

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                       |                            |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|
| <b>Institut(ter):</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Aktivitetsplan (titel):</b><br><b>Bygninger som ressourcebank</b>                  | <b>Aktivitetsplan nr.:</b> |            |
| <b>Teknologisk Institut</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Idéforslags titel på bedreinnovation.dk:</b><br><b>Bygninger som ressourcebank</b> | <b>E3</b>                  | <b>FoU</b> |
| <b>1) Manchettekst (kort resumé)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                       |                            |            |
| Danmarks nuværende råstofindvinding rækker kun til de næste 43 år. Derfor skal den ressourcebank som den eksisterende bygningsmasse udgør, bringes i spil gennem forhøjet kvalitet i nedrivning og renovering. Her vil Teknologisk Institut vise vejen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                       |                            |            |
| <b>2) Aktiviteten kort (resumé)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |                            |            |
| <p>Den nuværende indvinding af råstoffer i Danmark rækker til maksimalt 43 år, så det er nødvendigt at øge genanvendelsespotentialet for ressourcer fra byggeriet, så de kan bruges igen. Vores eksisterende bygningsmasse skal derfor betragtes som en ressourcebank med værdifulde materialer, og når bygningsdele rives ned – enten ved renovering eller total nedrivning – bliver nedrivningsprocessen et produktionssted for en stor mængde genanvendelige materialer. Der bliver nedrevet 2,4 mio. m<sup>2</sup> bygningsareal om året, og det skønnes, at 80% af byggeaffald kommer fra renovering udført af SMV'er.</p> <p>Kernen i aktivitetsplanen er nedrivnings/renoveringsfasen i byggeriet, hvor bygningsmaterialer tages ned, da det er her, der er størst mulighed for at påvirke og dokumentere kvaliteten i materialerne, og dermed fjerne nogle af de centrale barrierer på området. I dette led i den cirkulære værdikæde i byggeriet kan fundamentet for sporbarhed og kvalitet af materialet skabes, så der efterfølgende kan bygges forsvarligt med genanvendte materialer i høj kvalitet. Det er ofte omkostningstungt at genanvende og genbruge<sup>1</sup> byggematerialer, og aktivitetsplanen vil derfor have fokus på at frembringe løsninger på baggrund af viden og teknologiudvikling, der kan forbedre businesscasen for dette.</p> <p>Målgruppen er entreprenører, affaldsmottagere og -behandlere, arkitekter og ingeniører, materialeproducenter, bygherrer og nye start-up virksomheder på bygge- og nedrivningsområdet. Det forretningsmæssige potentiale udgøres af forbedrede nedrivningsprocesser (forundersøgelser, miljøsanering<sup>2</sup> og nedtagning) og anvendelse af højkvalitets genanvendte materialer fra byggeriet.</p> <p>For at imødekomme målgruppens behov vil Teknologisk Institut (TI) udvikle serviceydelser inden for prøvetagnings og miljøsanerings-teknologier, dokumentation af miljømæssig og teknisk kvalitet af nedrevet materiale samt uddannelse i nært samarbejde med bygge- og nedrivningsbranchen.</p> <p>Planens 6 hovedaktiviteter er: 1) Dokumentation af miljøkrav via prøvetagning og miljøsaneringsteknologi, 2) Metoder til nedtagning, 3) Dokumentation af tekniske krav, 4) Uddannelse, 5) Markedskrav og 6) Formidling og inddragelse. Bygge og nedrivningsbranchen inddrages i aktivitetsplanen blandt andet via en følgegruppe og resultater formidles via mundtlige, skriftlige og digitale kanaler, så de når ud til en bred kreds af aktører.</p> <p>Aktiviteterne bygger videre på eksisterende aktivitetsplaner, hvor der er opbygget et stort erfaringsgrundlag fra den øvrige del af værdikæden, dvs. upstream og downstream i forhold til nedrivningsprocessen. Aktivitetsplanen vil inddrage og bygge videre på erfaringer om fx materialekvalitet,</p> |                                                                                       |                            |            |

<sup>1</sup> Genbrug er, når byggemateriale tages direkte ud af bygningen og bruges igen i en ny bygning, Genanvendelse er, når et byggemateriale forarbejdes og indgår i produktionen til et nyt byggemateriale, der kan bruges igen. Aktivitetsplanen omhandler begge anvendelser, men i resten af teksten er ordet "genanvendelse" anvendt for at lette læsbarheden.

<sup>2</sup> Miljøsanering er afrensning af skadelige stoffer, fx PCB, inden bygningen rives ned.

bygningspas, materialepas og genanvendelsespotentiale.

