

Aktivitetsplan (titel):	Ressourceeffektive anlægskonstruktioner	Aktivitetsplan nr.:	E6
<b>1) Aktiviteten kort (resumé)</b>			
<p>Udførelsen af store anlægsprojekter er forbundet med et enormt forbrug af byggematerialer, hvoraf beton udgør et af de mest anvendte materialer. Til Femern-byggeriet forventes der eksempelvis at skulle anvendes omkring 3 mio. m<sup>3</sup> beton. Samtidig genererer opførelsen af store anlægsprojekter uundgåelige rest- og affaldsmaterialer: Det er fx stenmel fra produktion af granitskærver til beton samt betonaffald fra midlertidige anlægskonstruktioner – til Femern-byggeriet anvendes eksempelvis ca. 160.000 m<sup>3</sup> beton til opførelsen af midlertidige konstruktioner, som efter byggefasen skal fjernes igen. Nedrivning af permanente anlægskonstruktioner genererer også anseelige mængder betonaffald af høj kvalitet. Aktuelle eksempler er den kommende nedrivning af den gamle Storstrømsbro (ca. 133.000 tons ren beton) samt nedrivningen af en række motorvejsbroer i forbindelse med byggeriet af den nye jernbane mellem København og Ringsted.</p>			
<p>Genanvendelse af rest- og affaldsmaterialer til nye anlægskonstruktioner forekommer slet ikke i dag, primært fordi dokumentationen (sporbarheden) af materialerne er for ringe til, at de kan anvendes til anlægskonstruktioner. Men eftersom der i andre initiativer oparbejdes bedre metoder til kildesortering og sporbarhed af materialer, er det blevet relevant at udvikle grundlaget for også at anvende rest- og affaldsmaterialer til anlægskonstruktioner.</p>			
<p>Der er således et uudnyttet potentiale i at udvikle og dokumentere nye teknologier samt løsninger, som kan føre til optimeret materialeforbrug og –genanvendelse i forbindelse med anlægsbyggerier. Med denne aktivitetsplan fokuseres der specifikt på:</p>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) at bane vejen for at kunne genanvende betonaffald i produktionen af nye anlægskonstruktioner</li> <li>(2) at finde nye og egnede anvendelsesmuligheder for rest- og affaldsmaterialer fra anlægsbyggerier, nærmere bestemt stenmel og betonaffald fra anlægsprojekter.</li> </ol>			
<p>En primær barriere for at kunne indfri målsætning (1) er, at genanvendelse af beton til nye anlægskonstruktioner ikke er tilladt i gældende standarder og pt. ikke tillades i bygherrens specifikationer for anlægsprojekterne. Det er målet med aktivitetsplanen at skabe den nødvendige tekniske dokumentation, som kan flytte disse grænser – et dokumentationsgrundlag som også vil kunne udnyttes til at opnå myndighedernes godkendelse for anvendelse af betonaffald til anlægskonstruktioner, i perioden indtil de ønskede ændringer i normer og standarder er endeligt vedtaget.</p>			
<p>Med henblik på at indfri målsætningerne fokuseres der i aktivitetsplanen specifikt på at gennemføre følgende aktiviteter:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demonstration af potentialet for genanvendelse af nedknust betonaffald i en række anlægsspecifikke applikationer, fx ny beton til ballastkonstruktioner, som typisk udgør mindre udsatte dele af store anlægskonstruktioner eller beton til midlertidige konstruktioner, som opføres og udelukkende har deres funktion i forbindelse med store anlægsprojekters byggefase.</li> <li>• Udvikling af nye løsninger for genanvendelse af nedknust betonaffald fra nedrevne anlægskonstruktioner til ny asfaltprodukter, da det forventes, at denne type nedknust beton vil kunne bidrage positivt til drænasfalters materialeegenskaber.</li> <li>• Udvikling af produkter, hvori stenmel fra produktionen af granitskærver til anlægsbeton indgår som en væsentlig bestanddel, fx fugematerialer til udendørs belægninger eller nye typer af slidlagsgrus.</li> <li>• Udarbejdelse af nye præ-normative standarder for genanvendelse af betonaffald til ny anlægsbeton og til asfaltprodukter, da potentialet for anvendelsen i netop disse to slutprodukter vurderes at være stort.</li> </ul>			
<p>Målgruppen for aktivitetsplanen er hele værdikæden i anlægssektoren som samlet set tæller 2000 virksomheder, hvoraf SMV-segmentet er stort. Der er et stort forretningsmæssigt potentiale for målgruppen i forhold til en reduktion af udgifter til materialer, reducerede omkostninger forbundet med bortskaffelse af betonaffald samt andre affaldsmaterialer. Endelig forventes aktivitetsplanens resultater at kunne skabe nye forretningsmuligheder med hensyn til omsætning af betonaffald fra anlægskonstruktioner til en byggevarer, som prismæssigt og miljømæssigt er konkurrencedygtig med jomfruelige tilslagsmaterialer.</p>			

## 2) Aktivitetens relevans og potentiale

### Relevans i forhold til de tre prioriterede indsatsområder

Denne aktivitetsplan relaterer sig til de udfordringer vedrørende optimering af materialeforbrug og genanvendelse, som Innovationsnetværk Femern Bælt (IFB) har identificeret under indsatsområdet ”Green Lean Energi- og ressourceeffektivitet”. Her pointeres det, at igangværende initiativer inden for affaldsforebyggelse og nul-spild primært foregår inden for byggeri, og at der således er mangel på lignende tiltag på anlægsområdet. Med denne aktivitetsplan tages der netop fat på at adressere disse udfordringer gennem initiativer, som vil åbne op for genanvendelse af materialer til anlægsbyggerier samt udvikling af nye løsninger til genanvendelse af rest- og affaldsmaterialer fra anlægsbyggerier.

Genanvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af anlægskonstruktioner forekommer ikke i dag – heller ikke som en del af de igangværende initiativer inden for cirkulær ressourceøkonomi og affaldsforebyggelse. Det er ikke tilladt at anvende genbrugsmaterialer til opførelse af anlægskonstruktioner, fordi kravene til holdbarhed og levetiden af konstruktionerne medfører, at det kun er ’jomfruelige’ materialer, der kan anvendes. Fokus for genanvendelse af byggematerialer er således i dag udelukkende på byggeri, hvor gældende materialestandarder, bygningsreglement og Eurocodes i nogen grad gør det muligt at anvende recirkulerede materialer.

### Relevans og potentiale for dansk erhvervsliv og særligt SMV’er

Beton udgør 25% af de samlede mængder af affaldsmaterialer fra bygge- og anlægsbranchen. Der genereres ca. 2 mio. tons betonaffald årligt, hvoraf ca. halvdelen registreres. En adspurgt større dansk nedrivningsvirksomhed estimerer, at ca. 40% af betonaffaldet kommer fra anlæg og ca. 60% fra boliger. I Danmark har vi adgang til gode naturlige sand- og stenforekomster til fremstilling af beton og asfalt, men ressourceknapheden – særligt om de store byer begynder at vise sig.

Det er derfor oplagt at se på muligheden for at genanvende betonaffald til fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner samt asfalt. Det indebærer samtidigt at det er nødvendigt at skabe det tekniske grundlag for – som noget helt nyt – at kunne genanvende betonaffald til opførelsen af anlægskonstruktioner.

Der produceres ca. 9 mio. tons beton årligt i Danmark, og beton er det mest anvendte byggemateriale i Danmark og globalt. Den danske betonbranche består af nogle få store aktører som Unicon, DK Beton, CRH Concrete, Spæncom og IBF samt en lang række SMV. Det vil være forbundet med en stor økonomisk gevinst for disse betonproducenter, hvis betonaffald kan genanvendes som et alternativ til de gængse tilslagsmaterialer ved fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner. I Danmark produceres der årligt ca. 3,5 mio. tons asfalt fordelt på landets 38 asfaltfabrikker, og det vil ligeledes være økonomisk attraktivt for asfaltproducenterne, hvis en del af de ca. 95% stenmateriale, som asfalt typisk er opbygget af, kan erstattes med nedknust betonaffald. Genbrugsstationerne udgør også en stor og vigtig aktør på markedet omkring genanvendelse af beton. RGS 90, som er en af de største, håndterer over 1.000.000 tons bygningsaffald hvert år og omsætter for mere end 1 mia. DKK. I Danmark findes der samlet set mere end 270 kommunale genbrugsstationer.

Potentialet for de danske virksomheder i forhold til øget genanvendelse af betonaffald ligger i lavere priser på råmaterialer (nedknust betonaffald) i forhold til anvendelse af importeret granit fra Norge og Sverige, og højere priser på restmaterialer (nedknust betonaffald), når det kan sælges som et materiale til beton- og asfaltfremstilling frem for som fyldmateriale til bærelag til veje og pladser, samt endelig besparelser i forhold til bortskaffelse af betonaffald.

Store anlægsprojekter som Femern-projektet og Storstrøms-projektet bør anvendes som løftestang til at se på helt nye muligheder for at tænke genbrugsmaterialer ind i anlægskonstruktioner. Ambitionen er ikke at anvende genbrugsmaterialer til de hårdest belastede konstruktioner som fx selve tunnelelementerne, men til nogle af de mere sekundære konstruktionsdele på anlægsbyggerier. Eksempelvis ser bygherren Femern A/S gerne, at mulighederne for anvendelse af nedknust betonaffald til ballastkonstruktioner undersøges nærmere. Aktivitetsplanens resultater vil skabe nye forretningsmuligheder for virksomheder i betonbranchen, hos entreprenører, hos nedrivere/nedbrydere og for affaldshåndteringsvirksomhederne.

På baggrund af de resultater, som skabes gennem aktivitetsplanen, forventes Teknologisk Institut at kunne

tilbyde virksomheder i anlægssektoren en række nye teknologisk serviceydelser:

- Rådgivning vedrørende design af beton til anlægskonstruktioner, som indeholder nedknust betonaffald samt rådgivning i formulering af krav til kvalitetssikring af anlægskonstruktioner fremstillet med nedknust beton.
- Rådgivning om udnyttelse af stenmel og affaldsbeton fra anlægsbyggerier til fremstillingen af en række belægnings- og asfaltmaterialer.
- Dokumentationsprogrammer, som entreprenører og rådgivere kan anvende til at opnå myndighedsgodkendelser vedrørende genanvendelse af materialer til anlægskonstruktioner i perioden indtil området er dækket af standarder.
- Ydelser vedrørende certificering og kontrol af genanvendte materialer til anlægskonstruktioner.

### **Målgruppens omfang og betydning i Danmark**

Målgruppen for aktivitetsplanen omfatter producenter af færdigblandet beton, betonelementproducenter, betonvareproducenter, asfaltproducenter, entreprenører, rådgivere, bygherrer, genbrugsstationer og nedrivningsvirksomheder. Målgruppen dækker således hele værdikæden i anlægssektoren, som samlet set tæller ca. 2000 virksomheder i Danmark. Langt størstedelen af disse virksomheder har mindre end 250 ansatte.

