

Institut(ter): Teknologisk Institut	Aktivitetsplan (titel): BUILD4.0 – Digital transformation af byggeriet Idéforslags titel på bedreinnovation.dk: BUILD 4.0 – Digital transformation af byggeriet	Aktivitetsplan nr.: E1	FoU
1) Manchettekst (kort resumé)			
BUILD4.0 bidrager til bygge- og anlægsbranchens digitale transformation. I aktivitetsplanen udvikles nye serviceydelser indenfor digitalisering af byggematerialers produktion, drift og vedligehold med henblik på at højne produktivitet og kvalitet.			
2) Aktiviteten kort (resumé)			
BUILD4.0 er byggeriets svar på Industri4.0 og omfatter brugen af nye teknologier og digitalisering i bygge- og anlægsbranchen. Den danske bygge- og anlægsbranche, som er præget af udfordringer med kvalitet og ringe produktivitet, har et stort markeds- og samfundspotentiale i forbindelse med digitalisering. For at høste det fulde potentiale kræves både internationalt samarbejde og videnhjemtagning, kompetenceløft, investering i udstyr, uddannelse samt omstillingsparathed i forhold til at i virksomhederne i hele værdikæden i bygge- og anlægsbranchen kan levere produkter og services som øger produktiviteten og kvaliteten i byggeriet og skaber merværdi for brugerne og ejerne af bygninger og anlæg. Teknologisk Institut gennemførte i foråret 2018 en omfattende undersøgelse af branchens forhold til BUILD4.0 gennem interview af ledere i over 350 danske virksomheder i branchen. Resultatet af undersøgelsen bekræfter et udtalt behov for videnopbygning på området, idet over halvdelen af de interviewede virksomheder stort set ikke anvender eller kender til nye, digitale teknologier i deres daglige virke, og udtrykker samtidig usikkerhed over, hvordan disse teknologier kan implementeres. Virksomhedssegmentet, som vil efterspørge de udviklede serviceydelser og kompetencer, er alle led i værdikæden i byggeriet fra produktion og anvendelse af byggematerialer og byggevarer til drift og vedligehold af bygninger, dvs. bygherrer og bygningsejere, rådgivende ingeniørvirksomheder, producenter af byggematerialer og byggevarer samt entreprenører og håndværksvirksomheder. Aktivitetsplanen baserer sig på Teknologisk Instituts domænekendskab til byggebranchen med specialistviden indenfor byggematerialer i hele livscyklus af bygninger og anlæg samt erfaring og kompetencer med at skræddersy og implementere automatiserings- og digitaliseringsteknologier til specifikke sektorer, herunder til SMVer. I aktivitetsplanen gennemføres aktiviteter, der fører til: • nye processer til fremstilling af byggematerialer med fokus på holdbarhed, mindre brug af ressourcer, indbygget intelligens og større arkitektonisk frihed baseret på implementering af digitalt baserede teknologier, herunder anvendelsen af kunstig intelligens • effektive og automatiserede besigtigelser af bygninger og anlæg, der gør det muligt hurtigere og billigere at vurdere tilstanden af en bygning og dermed behovet for reparation • fjernovervågning af konstruktioner, så der kan sættes ind med reparation og vedligehold til rette tid og dermed spares på ressourcer til bygningsundersøgelser • værktøjer til skadesgenkendelse, bygningstilstand og indeklimate, så der hurtigere og billigere med mindre brug af destruktiv prøvning og dyre laboratorieundersøgelser kan diagnosticeres skader på bygninger og anlæg • bred videnformidling via samarbejde om uddannelse, demonstration og udviklingsaktiviteter med virksomheder, universiteter, videninstitutioner, brancheorganisationer og innovationsnetværk.			
3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer			
BUILD4.0 er byggeriets svar på Industri4.0 og omfatter brugen af ny teknologi og digitalisering i bygge- og anlægsbranchen. BUILD4.0 udspringer således af forventningen om, at der i byggebranchen kan			

effektueres tilsvarende potentialer som i industri 4.0. I rapporten "Winning the Industry 4.0. Race" [BCG/Innovationsfonden, 2018] forudser mere end 80 % af de adspurgte virksomheder en reduktion i omkostninger og en stigning på godt 75 % i omsætningen - som en direkte effekt af implementering af Industri4.0 løsninger.