### 3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentiale

**Erhvervsmæssigt og samfundsmæssigt rationale:** Der bliver nedrevet 2,4 mio. m<sup>2</sup> bygningsareal om året<sup>3</sup>, og det er nødvendigt at øge genanvendelsespotentialet for disse ressourcer, da den nuværende indvinding af råstoffer i Danmark rækker til maksimalt 43 år (i Region Hovedstaden rækker indvindingen kun til 14 år)<sup>4</sup>. Bygge og anlægsaffald udgør 4.2 mio. tons i Danmark om året (1/3 af alt affald)<sup>5</sup>, og størstedelen (> 95%)<sup>6</sup> kommer fra nedrivning og renovering. Dansk Byggeri har skønnet, at 80% af alt byggeaffald kommer fra renovering udført af SMV'er<sup>7</sup>. Nedrivning/renovering af bygninger er omfattet af både bygge- og affaldslovgivning, som er komplekse regelsæt, som ikke giver konkrete anvisninger på problemstillinger om miljømæssig og teknisk kvalitet, når materialerne bruges igen. Bygningsmassen består af mange typer bygninger, der er opført i forskellige materialer, hvoraf nogle af dem indeholder skadelige stoffer. Det er ofte omkostningstungt at genanvende, da det fx er dyrt at rense en bygning for skadelige stoffer og skille den ad, så de enkelte dele kan genanvendes. Derudover er det en udfordring at samle materialer fra de mange nedrivninger og renoveringer og få forsyningssikkerhed samtidig med at kvaliteten sikres. Denne aktivitetsplan vil netop sigte efter at frembringe løsninger og viden, der kan gøre genanvendelse mere rentabelt, samtidig med at kvaliteten i byggeriet sikres, hvilket kræver innovation i nedrivningsaktiviteterne. Derudover er der behov for ordninger i branchen, som fx uddannelse og certificering, som kan give fælles definitioner for, hvornår en nedrivning/renovering udføres korrekt.

**Målgruppe og efterspørgsel:** Målgruppen for de nye serviceydelser, er virksomheder der deltager i værdikæden omkring planlægning og udførelse af nedrivninger og renoveringer.

*Den primære målgruppe er:*

Entreprenører:

- Anslået 40-50 nedrivningsvirksomheder og 20-30 specialiserede miljøsaneringsfirmaer (store og SMV'er). Dertil over 100 mindre virksomheder, som udfører nedrivnings- og renoveringsopgaver (SMV). Desuden er der entreprenørvirksomheder, der bygger op.
- Entreprenører har behov at optimere processer som fx miljøsanering og nedtagning, så der kan skabes en bedre buisnes case for genanvendelse, samt ordninger, der gør konkurrencevilkår for nedrivninger/renoveringer gennemsigtige.
- Det forventes, at 40-50 entreprenører vil efterspørge ydelserne inden for 5 år.

Affaldsmottagere og behandlere:

- Anslået 100-200 (store og SMV'er).
- Affaldsmottagere har behov for at dokumentere kvalitet og oprindelse af det affald, de modtager og afsætter.
- Det forventes, at 20-30 affaldsmottagere og behandlere vil efterspørge ydelserne inden for 5 år.

Arkitekter og ingeniører:

- Anslået 1000.
- Ingeniører har behov for at dokumentere kompetencer inden for miljø og ressourcekortlægning. Arkitekter har behov for overblik over forsyningen af genanvendte materialer. Begge parter har behov for viden og fælle retningslinjer for, hvilke krav, der stilles til nedrivningsproces og materialer.
- Det forventes, at 40-50 arkitekter og ingeniører vil efterspørge ydelserne inden for 5 år.

Materialeproducenter:

- Anslået 100-200 (store og SMV'er).

<sup>3</sup> Danmark Statistik, 2018. Bygningsopgørelse 1. jan 2018 (data om samlet bygningsareal) samt Miljøstyrelsen, 2016: Samfundsøkonomisk analyse af genbrug af mursten (data om nedrivningsrate).

<sup>4</sup> Danske Regioner, 2017: Råstoffer. Er der behov for en national strategi? (side 26)

<sup>5</sup> Miljøstyrelsen, 2017: Affaldsstatistik, 2015

<sup>6</sup> Miljøstyrelsen, 2017: Affaldsforebyggelse i byggeriet

<sup>7</sup> Artikel i Bygtek, 2017. SMV mangler værktøjer til cirkulær økonomi.

- Materialeproducenterne har behov for at kunne garantere kvalitet i de produkter, der fremstilles af materiale fra nedrivninger/renoveringer. Nye anvendelser af materialer vil udvide deres forretning.
- Det forventes, at 30-40 vil efterspørge ydelserne inden for 5 år.

Den sekundære målgruppe er professionelle bygherrer:

- Anslået 500.
- Det forventes, at bygherren vil stille flere krav i udbud om genanvendelse, som påvirker andre aktørers efterspørgsel af ydelserne.
- Det forventes at 60-70 bygherrer vil efterspørge ydelserne inden for 5 år.

