføres til renovering - i hvilket omfang og under hvilke vilkår?

Sammenfatning af væsentlige forskelle, udfordringer og muligheder for at indføre selektiv nedrivning i renoveringsarbejde:

- Renovering spænder vidt fra mindre vedligeholdelsesarbejde med relativt lidt nedbrydningsarbejde og en beskeden affaldsproduktion til større partielle nedrivninger med stor affaldsproduktion. Uanset størrelsen af nedrivningsarbejdet og affaldsproduktionen gælder Affaldsbekendtgørelsen krav til anmeldelse af affald og sortering af byggeaffald. Således er der i princippet ingen hindring for at stille generelt krav til selektiv nedrivning med hensyn til en renovering
- Affaldsmængderne fra renovering er ikke på højde med mængderne fra totalnedrivninger, men antages at ligge på størrelsesorden 10 - 30 % af mængderne fra totalnedrivning
- Med hensyn til de specificerede krav til udførelse af selektiv nedrivning og kompetencer, som fremgår af Forslag til nedrivningsplan m.v. (Forslag 1, kapitel 5) og Forslag

til Virksomhedsordninger (Forslag 3, kapitel 7), er der praktiske grænser for, hvad man kan forlange ved gennemførelse af nedrivningsarbejde i forbindelse med renovering. Den væsentlige udfordring ligger i klassificering af nedrivningsarbejdets type, størrelse og kompleksitet

- I vurderingen af spørgsmålet om, hvorvidt de foreslåede krav til selektiv nedrivning i forbindelse med totalnedrivning også skal gælde nedrivning ved renovering, er det vigtigt at se på aktørerne i renoveringsbranchen og deres viden om nedrivning og affaldshåndtering. Det gælder bygherrer, bygherrerådgivere, projekterende ingeniører og arkitekter samt entreprenører og håndværkere.

I forbindelse med projektet har det været diskuteret med følgegruppen og fokusgrupperne, om nedrivningsarbejde i forbindelse med renovering også skal underlægges selektiv nedrivning.

På baggrund af diskussionerne samt baseret på ovenstående gennemgang foreslås følgende, der kan bruges som udgangspunkt for en videre diskussion med branchen om klassificering af nedrivningsarbejder i forbindelse med renovering med hensyn til selektiv nedrivning:

- **Større nedrivningsarbejder**, fx byfornyelse, kvarterløft, totalrenovering, miljøsaneering og energirenovering af større boligblokke, ombygning af bygninger til andet formål, gennemgribende vedligeholdelsesarbejde og levetidsforlængelser m.v. Nedrivningsarbejdet udbydes og gennemføres som fagentreprise af nedrivningsfirmaer, som er underlagt virksomhedsordningen, jf. forslag i kapitel 7. Det vurderes, at det er hensigtsmæssigt, at selektiv nedrivning gælder for større nedrivningsarbejder ved renovering.
- **Mindre nedrivningsarbejder**, fx renovering, reparation og vedligeholdelse, miljøsaneering og energirenovering af bygninger med begrænset indgreb i bygningernes konstruktion. Nedrivningsarbejdet udbydes og gennemføres som en del af entreprisen uden særlige krav til arbejdets udførelse. Det vurderes, at det er hensigtsmæssigt, at selektiv nedrivning gælder i begrænset omfang for mindre nedrivningsarbejde. Dvs. at visse krav og forudsætninger, såsom krav om godkendte nedrivningsvirksomheder, kan fravælges, mens nedrivningsplanen udføres af en miljø- og ressourcekoordinator.
- **Små nedrivningsopgaver**, fx renovering, reparation og vedligeholdelse, miljøsaneering og energirenovering af enfamiliehuse, lejligheder, forretningslokaler m.v. Nedrivningsarbejdet indgår som en del af renoveringsentreprisen og udføres af de respektive håndværkere. Det vurderes, at det er hensigtsmæssigt, at selektiv nedrivning ikke gælder for små nedrivningsopgaver, da det er mindre opgaver med begrænset affaldsmængder, og da det ofte er små virksomheder, der udfører arbejdet. I mange tilfælde vil sådanne opgaver også udføres af private boligejere.

Det anbefales, at der arbejdes videre med ovenstående klassificeringer i forhold til at skelne mellem typer af renovering, så det bliver mere entydigt, hvordan man vil skelne mellem dem i praksis.