Udvikling af gode løsninger til de identificerede udfordringer vil kunne medføre følgende positive effekter for målgruppen og samfundet generelt:

- De nye løsninger vil bidrage til at afhjælpe de ressourceudfordringer, som betonproducenter og asfaltproducenter for tiden oplever i forbindelse med anlægsbyggerier i de større danske byer, hvor tilslagsmaterialer fra lokale leverandører – særlig på Sjælland – er en mangelvare og derfor skal transporteres over lange afstande. Betonproducenterne er derfor meget interesseret i, at der åbnes mere op for anvendelse af alternative tilslagsmaterialer til betonproduktion, f.eks. nedknust betonaffald fra lokalområdet. De forventer en reduktion af udgifterne til tilslagsmaterialer ved anvendelse af nedknust betonaffald som erstatning for jomfruelige tilslagsmaterialer.
- Asfaltproducenter får mulighed for at udnytte nedknust betonaffald som en væsentlig delkomponent i fremstillingen af mere kosteffektive asfalttyper med forbedrede materialeegenskaber.
- Entreprenører betaler i dag 70-100 kr./tons for at komme af med nedrevet beton – alt afhængigt af renheden. Entreprenørerne ser muligheder i at kunne genanvende nedrevne betonkonstruktioner til opførelsen af nye konstruktioner lokalt. Herved spares materialeomkostninger til nye materialer og omkostninger til bortskaffelse.
- Rådgivende ingeniørvirksomheder opdateres med ny viden om muligheder for materialegenanvendelse relateret specifikt til anlægsbyggeri.
- Bygherrer, der benytter sig af de nye ressourceeffektive løsninger, vil opnå en grønnere virksomhedsprofil.
- Hvis der åbnes op for anvendelse af nedknust betonaffald til anlægsbyggerier, så vil det medføre nye afsætningsmuligheder for genbrugsstationer (typisk SMV) med hensyn til de store mængder af betonaffald, som ophober sig på stationerne i dag. Der genereres ca. 2 mio. tons pr. år.
- Der vil kunne opføres mere bæredygtige anlægskonstruktioner, og spildet af materialer fra anlægsprojektet vil kunne mindskes betydeligt. Begge disse effekter vil være til gavn for både miljøet og samfundet generelt.

### **Forudgående dialog med målgruppen og relevante innovationsnetværk**

Aktivitetsplanens fokusområder er endvidere identificeret gennem møder med de danske aktører på Femern Bælt forbindelsen. Der har været afholdt møde med Femern A/S (bygherre) og med FLC konsortiet (vindende entreprenørkonsortium). Derudover har der været dialog med erhvervsnetværket Business Lolland-Falster med henblik på at kortlægge mulige SMV-samarbejdspartnere i regionen omkring Femern. Der har været dialog med brancheforeningerne Dansk Beton og Dansk Byggeri om potentialerne for genanvendelse af nedrevet beton samt dialog med genbrugsstationer og nedrivere i Region Sjælland.

Aktivitetsplanens fokusområder er diskuteret med Innovationsnetværkene InnoBYG og IFB med de tilhørende netværk bag IFB, som også inddrages i projektet i forhold til match-making med virksomheder og formidling af projektets resultater.

### 3) Videnspredning og inddragelse

Virksomheder fra aktivitetsplanens målgruppe inddrages som samarbejds- og sparringspartnere med det formål at sikre relevansen af de planlagte aktiviteter og en forankring af aktivitetsplanens resultater. Dette sker konkret gennem følgende tiltag:

- Der etableres en referencegruppe, der forventes at omfatte de virksomheder, som allerede i dag er direkte eller indirekte involveret i Femern Bælt byggeriet. Gruppen vil inkludere bygherren Femern A/S, Femern Link Contractors (Aarsleff, COWI, m.fl.), bygherrerådgiverne Emcon og Rambøll, Sund&Bælt, Øresund A/S, Vejdirektoratet og Banedanmark. Derudover forventes gruppen også at omfatte en række relevante repræsentanter for SMV-segmentet i anlægssektoren, f.eks. produktionsvirksomheder, genbrugsstationer og nedrivningsvirksomheder. Gruppens rolle bliver (1) at kvalificere de tekniske emner, som aktivitetsplanen arbejder med, således at udviklingsarbejdet udspringer af reelle identificerede udfordringer og behov, samt (2) at levere relevant fagligt input til udformningen af de enkelte delaktiviteter.
- Identifikation af relevante virksomheder til referencegruppen, herunder SMV, sker bl.a. i samarbejde med erhvervsnetværket Business Lolland-Falster samt netværkene InnoBYG og IFB, ligesom en stor del af videnspredningen fra projektet også vil ske igennem arrangementer i disse netværk. Ved at inddrage disse netværk sikres det, at der skabes kontakt til relevante SMV i regionen, og at aktivitetsplanens resultater formidles bredt til hele den danske anlægssektor.
- I forbindelse med aktivitetsplanens opstartsfasen arrangeres der et kick-off møde for referencegruppen, hvor virksomheder får mulighed for at bidrage med input. Herudover afholdes periodiske arrangementer for referencegruppens medlemmer.
- Ud over virksomhedernes inddragelse gennem referencegruppen etableres der også tættere samarbejder med udvalgte virksomheder om selve gennemførelsen af de enkelte aktiviteter, fx med genbrugsstationer, betonproducenter og entreprenører.

Relevante brancheorganisationer vil bidrage med formidling af aktivitetsplanens resultater og skabe forankringen i sektoren, som skal sikre det kommercielle vækstgrundlag for de lokale SMV'er. Formidlingen vil blandt andet ske gennem medlemsmøder i Dansk Beton (under Dansk Byggeri), der har det som strategi at arbejde med genanvendelse af beton. Ligeledes etableres et samarbejde med brancheorganisationen Dansk Kompetencecenter for Affald og Ressourcer (DAKOFA) i forhold til formidlingsaktiviteter. Videncentret for Håndtering og Genanvendelse af Byggeaffald (VHGB) vil også udgøre en væsentlig kanal til formidling af resultater fra aktivitetsplanen. Målsætningen for VHGB er at samle, udvikle og formidle uvildig og konkret viden om håndtering og genanvendelse af byggeaffald.