Andre sekundære målgrupper er kommunernes miljøtilsynsindsats, der kan bruge den viden, der genereres til at dokumentere om en nedrivning/renovering er udført korrekt, samt byggecentre, der kan bruge den genererede viden til rådgive særligt mindre entreprenører om genbrugsvarer.

En ny målgruppe på markedet er start-up virksomheder, der kan lave nye forretninger på baggrund af ydelserne, eksempelvis aktører, der laver markedsportaler for match-making af genbrugsvarer.

**Analyse af målgruppen:** I analysen 'Fremtidens teknologier i danske virksomheder' har TI i foråret 2018 interviewet 359 virksomheder om cirkulær økonomi i byggeriet<sup>8</sup>. Analysen er repræsentativ for danske virksomheder i bygge- og anlægsbranchen med 15-1.000 ansatte. Analysen viser, at hver anden virksomhed i bygge- og anlægsbranchen er parat til cirkulær økonomi, og hver 5. bygge- og anlægsvirksomhed forventer at bruge mere end 50% genanvendte materialer inden for 4-5 år. Hver 4. virksomhed peger på, at de i høj grad har brug for dokumentation, især arkitekter og rådgivende ingeniører. Hver 5. virksomhed mener, det er for dyrt at bruge genanvendte materialer, ligesom der er barrierer i forhold til at vælge og forstå den rigtige teknologi, og i nogle tilfælde findes den rigtige teknologiske løsning ikke endnu. Analysen "Bygherrers rolle i den cirkulære økonomi" (Udført af TI hvor 62 bygherrer er interviewet) viser, at 43% af de adspurgte bygherrer ikke stiller krav om genanvendte byggematerialer og peger på kvalitet som årsagen. Der er derfor et stort potentiale for at påvirke bygherrer til at stille krav om genanvendte materialer, hvis kvaliteten kan dokumenteres.

På Bedre Innovation har 53 aktører fra bygge- og nedrivningsbranchen (bl.a. arkitekter, rådgivere, entreprenører, affaldsmodtagere, producenter, bygherrer, kommuner, brancheforeninger og uddannelsesinstitutioner) givet deres støtte til aktivitetsplanen og dets fokus på nedrivningsprocessen.

"Nedrivninger af høj kvalitet udgør en helt central aktivitet i etablering af et cirkulært kredsløb for byggematerialer", skriver Affalds- og ressourceindustrien. Hildebrandt & Brandt skriver at "Der mangler konkret mere viden og flere gode eksempler i branchen på, hvordan "nedrivning" i stedet kan blive til "adskillelse"", mens Klimasekretariatet i Århus skriver at manglende viden indenfor miljøsanering og nedtagningsteknologier let kan blive en barriere. Den økonomiske barriere bliver også nævnt: "Vi støtter projektet og dets fokus på at udvikle nedtagningsteknologier, som kan medvirke til at reducere omkostningerne til miljøsanering, nedtagning og adskillelse, og bidrage til at skabe en "buisness case" for genanvendelse af byggeaffald", skriver Enemærke & Petersen. Kommentarerne indeholder opbakning til aktiviteterne og ønsker om gennemskuelighed på området. "Ved at lave tiltag som dem der beskrives i dette projektforslag vil der kunne ske store forbedringer på området og ikke mindst ensretning i branchen – Det fortjener alle", skriver DGE Miljø og Ingeniørfirma. Mere end 20 aktører nævner, at det er vigtig med fokus på dokumentation og kvalitet, mens over 10 aktører nævner kompetencer, uddannelse eller certificering som vigtige områder. Mange aktører nævner forsyningssikkerhed, som et vigtigt fokus og 5 aktører foreslår at aktivitetsplanen beskæftiger sig med grundlaget for et katalog/database, som kan øge tilgængeligheden af materialer.

**Nationale strategier og internationale målsætninger** som aktivitetsplanen hænger sammen med: Regeringens ressourcestrategier<sup>8</sup>, der indeholder initiativer om selektiv nedrivning. Regeringens Advisory Board for cirkulær økonomis anbefalinger om selektiv nedrivning<sup>9</sup>, som bl.a. omfatter uddannelse og certificering. EU kommissionens frivillige overordnede principper for nedrivninger<sup>10</sup>. FORSK2025<sup>11</sup>, som

<sup>8</sup> Danmark Uden Affald I og II samt PCB handlingsplan. Initiativer om selektiv nedrivning.

<sup>9</sup> Advisory Board for Cirkulær Økonomi, 2017. Anbefalinger til regeringen.

<sup>10</sup> European Commission, 2016. EU Construction & Demolition Waste Management Protocol

<sup>11</sup> Styrelsen for Forskning og Uddannelse, 2017: FORSK2025 – Fremtidens løfterige forskningsområder. Afsnit om Fremtidens bygninger, fysiske infrastruktur og byer samt cirkulær økonomi og miljøteknologi.

bl.a. har fokus på miljøteknologi, som en løsning. FNs verdensmål nr. 12.2, 12.4 og 12.5 om bæredygtig udnyttelse af ressourcer, miljømæssig forsvarlig håndtering af affald og reduktion af affaldsmængden.