Det anbefales, at der for at kvalificere ovenstående indhentes erfaringer fra forskellige renoveringsopgaver over en længere periode for at skaffe grundlag for en passende klassificering af renoveringsopgaver og samtidig foretage opgørelse af affaldsmængder fra de forskellige nedrivningsarbejder. I den forbindelse kan aktørernes videns- og erfaringsniveau også undersøges.

9.2 Materialer

Som nævnt under kapitel 8.2. er de miljømæssige og samfundsøkonomiske analyser baseret på materialerne beton, tegl og ubehandlet træ. Dette er dog langt fra de eneste materialer, der har betydning for cirkulær økonomi i byggeriet, og som vil have en gevinst af selektiv nedrivning. I kapitel 8.2.1 fremgår fordelingen af de otte mest væsentlige materialer i byggeriet. Da

metal allerede i dag udsorteres til genanvendelse, forventes der ikke de store ændringer for dette materiale på baggrund af selektiv nedrivning. Dette underbygges af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020), der konkluderer, at der er et begrænset markedspotentiale for yderligere genbrug og genanvendelse, da markedet for jern og stål allerede er velfungerende. En overordnet kvalitativ vurdering af konsekvenserne af at indføre selektiv nedrivning er gennemgået nedenfor for de øvrige materialer (glas, mineraluld, gips og plast).

9.2.1 Glas

Affaldsmængder:

Ved glas i byggeaffald forstås hovedsagelig planglas fra vinduer, døre, tage, skillevægge m.v. uden miljøfarlige stoffer.

Glas er ikke indeholdt i Affaldsbekendtgørelsens (BEK nr. 2159 af 09/12/2020) liste over fraktioner fra bygge- og anlægsaffald, som er underlagt krav om sortering. Det skal bemærkes, at termoglas med PCB skal frasorteres og håndteres, jf. Vejledning om håndtering af PCB-holdige termoruder (Miljøstyrelsen, 2014b).

I byggesektoren fremkommer glasaffald fra spild ved nybyggeri, udskiftning af vinduer og ruder ved renovering (især energibesparende udskiftning af vinduer) og nedrivning. Af Statens Byggeforskningsinstitut, SBI (2003) fremgår størrelsesorden for fordeling af glasaffald i årene 1996-2000: Spild 25 %, udskiftning 68 % og nedrivning 7 %:

Af Miljøstyrelsens affaldsstatistik (Miljøstyrelsen, 2020) fremgår det, at der i 2019 blev udsorteret 31.000 tons glasaffald fra bygge- og anlægssektoren. Det vurderes, at en del glas ikke udsorteres, og de reelle mængder vurderes derved at være højere.

Behandlingsmuligheder:

Med henvisning til affaldshierarkiet kan glas fra bygge- og nedrivningsaffald behandles som vist i TABEL 7.

TABEL 7. Behandling af glasaffald opdelt i behandling, type af glas til behandling, og hvilke forudsætninger der er for anvendelsen af glasset.

Niveau	Type	Forudsætninger
Genbrug	Glas i døre, vinduer m.v. til genbrug. Genbrug af forskellige former for planglas, skillevægge, tagglas, drivhusglas.	Renset glas uden synlige skader. Mulig adskillelse af glas fra ramme/karm mm.
Genanvendelse	Knust glas genanvendes til glasuld. Knust glas fra byggeriet kan også genanvendes til produktion af nyt vinduesglas og emballageglas afhængig af kvalitet/klarheden.	Sorteret, rent knust glas. Der er store krav til renhed. Må ikke indeholde hærdet glas, lamineret glas, trådglass m.v.
Anden nyttiggørelse	Knust glas nyttiggøres i begrænset omfang som tilslag til beton og asfalt, som fyld i vejmaterialer, drænlag, filter, støjvolde m.v.	Nyttiggørelse af knust glas kræver miljøtilladelse jf. Miljøbeskyttelsesloven § 33.
Deponering	Glas blandet med materialer og andet affald, herunder lamineret glas mv.	

Selektiv nedrivning:

Ved selektiv nedrivning håndteres glas – ideelt set - som følger:

- Døre, vinduer, glasskillevægge m.v. udtages skånsomt til genbrug med intakte glaspartier
- Knust glas frasorteres i særskilt fraktion med henblik på genanvendelse.