### 4) Konkrete aktiviteter

Der igangsættes fem centrale aktiviteter:

#### Aktivitet 1: Genanvendelse af nedknust betonaffald til ny anlægsbeton

I denne aktivitet demonstreres (proof of concept) potentialet for at anvende nedknust betonaffald som delkomponent i ny beton til en række anlægsspecifikke applikationer. Det sker gennem følgende delaktiviteter:

- Udvikling af ny betontype med nedknust betonaffald, som kan anvendes til ballastkonstruktioner i forbindelse med store anlægsprojekter, dvs. delkonstruktioner, som typisk er mindre udsatte end andre dele af anlægsstrukturen. Udviklingsarbejdet omfatter laboratorieundersøgelser af betonens mekaniske, udførelses- og holdbarhedsmæssige egenskaber, herunder en analyse af, hvilke krav betonaffald skal opfylde for at komme i betragtning som bestanddel i ballastbeton.
- Udvikling af ny betontype med nedknust betonaffald, som er målrettet anvendelse i de midlertidige konstruktioner, der opføres i forbindelse med store anlægsprojekter. Der gennemføres laboratorieundersøgelser af mekaniske, udførelses- og holdbarhedsmæssige betonegenskaber.
- Udvikling af en ny type betonelement til anlægsbyggeri, hvor en 'bulk'-beton med et højt indhold af nedknust betonaffald kombineres med relativt tyndt ydre dæklag af beton med ekstrem tæthed med hensyn til indtrængning af potentielt nedbrydende stoffer. Denne kombination sikrer både et optimeret materialeforbrug samt muligheden for at anvende elementet i aggressive miljøer så som havvand eller vejmiljøer, der udsættes for saltning i vinterhalvåret i forbindelse med glatførebekæmpelse.

- Afdækning af mulighederne for at anvende nedknust betonaffald til fremstilling af ny beton til beskyttelse af fugtisolering på banebroer.

### **Aktivitet 2: Nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restprodukter fra anlægsprojekter**

I denne aktivitet er der fokus på udvikling af nye løsninger med hensyn til genanvendelse af affalds- og restprodukter fra anlægsprojekter. Det sker gennem følgende delaktiviteter:

- Udvikling af nye asfaltprodukter, hvor nedknust betonaffald indgår som en væsentlig bestanddel, fx drænasfalter til effektiv regnvandshåndtering, hvor den nedknust beton forventes at kunne bidrage til opnå den nødvendige porøsitet i asfalten.
- Udvikling af nye produkter, hvori stenmel fra produktionen af granitskærver til anlægsbeton indgår som en væsentlig bestanddel, fx nye holdbare fugematerialer til udendørs belægninger eller til fremstilling af nye typer hydraulisk bundne grusprodukter (fx slidlaggrus), hvor stenmel kombineres med restfiller fra nedknusning af beton.

### **Aktivitet 3: Dokumentation og standardisering**

Målet med denne aktivitet er at flytte grænserne i normer og standarder for genanvendelse af materialer til anlægskonstruktioner, således at muligheden for at genanvende nedknust betonaffald som en væsentlig delkomponent i ny beton til anlægskonstruktioner samt i asfalt kan realiseres. For at indfri dette mål gennemføres følgende delaktiviteter:

- Der gennemføres en serie af laboratorieforsøg med det formål at kortlægge, hvilken betydning dosering og type af nedknust betonaffald har for den resulterende nye beton med hensyn til mekaniske egenskaber, den friske betons egenskaber samt holdbarhedsegenskaber. Dette vil give et dokumentationsgrundlag for at kunne specificere materialekrav med hensyn til genanvendelse af betonaffald til produktion af ny beton målrettet forskellige eksponeringsklasser og til produktion af asfalt.
- Udarbejdelse af nye præ-normative standarder for genanvendelse af betonaffald til (1) ny beton og (2) veje/asfalt – med henblik på at overlevere dette grundlag til standardiseringsarbejde i Danmark, i CEN og i Vejregelsammenhæng.

### **Aktivitet 4: Udvikling af teknologiske serviceydelser**

Resultaterne frembragt i Aktivitet 1, 2 og 3 vil danne grundlaget for udvikling af en række nye teknologiske serviceydelser. Dette er omdrejningspunktet for følgende delaktiviteter:

- Udvikling af test- og dokumentationsprogrammer, som entreprenører og rådgivere frem mod en ændring af de gældende standarder kan bruge til at opnå myndighedsgodkendelse med hensyn til genanvendelse af nedknust betonaffald til anlægskonstruktioner.
- Udvikling af værktøjer, som kan anvendes til optimering af mix design for beton til anlægskonstruktioner, hvor nedknust betonaffald anvendes som tilslagsmateriale.
- Formulering af krav, der sikrer den fornødne kvalitet af (1) ny beton til anlægskonstruktioner, som er fremstillet med nedknust betonaffald og (2) asfaltprodukter fremstillet med nedknust betonaffald fra anlægskonstruktioner.
- Udvikling af ydelser vedrørende certificering og kontrol af genanvendte materialer til anlægskonstruktioner og asfaltprodukter.

### **Aktivitet 5: Videnspredning og uddannelse**

Aktivitetsplanens frembragte resultater formidles til relevante aktører i den danske bygge- og anlægsbranche, så de nye løsninger kan vinde indpas i fremtidige anlægsprojekter. Det er samtidigt væsentligt at sikre, at relevante aktører får mulighed for løbende at bidrage med fagligt input til aktivitetsplanen, f.eks. når det handler om at identificere nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restmaterialer fra anlægsbyggerier. Det er også vigtigt, at den nye viden bringes i spil i uddannelsesmæssige sammenhænge med henblik på sikre en fremtidig implementering af de nye løsninger.