#### 4) Vidensspredning og inddragelse

**Planlagt inddragelse:** Følgende typer aktører planlægges inddraget via deltagelse i følgegruppe, virksomhedsbesøg, temadage/workshops: Nedrivningsvirksomheder, affaldsmottagere, rådgivningsvirksomheder, arkitekter, entreprenører, bygherrer, producenter, brancheorganisationer, myndigheder, vidensinstitutioner, erhvervsuddannelser og universiteter. Inddragelsen udføres for at få afdækket relevante erfaringer, forankret løsninger og formidlet resultater.

**Planlagt formidling:** Vidensspredning sker ved mundtlige oplæg, skriftlige indlæg, digitale kanaler, fx sociale medier, besøg på virksomheder eller afholdelse af temadage eller lignende. Disse forskellige formidlingskanaler bliver tilpasset de forskellige dele af målgruppen, fx kan det give stor værdi at besøge entreprenørerne på nedrivningspladserne, mens formidling til fx bygherrer, rådgivere og arkitekter kan ske via oplæg i relevante branchefora.

**Følgegruppe:** Der etableres en følgegruppe med deltagere fra målgruppen og evt. andre interessenter. Alle aktører, der har skrevet på Bedre Innovation inviteres, ligesom andre aktører inviteres med en åben invitation. Der vil blive afholdt 3-6 møder i følgegruppen i alt. For at forstærke relevansen for målgruppen vil der etableres mindre sparringsgrupper, hvor en tættere dialog med nøgleaktører udføres.

**Målgruppe, der får del i viden:** Det forventes, at 200-400 aktører fra både primær og sekundær målgruppe vil få viden om aktivitetsplanens resultater via oplæg, følgegruppe, artikler og temadage.

**Uddannelsessamarbejde:** Samarbejde med uddannelsesinstitutioner og universiteter er en vigtig del af formidlingen, især for aktivitet 1, 2 og 3. Der planlægges gæsteundervisning og/eller kvalificering af studerendes opgaver, fx via et praktikophold på TI.

**Indlæg og artikler:** Der laves i alt 4-8 artikler til formidling i relevante fagmedier som fx Bygtek og Dagens Byggeri, som når ud til en stor del af byggebranchen eller videnskabelige artikler, konferencepapers eller trykte publikationer som fx HVAC.

**Samarbejde med eksisterende initiativer, ordninger og aktører:** Aktivitetsplanen vil fortsætte nuværende samarbejde med eksisterende ordninger, som fx Innovationsnetværket for Bæredygtigt Byggeri (InnoBYG) og Videncenter for Håndtering og Genanvendelse af Byggeaffald (VHGB). VHGB arbejder med oplysning om lovgivning og TI er centerleder. Derudover vil TI bidrage med viden til relevante netværk, fx Netværk for nedrivninger, Miljøforum Fyn, Foreningen for Byggeriets Samfundsansvar, Netværk for bæredygtig erhvervsudvikling i Norddanmark og Dakofa. Desuden fortsættes samarbejde med eksisterende projekter om udnyttelse af byggeaffald for at sikre synergi, fx Circularity City, Bedre Brug af Byggeaffald, Trust-konsortiet og Cirkulær forretning hos nedrivningsbranchen. Evt. samarbejde med det nye innovationsnetværk, Smart Urbanisering, vil blive afdækket.

#### 5) Konkrete aktiviteter

**Indsats:** De nye teknologiske serviceydelser og kompetencer udvikles gennem følgende aktiviteter:

1. *Dokumentation af miljøkrav: Miljøsaneringsteknologi og prøvetagning:*
  - a. Der udarbejdes paradigmer for prøvetagning af skadelige stoffer, som kan bruges til at sikre repræsentativitet i miljøkortlægningen af bygninger og/eller i byggeaffald.
  - b. Det undersøges om prøvetagningen kan optimeres ved fx hurtige on-site teknikker.
  - c. Miljøsaneringsteknologier (fx vægfraser, termisk oprensning, optimering af filtre) beskrives ift. udvikling (fx performance, udseende, brug, dokumentation).
  - d. Der udvikles parametre, der beskriver miljøsanering, som skal føre til, at der kan foretages lettere valg mellem saneringsmetoder.

2. *Metoder til nedtagning:*

- a. Planlægning af nedrivninger undersøges og beskrives med fokus på at bevare materialerne, så de efterfølgende kan bruges igen, fx byggepladsdrift, nedtagning og sortering af de nedrevne materialer som en metode til at bevare kvaliteten i ressourcerne. Adskillelse og sortering er en forudsætning for at få rene materialer ud af byggeriet.