Det vurderes, at genanvendelsespotentialet for planglas langt fra er udtømt, og at øgede krav til selektiv nedrivning vil bidrage væsentligt til øget genanvendelse af planglas. Der er i de senere år gjort en stor indsats for at genanvende glas til produktion af nyt glas ved en mere effektiv sortering og rengøring af glasaffaldet (Glass for Europe (2013) og UK Environment Agency (2008)). Større og renere mængder vil kunne udsorteres og indsamles med henblik på såvel genbrug af hele glaspartier som genanvendelse af knust glas. Det bemærkes dog også, at langt den største mængde af planglas kommer fra renoveringsprojekter og ikke totalnedrivninger.

Principielt er alt glas genanvendeligt, hvis det smeltes om. Da smelte- og produktionsanlæg i glasindustrien er meget følsomme over for alle typer urenheder, især sten, grus, jord, metaller m.v., forudsættes det, at glas til genanvendelse er helt rent. Derfor kan det være problematisk at komme af med bygningsglas til genanvendelse. I Danmark findes et mindre antal modtagere af bygningsglas til genanvendelse, fx ISOVER og Reiling. Nogle modtagere har egne behandlingsanlæg og renser bygningsglas til videre omsmeltning og genanvendelse hos danske og udenlandske industrier.

Med øget forbrug af glas i det nutidige byggeri, som senere vil vise sig i affaldsstrømmen, forventes stigende mængder af glasaffald fra byggeriet i fremtiden, hvilket gør relevansen og behovet for mere genbrug og genanvendelse af planglas større. Hermed øges også behovet for selektiv nedrivning og sortering af de mange forskellige typer af glas. Opmærksomheden henledes på mulig genanvendelse af dyre højteknologiske glasprodukter, fx sikringsglas med forskellige styrker, glas med særlige former og overfladebehandlinger, glas med integrerede installationer, sensorer m.v., som vanskeliggør genanvendelse i knust form.

9.2.2 Mineraluld

Affaldsmængder:

Mineraluld omfatter glasuld og stenuld, der anvendes til isolering. Isoleringen kan forekomme som bats eller granulater.

Stenuld er indeholdt i Affaldsbekendtgørelsens (BEK nr. 2159 af 09/12/2020) liste over fraktioner fra bygge- og anlægsaffald, som er underlagt krav om sortering.

I byggesektoren fremkommer mineraluld-affald fra nybyggeri, ombygninger, isoleringsarbejder og nedrivning.

En undersøgelse har estimeret at 34 % af stenuldsaffaldet genanvendes i ny stenuld, mens resten deponeres. Undersøgelsen viser også, at hvis der i stedet blev udsorteret 90 % stenuld til genanvendelse, så vil der være en årlig potentiel klimabesparelse på 230 tons CO₂ og en potentiel årlig samfundsøkonomisk gevinst på 4,5 mio. kr. (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020).

Af Miljøstyrelsens affaldsstatistik fra 2019 fremgår, at i 2019 blev der udsorteret 21.000 tons affald af isoleringsmaterialer fra bygge- og anlægssektoren (Miljøstyrelsen, 2020). Det bemærkes, at der under betegnelsen "isoleringsmaterialer" kan forekomme dels stenuld og glasuld, men også andre isoleringsprodukter som fx flamingo. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020) har vurderet, at et realistisk og konservativt estimat for det samlede årlige potentiale for genanvendelse af stenuldsaffald er 25.000 tons.

Behandlingsmuligheder:

Med henvisning til affaldshierarkiet kan mineraluld fra bygge- og nedrivningsaffald behandles som vist i nedenstående TABEL 8.

TABEL 8. Behandling af mineraluld opdelt i behandling, type af mineraluld til behandling, og hvilke forudsætninger der er for anvendelsen af mineraluldet

Niveau	Type	Forudsætninger
Genbrug	Bats og granulater (stenuld og glasuld) kan genbruges.	Bats og granulater skal være rene og funktionelle.
Genanvendelse	Stenuld kan omsmeltes og genanvendes til produktion af ny stenuld. Mineraluld kan omsmeltes og indgå i produktion af leca-sten.	Mineraluld skal håndteres som farligt affald, hvis man ikke kan dokumentere, at mineralulden er produceret efter 1997 (jf. Miljøstyrelsens skriv til landets kommuner af 12. juni 2014 om separat indsamling af stenuld med henblik på genanvendelse). Bemærk, at mineraluld godt kan genanvendes, selv om det er klassificeret som farligt affald.
Anden nyttiggørelse	Foreligger ikke i bredt omfang.	
Deponering	Mineraluld blandet med andre materialer eller mineraluld, der ikke kan dokumenteres, bliver ofte deponeret.	