Derfor gennemføres følgende:

- Gennemførelse af faglige workshops, f.eks. for brancheforeninger og studerende på erhvervsskoler.
- Samarbejde med DTU BYG og deres afdeling for Zero Waste om relevante eksamensprojekter.
- Præsentation af nye resultater i artikler, på konferencer samt [www.expertcentre.dk](http://www.expertcentre.dk), som er Teknologisk Instituts website til formidling af aktiviteter vedrørende anlægskonstruktioner.
- Teknologiske serviceydelser udviklet gennem aktivitetsplanen formidles via Teknologisk Instituts

website [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk) samt gennem artikler i relevante fagmedier, fx Magasinet Beton.

## 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

### Nyhedsværdi i forhold til eksisterende teknologiske serviceydelser, kompetencer og teknologier

Den nuværende praksis for genanvendelse af betonaffald i Danmark omfatter fortrinsvis nedknusning og efterfølgende anvendelse som ubundne bærelag i veje, pladser og lignende. Alternativt tillader de gældende normer og standarder, at nedknust beton kan anvendes som tilslag i beton til passiv miljøklasse (indendørs byggeri) – en praksis som indtil videre dog generelt har fundet større udbredelse i udlandet end i Danmark. Mulighederne for genanvendelse af nedknust beton i ny beton er begrænset derved, at lovgivningen i Danmark kun tillader, at maksimalt 20% af stenfraktionen og 10% af sandfraktionen kan erstattes med nedknust beton.

Med denne aktivitetsplan udvikles der nye teknologiske løsninger, som vil udvide den nuværende praksis for genanvendelse af beton. Løsninger som vil gøre det muligt at anvende nedknust betonaffald som en væsentlig delkomponent i beton til anlægskonstruktioner. Samtidig udvikles der gennem aktivitetsplanen også nye teknologiske løsninger med hensyn til anvendelse af affalds- og restprodukter fra anlægsbyggerier til fremstilling af asfalt- og belægningsprodukter. I Danmark er der pt. ikke praksis for at genanvende betonaffald som delkomponent til produktion af asfalt. Det vil denne aktivitetsplan ændre på gennem udvikling af innovative løsninger, hvor nedknust affaldsbeton af høj kvalitet fra anlægskonstruktioner udnyttes som et materiale, der bidrager positivt til drænasfalters evne til at nedsive regnvand. Tilsætning af nedknust højkvalitetsbeton fra anlægskonstruktioner forventes at kunne føre til en forbedret porestruktur i det resulterende asfaltprodukt.

Aktivitetsplanen forventes også at levere helt nye teknologiske løsninger i forhold til at udnytte restproduktet stenmel som et delmateriale, der ved tilsætning kan bidrage til at forbedre de holdbarhedsmæssige egenskaber for fugematerialer til udendørsbelægnings. Som noget helt nyt vil der også blive udviklet hydraulisk bundne grusprodukter målrettet vejkonstruktioner, hvor en kombination af stenmel med de fine fraktioner fra nedknusning af beton forventes at kunne udnyttes til at opnå et produkt med forbedrede mekaniske egenskaber. I en sådan kombination vil ureagerede cementpartikler fra den nedknuste beton kunne danne nye reaktionsprodukter, der kan føre til en fordelagtig sammenkitning af grusmaterialet.

Det planlagte indhold i aktivitetsplanen komplementerer den igangværende kompetenceopbygning, som foregår i følgende aktivitetsplaner:

- ”G1 Cirkulær ressourceøkonomi” (2016-2018), hvor der i bred forstand arbejdes med udvikling af metoder til håndtering af affaldsstrømme, og hvor der arbejdes med et stærkt fokus på miljømæssige aspekter, herunder sporbarhed af miljøskadelige stoffer. I ”G1 Cirkulær ressourceøkonomi” er genanvendelse af beton også et fokusområde, men det drejer sig udelukkende om beton til og fra almindeligt byggeri. I den nye foreslåede aktivitetsplan fokuseres der derimod på at finde og demonstrere nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restprodukter fra store anlægsprojekter. Aktivitetsplanen vil udnytte de nyeste resultater fra ”G1 Cirkulær ressourceøkonomi” vedrørende bl.a. sporbarhed af miljøskadelige stoffer som et vigtigt input til at opnå ny løsninger, som er miljømæssigt forsvarlige.
- ”E4 Affaldsforebyggelse inden for byggeri” (2017-2018). Her ligger fokus på affaldsprodukter fra byggeprojekter frem for store anlægsprojekter, og i forhold til genanvendelse af beton arbejdes der specifikt i E4 med kompetenceopbygning og teknologiudvikling inden for (1) en *design to disassembly*-tilgang til genanvendelse, (2) nedknusningsteknologi til at adskille tilslag fra beton samt (3) indbygning af sporbarhed i beton mhp. optimeret kildesortering.
- I nærværende foreslåede aktivitetsplan udnyttes den viden og de resultater fra de to ovenstående aktiviteter, som umiddelbart er relevant for anlægskonstruktioner.
- ”E1 Huller i vejen”, hvor der bl.a. er fokus på standardiseringsarbejde, der åbner muligheder for at anvende nye og mere bæredygtige materialer i anlægsprojekter.