3. *Dokumentation af tekniske krav:*

- a. Der laves paradigmer for besigtigelser af bygninger til at fastlægge den tekniske materialekvalitet inden bygningen rives ned, fx inddeling af beton i forskellige materialekvaliteter eller afdækning af angreb af svampe/insekter på træ.
- b. Der arbejdes med udvikling af nye produkter med udgangspunkt i eksisterende materiale i bygningsmassen, herunder processtyring, dokumentation og prøvningsmetoder. Nye typer anvendelse kan fx være nye typer pladeprodukter, udvinding af silicium og sandfraktioner, der kan oparbejdes til nye typer murværk.
- c. Bygningskomponenter, der kan bruges igen, udpeges og undersøges med det mål at kunne lave en metodebeskrivelse af fx betonbjælker.

4. *Uddannelse:*

- a. Der laves et uddannelsesstilbud, som udbreder kompetencer til branchen (fx miljø og ressourcekortlæggere, prøvetagere eller koordinatore). Der vil blive lavet overvejelser om hvorvidt en uddannelse kan kombineres med en personcertificering.

5. *Markedskrav:*

- a. Der laves beskrivelser af den tekniske og miljømæssige kvalitet af genanvendte materialer med det mål at etablere End Of Waste kriterier for udvalgte materialestrømme.
- b. Disse databeskrivelser har også det formål at sikre at platforme til køb og salg af genanvendelige materialer, ved hvilke informationer der skal være tilgængelige.
- c. I aktiviteten sikres det, at der er sammenhæng med andre initiativer som der diskuteres i branchen, fx byggevarerklarer, materialepas og bygningspas.

6. *Formidling og inddragelse.* Målgruppen involveres løbende i aktiviteterne for at afstemme behov for de løsninger, der udvikles. Se også under aktivitetsplanens afsnit 4.

**Barrierer, uvished og risici:** Byggebranchen er en konservativ branche og teknologiudvikling foregår ofte som praktiske justeringer af eksisterende teknologi på stedet. Der er risiko for, at aktørerne ikke kan se relevansen, og gør som de plejer. Men hvis genanvendelse skal blive rentabelt, skal der innovative løsninger til, skriver Søndergaard nedrivning på Bedre Innovation, hvilket er et godt eksempel på, at mange i branchen er åbne over for at gøre tingene anderledes, og det er vigtigt at inddrage disse firstmovers. Der er desuden risici for at løsningerne retter sig mod store nedrivninger, da det er her, der er størst økonomisk råderum, og at der ikke findes løsninger for de mindre nedrivninger og renoveringer. Det understreges af fx DMogE (Danske Maskinstationer og Entreprenører) og Dansk Byggeri, der på Bedre Innovation skriver om vigtigheden af dette. Dette løses ved at inddrage aktører, der arbejder med mindre nedrivninger og renoveringer. En barriere for at udvikle ydelser og aktiviteter er, at de er afhængige af hinanden, fx vil en udvikling af en speciel nedtagningsmetode kun være relevant, hvis byggematerialerne kan dokumenteres ift. miljø og tekniske egenskaber, og hvis der er en relevant aftager. Omvendt vil der ikke være en relevant aftager, hvis materialerne ikke kan tages ned i høj kvalitet. Denne problemstilling imødekommes ved at arbejde kontinuert med alle aktiviteter, og ved at se på tværs af aktiviteter. En anden barriere er lovgivning, hvilket nævnes af 5 aktører på Bedre Innovation. Det fremgår, at en del aktører ikke følger lovgivningen, da dette kan være forbundet med høje omkostninger. Derfor skal aktiviteterne handle om, hvordan omkostninger til fx miljøsanering kan reduceres uden at gå på kompromis med kvalitet.

**Erfaringer fra andre projekter:** Aktiviteterne bygger videre på eksisterende aktivitetsplaner i instituttets Resultatkontrakt 2016-2018. ”G1 Cirkulær ressourceøkonomi”, har handlet om oparbejdning af byggeaffald, dvs. downstream nedrivningsprocessen, mens ”E4 Affaldsforebyggelse inden for byggeri” har arbejdet med løsninger ift. at forebygge affald, dvs. upstream nedrivningsprocessen. ”E6 Ressource-effektive anlægskonstruktioner” omhandler udnyttelse af ressourcer fra anlæg. Der er således et stort erfaringsgrundlag fra den øvrige del af værdikæden og aktivitetsplanen vil inddrage og bygge videre på erfaringer om fx materialekvalitet, bygningspas, materialepas og genanvendelsespotentiale. Andre vigtige erfaringer inddrages: TI har lavet lovende indledende forsøg med at målrette termisk oprensning til enkelte bygningsdele med elpaneler og mikrobølger. Dette har potentiale til at erstatte sandblæsning, hvor der manuelt blæses sand på malede overflader, hvilket er dyrt, giver et dårligt arbejdsmiljø og en stor mængde forurenede sand. I et nyt projekt omkring nedtagning af mursten til genbrug med forbedret sorteringsgrab lykkedes det ikke at reducere den nuværende spildprocent på 50 % (miljøprojekt nr. 2012, 2018), og projektet peger på, at der fortsat er et udviklingsbehov for teknologi til nedtagning. I Advisory Boards anbefalinger til selektiv nedrivning er anbefalet udvikling af on-site teknologier til screening/detektion af farlige stoffer og brug af nedrivningsplaner. I Miljøprojekt nr. 2006, 2018 om ressourcekortlægning udført af TI, tilkendegav følgegruppen, at der er behov for at ressourcekortlægning følges op af et teknisk tilsyn. En miljø- og ressourcekoordinator har været ønsket og foreslået af dele af branchen, og der har gennem længere tid i branchen været tale om certificering/ godkendelse af nedrivningsvirksomheder (Miljøprojekt nr. 1962, 2017). Desuden eksisterer erfaringer med ordninger for nedrivningsvirksomheder i Dansk Byggeri og DMogE, som også inddrages i aktivitetsplanen.