Reference: Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020) og Miljøstyrelsen (2014a).

Selektiv nedrivning:

Ved selektiv nedrivning udtages mineraluld i videst muligt omfang under afklædningsfasen. Mineraluld i bygningslementer, hulmure m.v. frasorteres under nedrivning af råhus og adskillelse af elementer.

Mineraluld håndteres – ideelt set – som følger:

- Hele bats, rene for andre materialer, udtages skånsomt med henblik på genbrug. Granulat kan også genbruges, hvilket kræver udstyr til både opsamling og efterfølgende håndtering af granulatet
- Bats og granuleret, rent for andre materialer, opsamles med henblik på genanvendelse.

Det vurderes, at genanvendelsespotentialer for mineraluld langt fra er udtømt, og at øgede krav til selektiv nedrivning vil bidrage væsentligt til øget genanvendelse af mineraluld. Dette underbygges af undersøgelsen fra Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020).

En ressourcekortlægning i forbindelse med selektiv nedrivning kan hjælpe med at dokumentere, om mineralulden stammer fra før eller efter 1997, og kan ligeledes bruges til at beskrive om, der er tale om stenuld eller glasuld. Denne information vil – hvis den bibeholdes gennem værdikæden – øge behandlingsmulighederne og give mere genanvendelse. Ligeledes vil en ressourcekortlægning afdække, hvorvidt der er risiko for neddryk af asbest fra eksempelvis et asbestholdigt tag eller rørsamlinger. Forekomst af asbest vil betyde, at mineraluld skal deponeres som farligt affald.

Nogle nyere bygningslementer har integreret mineraluld med facadematerialerne (sandwichkonstruktioner). Opmærksomheden henledes på behov for særlige teknikker og redskaber til frasortering af mineraluld i integrerede bygningslementer/kompositelementer.

9.2.3 Gips

Affaldsmængder:

Gips i byggeriet omfatter gips i plader, der er anvendt som skillevægge, plademateriale til afdækning af vægge m.v. i byggeriet.

Gips er indeholdt i Affaldsbekendtgørelsens (BEK nr. 2159 af 09/12/2020) liste over fraktioner fra bygge- og anlægsaffald, som er underlagt krav om sortering.

I byggesektoren fremkommer gipsaffald som gipsbaserede byggematerialer ved nybyggeri, ombygninger og nedrivning.

Af Miljøstyrelsens affaldsstatistik fra 2019 (Miljøstyrelsen, 2020) fremgår, at der i 2019 blev ud-sorteret 74.000 tons affald fra gipsbaserede byggematerialer fra bygge- og anlægssektoren. Det skal bemærkes, at i affaldsstatistikens tabel 3.10 er gips opført som *Gipsbaserede byggematerialer forurenet med farlige stoffer*, hvilket er misvisende, da det må formodes, at størstedelen af den angivne mængde gips er stort set uden forurening.

I en undersøgelse fra 2012 (Miljøstyrelsen, 2012) blev det estimeret, at der årligt blev genereret omkring 54.000 tons gipsaffald inkl. gips forurenet med farligt affald i 2009, hvoraf 36.000 tons kom fra genbrugsstationer og 18.000 tons fra entreprenører mm. Undersøgelsen vurderede, at 17.000 tons på daværende tidspunkt indgik i produktion af nye gipsplader, 5.500 tons blev genanvendt i cementproduktion, 6.000 tons blev anvendt i kompost og 25.500 tons til afdækning i Tyskland. Det er dog ikke længere tilladt at anvende gipsaffald til afdækningsformål i Tyskland. Undersøgelsen vurderede, at mellem 86 og 93 % af gipsaffaldet består af ren gips, mens den øvrige del af affaldet består af karton, rester af tapet, maling, skruer, søm og rester fra andre bygningsdele (Miljøstyrelsen, 2012).

Behandlingsmuligheder:

Med henvisning til affaldshierarkiet kan gipsaffald fra gipsplader fra byggeriet behandles som vist i nedenstående TABEL 9.

TABEL 9. Behandling af gips opdelt i behandling, type af gips til behandling, og hvilke forudsætninger der er for anvendelsen af gipsen.