### Aktivitetens og ydelsens videnniveau i forhold til international forskning og *state of the art*

Holland er et foregangsland, når det gælder genanvendelse af beton som tilslag til ny beton. Her er bl.a. den såkaldte SmartCrusher-teknologi for nyligt blevet udviklet, som gør det muligt at opnå en langt bedre separering af delkomponenterne i betonaffald ved nedknusning. Det hollandske universitet TU Delft har

også være én af bannerførerne på EU-forskningsprojekt C2CA (*Advanced Technologies for the Production of Cement and Clean Aggregates from Construction and Demolition Waste*), hvor der arbejdes med udvikling af ny teknologi til forbedret separering og sortering af betonaffald. Gennem dette projekt er det bl.a. blevet demonstreret, at tilslag af betonaffald, som er produceret ved hjælp af ny C2CA-teknologi faktisk kan anvendes til at fremstille ny beton med en 30% højere mekanisk styrke end beton fremstillet med jomfruelige tilslagsmaterialer. Denne aktivitetsplan vil tage afsæt i resultaterne fra Holland, herunder de seneste teknologiske landvindinger med hensyn til nedknusningsteknologi, kildesortering og indbygning af sporbarhed i beton og videreudvikle teknologierne til anvendelse på anlægskonstruktioner, hvilket ikke er i fokus i de hollandske initiativer.

### **Aktivitetens forhold til markedet i dag og i fremtiden**

Det er ambitionen, at aktivitetsplanens resultater bringes i spil i forhold til optimering af materialegenanvendelse i forbindelse med både Femern-byggeriet og opførelsen af den nye Storstrømsbro, hvor der ses nogle oplagte markedsmuligheder i den nære fremtid. Disse store projekter indebærer således nogle unikke muligheder for at demonstrere og implementere nye løsninger i forhold til genanvendelse af beton til og fra anlægsbyggerier.

Med denne aktivitetsplan skabes det tekniske dokumentationsgrundlag for at kunne flytte grænserne i normer og standarder for genanvendelse af materialer, således at anvendelsesområderne i fremtiden udvides fra kun i dag at være til byggeri i passivt (indendørs) miljø til også i fremtiden at være til anlægskonstruktioner. Det vil øge forretningsmulighederne for virksomhederne i målgruppen.

Byggeri er omfattet af Bygningsreglementet med henvisning til Eurocodes (beregningsreglerne) samt materialestandarder for fx stål, beton, træ osv. Dette sæt af regler sikrer 50 års levetid af bygninger. Anlægskonstruktioner er omfattet af Vejregler og specifikke kravspecifikationer, og opføres typisk med krav om endnu længere levetid. Øresunds- og Storebæltsforbindelsen er designet til 100 års levetid, og på Femern har man et krav om 120 års levetid. Det er også forklaringen på, at der på så store anlægsprojekter udarbejdes særlige specifikationer med særlige krav for den pågældende anlægskonstruktion. Men de særlige specifikationer tager afsæt i Eurocodes og materialestandarder og suppleres, hvor det er nødvendigt med yderligere krav, som sikrer den længere levetid. Og derfor er nøglen til øget genanvendelse at skabe grundlaget for ændringer i de nationale tillægsstandarder til Eurocode EN 1992-1-1 og betonstandarden EN 206.

Lige nu er der et særligt fokus på cirkulær ressourceeffektivitet, og også i standardiseringsarbejdet er der fokus på at få tilpasset standarderne, så de modsvarer den udvikling der sker inden for cirkulær økonomi. Erfaringerne fra det tidligere FoU-projekt Grøn Beton (1998-2002) viser, at det godt kan lade sig gøre inden for en overskuelig tidsramme, at få skabt ændringer i standarderne. Det frembragte dokumentationsgrundlag i Grøn Beton førte således til, at standarderne blev ændret, så det blev tilladt at anvende større mængder af nedknust betonaffald som tilslag til nye bærende betonkonstruktioner – dog kun beton til anvendelse i passiv miljøklasse, dvs. til husbyggerier. Det bør også fremhæves, at de standarder, som i Danmark er styrende i forhold til anvendelse af nedknust betonaffald til ny beton, er nationale tillægsstandarder til de fælleseuropæiske standarder EN 1992-1-1 og EN 206. Det betyder, at eventuelle ændringer af tillægsstandarderne udelukkende er et nationalt anliggende for standardiseringsudvalgene S-1992 og S-328, hvilket letter processen frem mod en godkendelse af nye regler på området betragteligt. Teknologisk Institut er repræsenteret i begge disse udvalg. Desuden forventes målgruppens virksomheder i en mellemliggende periode at kunne anvende det udarbejdede dokumentationsgrundlag til at opnå dispensation hos myndighederne med hensyn til anvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner.

Det udviklingsarbejde, som lige nu pågår inden for cirkulær ressourceeffektivitet og genanvendelse af byggematerialer, medfører, at der opnås en langt bedre kildesortering af materialer fra fx nedrevne bygninger og konstruktioner i fremtiden. Det betyder, at man fremover skaber genbrugsmaterialer, der er sorteret i forskellige kvaliteter. I takt med at man får bedre og bedre styr på, hvilken kvalitet genbrugsmaterialerne har, des større muligheder skabes der for at genanvende materialerne til anlægskonstruktioner. Det vil være forbundet med et meget stort forretningspotentiale, hvis nedknust betonaffald fra de midlertidige konstruktioner kan genanvendes som tilslag til ny anlægskonstruktion eller til produktion af nye asfalttyper, hvilket netop er én af ambitionerne at muliggøre med denne aktivitetsplan.

I forbindelse med opførelsen af den nye Storstrømsbro nedrives den gamle bro, hvilket forventes at generere mere end 133.000 tons rent betonaffald, som på grund af den særligt høje kvalitet er oplagt at (1) genanvende som tilslag i fremstillingen af ny beton til anlægskonstruktioner, hvor det er vigtigt at have styr på kilden og kvaliteten af det genanvendte materiale, og/eller (2) anvende til produktion af nye asfaltprodukter. Dette anlægsprojekt ses således som en oplagt mulighed for at demonstrere nye løsninger mht. materialegenanvendelse og således bringe dem nærmere en reel markedsimplementering.