## 6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

**Ydelser:** De nye teknologiske serviceydelser eller kompetencer er:

1. Rådgivning om kvalitetsvurdering af genanvendte materialer og nedrivningsproces, herunder også optimeret prøvetagning. Nyhedsværdien er, at ydelsen forbedrer redskaber til at optimere kvaliteten i nedrivningen/renoveringen, og at ydelsen støtter etablering af et marked for genanvendte materialer, fx via kataloger og databaser. Ydelsen har fokus på metoder, der kan understøtte det private marked for genanvendelse.
2. Rådgivning om teknologiudvikling af prøvetagnings- og saneringsteknologier. Nyhedsværdien er, at ydelsen udvikler et grundlag for både udvikling og valg af metoder med det formål at få en bedre business case på at bruge materialerne igen i byggeriet. Ydelsen har fokus på teknologier, der kan understøtte det private marked for genanvendelse.
3. Udvikling med udgangspunkt i det affald der kommer fra nedrivninger og renoveringer. Nyhedsværdien er, at ydelsen forbedrer anvendelsen af genanvendte materialer, så det genanvendte materiale er med til at definere det nye byggeri.
4. Dokumentation af teknisk kvalitet i bygninger før nedrivning. Nyhedsværdien er, at der udvikles dokumentation af teknisk kvalitet før nedrivning, hvilket kan sænke udgifterne til efterfølgende prøvning.
5. Dokumentation af egenskaber af komponentdele i bygninger til direkte genbrug. Nyhedsværdien er at der udvikles dokumentation for komponentdele.
6. Uddannelse af miljø- og ressourcekortlæggere (koordinatorer). Den vil sikre at de nødvendige kvalifikationer er tilstede når en nedrivning/renovering udføres (før, under og efter udførelse). En sådan uddannelse eksisterer ikke.

**Markedet:** Det kræver teknologiudvikling at reducere omkostninger til miljøsanering og adskillelse, samtidig med at materialerne bliver dokumenteret. Det er vanskeligt for enkelte aktører at komme frem til løsninger alene, da det kræver stor viden og investeringer. Branchen har efterspurgt uddannelse og certificeringsmuligheder, og der mangler fortsat løsninger. Det private rådgivningsmarked vil i høj grad frembringe løsninger, der er hængt op på et stort tidspres og lille økonomiske råderum, og som afspejler bygherrerens umiddelbare behov. Det er derfor en GTS-opgave at frembringe den fornødne viden til at løse de langsigtede problemstillinger med at udnytte ressourcebanken i eksisterende bygninger. Da TI besidder specialkompetencer samt et indgående kendskab til branchen, dens aktører og lovgivningen på bygge- og affaldsområdet, kan TI videreudvikle de relevante tekniske løsninger samt opkvalificere branchen. TI har allerede en stærk markedsposition i byggebranchen inden for genanvendelse af byggeaffald og cirkulær ressourceøkonomi med mulighed for at lave test og prøvninger i laboratorier. Der er ikke andre aktører, der har samme tilbud. TI vil gennem denne aktivitetsplan forstærke sin position ved at tilbyde ydelser, som kan bruges til at dokumentere at nedrivninger/renoveringer er udført korrekt. Det kan ikke forventes, at det udenlandske marked frembringer løsninger inden for aktivitetsplanen, da det vurderes at vidensniveauet, der frembringes, vil ligge højt ift. international forskning. Det skyldes, at andre lande ikke har samme fokus på miljøsanering og nedtagning til genbrug. Dette bekræftes af Archiland på Bedre Innovation, der skriver, at der er potentiale for eksport af know-how, teknologier og rådgivning til udlandet.