Niveau	Type	Forudsætninger
Genbrug	Rene, hele gipsplader kan genbruges.	Eventuelle malingrester kan indeholde skadelige stoffer, og bør derfor fjernes inden genbrug.
Genanvendelse	Gipsaffald kan knuses til gipspulver, der kan anvendes til: <ul style="list-style-type: none">- Produktion af nye gipsplader.- Cementproduktion.	Karton, tapet, søm, skruer og andre rester skal frasorteres.
Anden nyttiggørelse	Kompost.	Knust gips kan i henhold til restproduktbekendtgørelsen ikke anvendes som erstatning for primære råstoffer i bygge- og anlægsarbejder. En sådan anvendelse kræver en miljøgodkendelse.
Deponering	Gips blandet med andet affald deponeres.	

Reference: Miljøstyrelsen (2012).

Selektiv nedrivning:

Ved selektiv nedrivning udsorteres gipsholdige materialer i videst muligt omfang under afklædningsfasen. Gipsplader håndteres – ideelt set – som følger:

- Nedtagning af gipsplader til genbrug er en manuel og dermed tidskrævende proces. Der vil ofte være tapet og maling på gipspladerne, hvilket vanskeliggør genbrug
- Gips kan sendes til genanvendelse. Hele plader, der er frasorteret lægter, opsætningsskinner m.v. afleveres i container til opsamling af gips. Adskillelse af gips fra karton og andre urenheder sker efterfølgende på behandlingsanlægget.

Det vurderes, at genanvendelsespotentialer for gips er langt fra udtømt, og at øgede krav til selektiv nedrivning vil bidrage væsentligt til en øget udsortering og dermed øget genanvendelse af gips i nye gipsplader til byggeriet. Der findes dog ikke nyere analyser, der har afdækket mængder og flow af gipsaffald, og det vurderes, at genanvendelse af gips markedsomt har ændret sig en del siden 2009, hvor de seneste mængde-opgørelser og analyser er fra.

Det skal bemærkes, at genbrug af gipsplader findes endnu ikke praktiseret i større omfang på grund af tid til og besvær med afmontering, men denne mulighed vil antagelig være interessant i fremtiden. Genbrug af gipsplader kan øges på sigt ved at tænke muligheder for adskillelse ind i byggeriet, før det opføres.

9.2.4 Plast

Affaldsmængder og behandlingsmuligheder:

Plastaffald fra nedrivning af bygninger er et emne, der er sparsomt belyst, men som får stigende opmærksomhed.

Plastaffald fra nedrivninger stammer fra eksempelvis tagrender, membraner i tagkonstruktioner og gulve, nedløbsrør, fittings, isolering i form af EPS og kloakrør. Derudover kabelisolering og kabellister for elektronik. Det vurderes, at størstedelen af plastaffald fra en nedrivning vil udgøres af hård PVC, men det vurderes også, at det er en kompleks affaldsfraktion, som består af mange forskellige typer af plastmaterialer, som optimalt set skal behandles på forskellig vis.

I en undersøgelse fra 2019 (Miljøstyrelsen, 2019) blev det estimeret, at der bliver genereret 31.600 tons plastaffald i bygge- og anlægsbranchen, hvoraf kun 6.010 tons indsamles som plast. Undersøgelsen understreger også, at det er sparsomt med data om plast, og at det data, der findes, er usikkert.

Plastaffald i form af plastemballage er et emne, der pt. bliver diskuteret i branchen, men dette berører hovedsageligt plastemballage fra nye byggematerialer, der opstår, når disse anvendes i nye byggeprojekter. Fra en nedrivning kan der være plastemballage fra afdækninger, men det vides ikke i, hvor stort et omfang dette forekommer.

Ligeledes er behandlingsmuligheder for plastaffald fra byggeriet sparsomt afdækket, hvilket også skal ses i lyset af, at plastfraktionen består af mange forskellige plasttyper, der optimalt set skal behandles forskelligt. Der eksisterer eksempelvis en indsamlingsordning, WUPPI, som indsamler hård PVC fra byggeriet til genanvendelse.

Selektiv nedrivning

Det vurderes, at ved selektiv nedrivning vil der være mulighed for udtagning af større mængder ren plast til mulig genanvendelse i fremtiden. Størstedelen af plastaffald fra nedrivninger udsorteres ikke i dag, og der er forventeligt et potentiale, som dog bør undersøges nærmere. I fremtiden forventes det, at der vil blive indbygget større mængder af plast i bygninger, ligesom disse fraktioner vil være forskellige. Der bør derfor også tænkes i løsninger, der håndterer plastaffald fra fremtidens nedrivninger.

10. Referencer

Berthelsen, Niels Haldor (2021): Personlig kommunikation via telefon med SBI/Aalborg Universitet d 14. september 2021.