Med udgangspunkt i aktivitetsplanens resultater forventes Teknologisk Institut at kunne servicere virksomhederne i målgruppen med nye rådgivningsydelser vedrørende anvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af anlægskonstruktioner samt anvendelse af nedknust betonaffald og stenmel fra anlægsbyggerier til nye belægnings- og asfaltmaterialer.

## 6) Vidensamarbejde og -hjemtagning

### Samspil og arbejdsdeling med danske videninstitutioner

Gennem tidligere og igangværende aktivitetsplaner ("F4 Dansk Ekspertcenter for konstruktioner til infrastrukturen" (2010-2012), "E1 Ny teknologi til anlægskonstruktioner" (2013-2015) samt "E1 Huller i vejen" (2016-2018)) har Teknologisk Institut etableret et tæt samarbejde med DTU BYG om en række emner relateret til anlægsbyggeri, f.eks. levetidsmodellering for betonkonstruktioner og andre holdbarhedsrelaterede aspekter. I den foreslåede aktivitetsplan bygges der videre på det etablerede samarbejde, bl.a. ved at igangsætte eksamensprojekter for specialestuderende, hvor der fokuseres på undersøgelse og demonstration af potentialer for materialegenanvendelse i forbindelse med anlægsprojekter. På DTU BYG er der gennem en årrække blevet arbejdet med forskningen inden for genanvendelse af affald i byggematerialer gennem et særligt indsatsområde kaldet ZeroWaste Byg, hvor der samarbejdes med industri, myndigheder og andre faggrupper. ZeroWaste Byg vil udgøre et naturligt udgangspunkt for Teknologisk Instituts videre samarbejde med DTU BYG i forbindelse med denne aktivitetsplan.

I samarbejde med Dansk Beton og DTU BYG forsøges der etableret et erhvervsforskerprojekt med fokus på ressourceeffektivitet i forbindelse med anlægsbyggerier. Herudover vil der blive samarbejdet bredt med landets øvrige universiteter og erhvervsskoler gennem afholdelse af workshops, gæsteforelæsninger, m.m.

### Samspil og arbejdsdeling med udenlandske videninstitutioner

Med henblik på videnshjemtagning samarbejdes der med TU Delft (Holland), som er frontløbere på internationalt niveau, når det gælder forskning inden for genanvendelse af beton.

### Samspil med øvrige aktører i Innovationsfremmesystemet

Der forventes at blive ansøgt om nye FoU-projekter, der kan understøtte indholdet i den foreslåede aktivitetsplan og medvirke til gearing af de ansøgte midler.

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

Denne aktivitetsplan er i tråd med Teknologisk Instituts strategi 2016-2018 inden for Byggeri og Anlæg, hvor der sættes fokus på udvikling af teknologi til anlægskonstruktioner, hvilket bl.a. skal hjælpe bygge- og anlægsbranchen med at øge bæredygtigheden gennem optimering af processer, anvendelsesformer og ressourceforbrug. Aktiviteten støtter Institutets ambition om at styrke ekspertrådgivningen og have FoU-projekter inden for cirkulær ressourceøkonomi, genanvendelse og upcycling.

Denne aktivitetsplans fokus på afdækning af muligheder for genanvendelse af materialer fra anlægsprojekter ligger fint i tråd med det faglige indhold i aktivitetsplanen 'E1 Huller i vejen' (2016-2018), hvor ét af de primære mål er at gennemføre aktiviteter, der åbner mulighederne for at anvende nye og mere bæredygtige materialer i anlægsprojekter.

Den nye viden, som genereres i RK-aktiviteten, forventes at give Teknologisk Institut mulighed for at tilbyde en række ny serviceydelser omkring genanvendelse af materialer i forbindelse med anlægsbyggerier.

## 8) Tidsplan og milepæle

### Milepæle 2017 (1. nov. – 31. dec.)

#### **Aktivitet 1: Genanvendelse af nedknust betonaffald til ny anlæg beton**



MP1.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Analyse af muligheder for genanvendelse af nedknust betonaffald i ny beton til anlægskonstruktioner er igangsat. Mulighederne for genanvendelse er diskuteret med min. 5 virksomheder. Udarbejdelse af plan for laboratorieforsøg til dokumentation af materialeegenskaber for disse betoner er igangsat (fortsættes i MP1.1, 2018).

#### **Aktivitet 2: Nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restmaterialer fra anlægsprojekter**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Dialog indledt med én eller flere virksomheder med henblik på etablering af samarbejde vedrørende udvikling af nye asfalt- og belægningsprodukter indeholdende affalds- eller restmaterialer fra anlægsbyggerier (fortsættes i MP2.1, 2018).

#### **Aktivitet 4: Udvikling af teknologiske serviceydelser**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service) Analysearbejde igangsat med hensyn til afdækning af behovet for krav, der bør stilles i forbindelse med genanvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner. Behovet for sådanne krav er diskuteret med mindst 3 virksomheder (fortsættes i MP4.1, 2018).

#### **Aktivitet 5: Videnspredning og uddannelse**

MP5.1 (Inddragelse og videnspredning) Aftale om samarbejde vedrørende formidling er indgået med erhvervsskole (fortsættes i MP5.1, 2018).

MP5.2 (Inddragelse og videnspredning) Samarbejde om formidling etableret med InnoBYG, Innovationsnetværk Femern Bælt, DAKOFA samt Videntcenter for Håndtering og Genanvendelse af Byggeaffald (VHGB), og nyhedsbrev om aktivitetsplanen formidlet gennem disse organisationer (fortsættes i MP5.2, 2018).

#### **Milepæle 2018:**

##### **Aktivitet 1: Genanvendelse af nedknust betonaffald til ny anlægsbeton**

MP1.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Muligheder for genanvendelse af nedknust betonaffald i ny beton til anlægskonstruktioner er analyseret og diskuteret med i alt min. 10 virksomheder (inkl. de virksomheder, som er afrapporteret i forbindelse med MP1.1, 2017), og plan for laboratorieforsøg til dokumentation af materialeegenskaber for disse betoner er udarbejdet (fortsat fra MP1.1, 2017; fortsættes i MP1.1, 2019).