**Tidshorisont:** Alle ydelserne udbydes kommercielt efter aktivitetsplanen er gennemført. TI anslår, at det vil tage 5-10 år at realisere det fulde samfunds- og markedspotentiale. Ydelserne omkring uddannelse vil generere efterspørgsel inden for 1-4 år. TI er allerede i dialog med aktører fra branchen om uddannelse af en miljø- og ressourcekoordinator. Ydelserne omkring dokumentation og kvalitetsvurdering vil generere efterspørgsel inden for 1-4 år, men det fulde udbytte opnås inden for 4-8 år, da det forventes at teknologiudviklingen påvirker dokumentationsniveauet. Ydelserne omkring teknologi- og materialeudvikling vil skabe efterspørgsel på længere sigt (3-10 år), da der fortsat vil være behov for udvikling, tilpasning og afprøvning af teknologier efter aktivitetsplanens udløb.

## 7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

**Samarbejder med universiteter:** Aktivitetsplanen vil blive udført i et samarbejde med aktører fra innovationsfremmesystemet. Der indhentes viden fra universiteter i Danmark som fx DTU, SBI, Århus universitet, KADK, som alle besidder tekniske og arkitektoniske kompetencer som kan anvendes til at udvikle aktiviteterne. Det undersøges om det er muligt at lave fælles FoU projekter eller fælles publikationer. TI vil fortsætte og udbygge samarbejde med SBI, fx har SBIs viden om miljøvurdering og værktøjer som LCA- og LCCbyg som kan støtte beslutningsgange i forbindelse med nedtagning af bygninger. SBI udtrykker ønske om samarbejde om dette emne på Bedre Innovation. TI vil fortsætte samarbejdet med DTU-byg om genanvendelse af beton, fx ved at inddrage studerende, mens et samarbejde med DTU-miljø fx kan have fokus på metoder til prøvetagning af affald. Der vil også blive samarbejdet med udenlandske universiteter, fx TU Wien om brug af satellitbilleder, University of architecture, civil engineering and geodesy i Bulgarien om principper for brug af byggeaffald.

**Medfinansiering:** TI søger EU-finansierede projekter, som ligger inden for dette emne, og aktivitetsplanen kan derved medfinansiere disse, såfremt projekterne bevilliges.

**Videnhjemtagning fra udlandet:** Der hjemtages viden fra udlandet, fx via konferencer/møder hos European Demolition Association, hvor store dele af nedrivningsindustrien i Europa deltager. Der hjemtages viden om teknologier til afrensning af overflader på atomkraftværk fra IAEA, da principper i disse teknologier kan overføres på miljøsanering. Samarbejde med udenlandske videns institutioner som fx IVL (Sverige) om fx etablering af systemer til registrering af data og VTT (Finland) om fx nedrivningsprocedurer fortsættes. Der hjemtages viden fra relevante EU-projekter, fx BAMB og HISER

under Horizon2020, som omhandler registrering af data om bygninger og brug af BIM til nedrivninger.

**Samarbejde med myndigheder og offentlige aftagerorganisationer:** Resultaterne fra aktivitetsplanen vil blive formidlet til myndigheder og offentlige aftagerorganisationer, fx kommuner som er centrale ift. at implementere lovgivningen i praksis eller offentlige bygherrer, som ofte kan være drivere i udviklingen.

#### 8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Byggeri og Anlæg er en strategisk styrkeposition i Teknologisk Instituts strategi for 2019-21, hvor TI bl.a. vil tilbyde innovative og værdiskabende løsninger samt etablere en projektportefølje inden for håndtering og genanvendelse af bygge- og nedrivningsaffald. TI er førende inden for specialitydelser vedrørende materialekvalitet i bygge og anlægsbranchen, og aktivitetsplanen understøtter, at der tilbydes specialitydelser til aktører i byggebranchen, som sikrer, at der er kvalitet i byggematerialer, når de fremstilles af genanvendte materialer fra nedrivning og renovering af bygninger. Dette sker på baggrund af udviklede spidskompetencer gennem aktivitetsplanen. Bygninger som ressourcebank vil have ophæng i Division for Byggeri og Anlæg, hvor der i forvejen er spidskompetencer inden for miljøskadelige stoffer og genanvendelse i bygge- og anlægssektoren, samt stærke materialefaglige centre inden for træ, murværk, glas og vinduer samt beton med laboratoriefaciliteter, der giver mulighed for test og prøvning. Aktivitetsplanen hænger sammen med Instituttets øvrige fokus på cirkulær ressourceøkonomi, fx genanvendelse af højværdiplast, organisk affald, elektronik- og tekstilaffald.

#### 9) Tidsplan og milepæle

##### Milepæle 2019

##### Aktivitet 1: Miljømæssig dokumentation: Prøvetagning og Miljøsanering:

MP1.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Der er udpeget egnede metoder til prøvetagning af skadelige stoffer i bygninger og/eller byggeaffald, og potentialet for optimering af prøvetagning er beskrevet, fx on-site teknologier. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsættes i MP1.1 (2020) og/eller MP1.2(2020).