Bolius (2021): Renovering eller nedrivning – hvordan træffer du det bedste valg.

Bygherreforeningen og Grundejernes Investeringsfond (2011): Hvidbog om Bygningsrenovering. Et overblik over den eksisterende viden og de væsentligste studier af renoveringseffekter. Mikkel Havelund, Advice A/S.

Danmarks Statistik (2019): Dansk Byggeris Konjunkturanalyse oktober 2019.

Dansk Byggeri (2019): Konjunkturanalyse, oktober 2019.

EU Kommissionen (2018): Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521>

EU (2018): Europa-parlamentet og rådets direktiv (EU) 2018/851 af 30. maj 2018 om ændring af direktiv 2008/98/EF om affald.

Glass for Europe (2013): Recycling of end-of-life glass.

Finansministeriet (2017): Vejledning i samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.

Kingo Karlsen A/S (2020): Referenceblad. Renovering af Korsløggen i Odense.

Klimarådet (2020): Klimarådet: Afgifter på CO2 behøver hverken koste jobs eller en stor regning til de fattigste.

Kristensen, Richard (2021): Personlig kommunikation via e-mail med Kingo Karlsen A/S. September 2021.

Liljegreen, Curt (2021): Personlig kommunikation via telefon med Boligøkonomisk Videnscenter, 7 september 2021.

Miljø- og Fødevarerministeriet og Erhvervsministeriet (2018): Regeringen. Strategi for cirkulær økonomi. Mere værdi og bedre miljø gennem design, forbrug og genanvendelse. September 2018.

Miljøstyrelsen (1990): Prognose for bygge- og anlægsaffald – Hovedrapport, PROBA-undersøgelse med kortlægning og prognose 1990-2015, DEMEX A/S, Axel Nielsen Rådgivende Ingeniører A/S, COWI, Miljø Samarbejdet i Århus. Miljøprojekt nr. 150.

Miljøstyrelsen (1991): Demonstrationsprojekt selektiv nedrivning. Miljøprojekt nr. 177.

Miljøstyrelsen (2012): Livscyklusvurdering og samfundsøkonomisk vurdering af forskellige alternativer til håndtering og behandling af gipsaffald. Miljøprojekt nr. 1410.

Miljøstyrelsen (2014a): Skriv til landets kommuner af 12. juni 2014 om separat indsamling af stenuld med henblik på genanvendelse.

Miljøstyrelsen (2014b): Vejledning om håndtering af PCB-holdige termoruder, Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 2014.

Miljøstyrelsen (2017): Projekt om selektiv nedrivning. Miljøprojekt nr. 1962.

Miljøstyrelsen (2018): Ressourcekortlægning af bygninger. Miljøprojekt nr. 2006.

Miljøstyrelsen (2019): Analyse af nationale plaststrømme i landbrug, hotel- og restaurationsbranchen og bygge- og anlægsbranchen. Miljøprojekt nr. 2084.

Miljøstyrelsen (2020): Affaldsstatistik, 2019. Miljøprojekt nr. 2152.

Nielsen, René Friis (2021): Personlig kommunikation via telefon september 2021.

Rambøll (2020): Analyse af CO₂-udledning og totaløkonomi i renovering og nybyg. Partnerskab for renovering på dagsordenen.

Simonsen, Graves (2021): Personlig kommunikation via telefon med Bygherreforeningen september 2021.

Statens Byggeforskningsinstitut, SBI (1991): SBI anvisning nr 171. Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner. Teknik. Miljø. Genanvendelse. SBI-Anvisning 171, Erik K. Lauritzen, DEMEX A/S og Jens Bjørn Jacobsen, COWI. 1991.

Statens Byggeforskningsinstitut, SBI (2003): By og Byg Dokumentation 046, Miljøvurdering af vinduer.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020): Cirkulær økonomi i byggeriet. Analyse af potentialet ved øget genbrug og genanvendelse af byggeaffald. Rambøll 2020.

UK Environment Agency (2008): WRAP Quality Protocol Flat Glass.

Henvisning til delprojekter i projekt om selektiv nedrivning i byggebranchen:

Miljøprojekt nr. 2184, Nedrivningsplan

Miljøprojekt nr. 2185, Livscyklusvurdering (LCA) af konsekvenser ved selektiv nedrivning

Miljøprojekt nr. 2186, Samfundsøkonomisk konsekvensanalyse

Miljøprojekt nr. 2187, Uddannelse og ordninger