##### **Aktivitet 2: Nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restmaterialer fra anlægsprojekter**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Indledende laboratorieforsøg til dokumentation af materialeegenskaber for min. to nye asfalt- og belægningsprodukter indeholdende affalds- eller restmaterialer fra anlægsbyggerier er gennemført i samarbejde med én eller flere virksomheder (fortsat fra MP2.1, 2017; fortsættes i MP2.1, 2019).

##### **Aktivitet 3: Dokumentation og standardisering**

MP3.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Oplæg til ændring af de danske tillægsstandarder til betonstandard EN 206 og Eurocode EN 1992-1-1 er udarbejdet med henblik på at muliggøre genanvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner. Oplægget er fremsendt til høring i de relevante standardiseringsudvalg S-328 og S-1992 (fortsættes i MP3.1, 2019).

##### **Aktivitet 4: Udvikling af teknologiske serviceydelser**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service) Analyse omkring behovet for krav, der bør stilles i forbindelse med genanvendelse af nedknust betonaffald til fremstilling af ny beton til anlægskonstruktioner, er gennemført. Analysearbejdet inkluderer diskussion med mindst 10 virksomheder (inkl. de virksomheder, som er afrapporteret i forbindelse med MP4.1, 2017) (fortsat fra MP4.1, 2017; fortsættes i MP4.1, 2019).

##### **Aktivitet 5: Videnspredning og uddannelse**

MP5.1 (Inddragelse og videnspredning) Gæsteforelæsning om mulighederne for genanvendelse af materialer i forbindelse med anlægsbyggerier er afholdt for studerende på erhvervsskoler (fortsat fra MP5.1, 2017; fortsættes i MP5.1, 2019).

MP5.2 (Inddragelse og videnspredning) Mindst ét fagligt arrangement om genanvendelse af materialer i anlægskonstruktioner afholdt i samarbejde med InnoBYG og Innovationsnetværk Femern Bælt. Deltagelse af mindst 20 virksomheder (fortsat fra MP5.2, 2017; fortsættes i MP5.2, 2019).

MP5.3 (Inddragelse og videnspredning) Referencegruppe etableret og kick-off arrangement afholdt for referencegruppen, hvor minimum 25 personer deltager (fortsættes i MP5.3, 2019).

MP5.4 (Inddragelse og videnspredning) Eksamensprojekt vedrørende anvendelse af nedknust beton til ny anlægskonstruktion er igangsat i samarbejde med DTU BYG.

### **Milepæle 2019:**

#### **Aktivitet 1: Genanvendelse af nedknust betonaffald til ny anlægskonstruktion**

MP1.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Laboratorieundersøgelser af mekaniske, udførelses- og holdbarhedsmæssige egenskaber for beton til anlægskonstruktioner med nedknust betonaffald er gennemført, og resultater er sammenfattet i en rapport, der publiceres på [www.expertcentre.dk](http://www.expertcentre.dk) (fortsat fra MP1.1, 2018).

#### **Aktivitet 2: Nye anvendelsesmuligheder for affalds- og restmaterialer fra anlægsprojekter**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning) Mindst ét belægnings- eller asfaltprodukt er testet i felten gennem demonstrationsforsøg etableret i samarbejde med én eller flere virksomheder (fortsat fra MP2.1, 2018).

#### **Aktivitet 3: Dokumentation og standardisering**

MP3.1 (Inddragelse og videnspredning). Færdigt forslag til ændring af de nationale tillægsstandarder til EN-1992-1-1 og EN 206 er udarbejdet med henblik på at tillade genanvendelse af nedknust beton som tilslagsmateriale i beton til anlægskonstruktioner. Forslaget er fremsendt til standardiseringsudvalgene S-1992-1-1 samt S-328 (fortsat fra MP3.1, 2018).

#### **Aktivitet 4: Udvikling af teknologiske serviceydelser**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service) Test- og dokumentationsprogram er udviklet, som kan anvendes til at opnå myndighedernes godkendelse af, at en given beton fremstillet med nedknust betonaffald som tilslagsmateriale er egnet til anvendelse i anlægskonstruktioner (fortsat fra MP4.1, 2018).

MP4.2 (Udvikling af teknologisk service) Beregningsværktøj til optimering af mix design for betoner med nedknust betonaffald til anlægskonstruktioner udviklet.

#### **Aktivitet 5: Videnspredning og uddannelse**

MP5.1 (Inddragelse og videnspredning) Min. én workshop om mulighederne for genanvendelse af materialer i forbindelse med anlægsbyggerier er afholdt for studerende på erhvervsskoler (fortsat fra MP5.1, 2018).

MP5.2 (Inddragelse og videnspredning) Afsluttende workshop om genanvendelse af materialer i anlægskonstruktioner afholdt i samarbejde med InnoBYG og Innovationsnetværk Femern Bælt. Deltagelse af mindst 20 virksomheder (fortsat fra MP5.2, 2018).

MP5.3 (Inddragelse og videnspredning) Afsluttende møde i referencegruppen afholdt (fortsat fra MP5.3, 2018).

MP5.4 (Inddragelse og videnspredning) Min. tre nye teknologiske serviceydelser omkring genanvendelse af materialer i forbindelse med anlægsbyggerier er markedsført på [www.teknologisk.dk](http://www.teknologisk.dk) samt i artikler publiceret i relevante fagmedier.

MP5.5 (Inddragelse og videnspredning) Mindst to indlæg om genanvendelse af materialer i anlægskonstruktioner præsenteret ved medlemsmøder i relevante brancheforeninger.