MP1.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Der er etableret en oversigt over målbare parametre for miljøsaneringsmetoder, og udviklingsbehov for 3-5 miljøsaneringsteknologier er beskrevet. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsættes i MP1.2 (2020).

##### Aktivitet 2: Metoder til nedtagning:

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Afdækning af metoder til at bevare materialer i en bygning, fx sortering og nedtagning, er udført. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsættes i MP2.1 (2020).

##### Aktivitet 3: Teknisk dokumentation:

MP3.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Metode for udtagning af materialeprøver før nedrivning til vurdering af teknisk kvalitet er udarbejdet for 1-3 materialetyper. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsættes i MP3.1(2020).

MP3.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). 1-3 materialer fra bygninger, der kan bruges til at lave nye typer byggematerialer, er udpeget og beskrevet, og 1-3 komponenter i den eksisterende bygningsmasse, der er egnet til genbrug, er udpeget og beskrevet. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsættes i MP3.2 (2020).

##### Aktivitet 4: Uddannelse:

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service). Uddannelsesstilbud er sammensat, udbudt og afholdt (fx miljø og ressourcekortlæggere, prøvetagere eller koordinatore). Fortsættes i MP4.1 (2020).

##### Aktivitet 5: Markedskrav:

MP5.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Interview af 3-6 aktører fra målgruppen

er gennemført ift. at beskrive behov for overblik over tilgængelighed af genanvendelige materialer. Derudover er en beskrivelse af målbare parametre, der måler teknisk og miljømæssig kvalitet for genanvendelige materialer, udført for 1-3 ressourcestrømme. Fortsættes i MP5.1 (2020).

**Aktivitet 6: Formidling og inddragelse:**

MP6.1 (Inddragelse og videnspredning). Der er afholdt 1-3 oplæg på temadage, konferencer eller lign., der er udarbejdet 2-4 artikler til relevante fagmedier, der er afholdt 1-2 workshop/webinar/gå hjem møde eller lign. og der er afholdt 1-2 møder i følgegruppen. Der er udført 1-2 casestudier på relevante virksomheder, og der er etableret 1-2 partnerskaber til at udvikle en projekt idé.

**Milepæle 2020:****Aktivitet 1: Prøvetagning og Miljøsanering:**

MP1.1 (Udvikling af teknologisk service). Der er udarbejdet et paradigme for optimeret prøvetagning af bygninger og/eller byggeaffald ift. miljøkvalitet. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP1.1(2019).

MP1.2 (Udvikling af teknologisk service). Sammenligninger af miljøsaneringsmetoder ift. målbare parametre er udført. 2-3 miljøsanerings og/eller prøvetagningsteknologier er udvalgt og beskrevet ift. videre udvikling. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP1.1(2019 og MP1.2 (2019).

**Aktivitet 2: Metoder til nedtagning:**

MP2.1

(Udvikling af teknologisk service). Paradigmer for nedrivnings/renoveringsplaner er udarbejdet. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP2.1(2019).

**Aktivitet 3: Teknisk dokumentation:**

MP3.1 (Udvikling af teknologisk service). Dokumentationskrav for besigtigelse af bygninger til at dokumentere den tekniske materialekvalitet inden nedrivning er udarbejdet for 1-3 materialetyper. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP3.1(2019).

MP3.2 (Udvikling af teknologisk service). Udvikling af 1-3 nye materialer/bygningselementer ud fra ressourcer i bygninger er beskrevet, og dokumentationskrav for 1-3 bygningskomponenter til genbrug er beskrevet. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP3.2(2019).

**Aktivitet 4: Uddannelse:**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service). Uddannelsestilbud er evalueret i samarbejde med 1-4 aktører fra målgruppen, og forbedringsforslag er implementeret. Fortsat fra MP4.1 (2019).

**Aktivitet 5: Markedskrav:**

MP5.1 (Udvikling af teknologisk service). Beskrivelse af relevante data der skal være tilgængelige ved køb og salg af genanvendelige materialer og beskrivelse af End Of Waste kriterier er udført for 1-3 ressourcestrømme. Der er samarbejdet med 1-3 aktører fra målgruppen. Fortsat fra MP5.1(2019).

**Aktivitet 6: Formidling og inddragelse:**

MP6.1 (Inddragelse og videnspredning). Der er afholdt 2-4 oplæg på temadage, konferencer eller lign., der er udarbejdet 2-4 artikler til relevante fagmedier, der er afholdt 1-2 workshop/webinar/gå hjem møde eller lign., og der er afholdt 2-4 møder i følgegruppen om resultaterne fra aktivitetsplanen. Der er udført 1-2 casestudier på relevante virksomheder, og der er etableret 1-2 partnerskaber til at udvikle en projekt idé.