Teknologisk Institut har i undersøgelsen "BUILD4.0 giver nye muligheder i byggeri", som blev gennemført i foråret 2018 interviewet ledere i over 350 danske virksomheder i bygge- og anlægsbranchen – herunder entreprenører, byggematerialeproducenter, håndværksvirksomheder, arkitekter og rådgivende ingeniører. Undersøgelsen udgør en værdifuld analyse af branchens forhold til behovet for at implementere digitale teknologier, og viser blandt andet et udtalt behov for viden om anvendelse og implementering af digitale teknologier blandt de interviewede virksomheder. Over halvdelen af de interviewede virksomheder, hvoraf over 90 % tilhører SMV-segmentet, anvender stort set ikke eller kender ikke til nye, digitale teknologier i deres daglige virke. Der udtrykkes særlig usikkerhed over for implementeringen af teknologierne samt mangel på finansiering, viden og uddannelse.

I en globaliseret branche, hvor konkurrencen skærpes, er fremtidens danske bygge- og anlægsbranche under et stigende pres for at være på forkant med implementering af nye digitale teknologier og nye samarbejds- og forretningsstrukturer. Dette kræver både internationalt sigte, investering i udstyr og opkvalificering af medarbejdere samt omstillingsparathed i forhold til at kunne levere digitale produkter og services, som kan tilføre byggebranchens virksomheder øget produktivitet og bedre kvalitet. I "Strategi for Danmarks digitale vækst" [Erhvervsministeriet, 2018] nævnes blandt andet den intense globale konkurrence om at udnyttelse af data, hvilket kan føre til konkurrencemæssige fordele og stor værdiskabelse i virksomhederne. Potentialet ligger i kombination mellem strukturerede data, at have de rette kompetencer i virksomhederne og tilgængeligheden af relevante teknologier, herunder særligt anvendelsen af kunstig intelligens.

Virksomhedssegmentet, som vil efterspørge de udviklede serviceydelser og kompetencer, udgør virksomheder i hele værdikæden i bygge- og anlægsbranchen, dvs. producenter, leverandører, entreprenører, rådgivere, arkitekter og bygningsejere. En stor del af dem, som vil efterspørge de udviklede ydelser er at finde i bygge- og anlægsbranchens store SMV-segment på godt 19.000 virksomheder. En stor del af disse – sammen med udvalgte, større virksomheder – vil blive inddraget allerede fra dag 1 i gennemførelsen af aktivitetsplanens aktiviteter, under hensyntagen til de meget forskellige stader, som byggeriets parter befinder sig på angående digitalisering. Det ventes, at ca. 3-400 virksomheder vil efterspørge ydelserne inden for 5 år efter aktivitetens påbegyndelse. Herudover ventes det, at en større andel vil få indirekte gavn af ydelserne primært gennem videndeling.

Nogle af virksomhederne blandt aktivitetsplanens målgruppe er allerede i gang med Build4.0 jf. kommentarer på Bedre Innovation. Disse er primært de store virksomheder og nogle få frontløbere blandt de få. Andre virksomheder, særligt repræsenteret i branchens store SMV-segment, mangler helt de basale værktøjer og viden for at komme i gang med at bruge BUILD4.0 teknologier. Repræsentanter fra disse segmenter har endvidere understøttet behovet for udvikling gennem deres kommentering på bedreinnovation.dk:

- Bygherrer og bygningsejere har behov for mere effektiv drift, forudsigelse af rettidigt vedligehold samt forbedret rådgivning vedrørende indeklimate. Hertil kommer højere kvalitet og merværdi i anvendte byggematerialer og produkter
- Rådgivende ingeniørvirksomheder har behov for specialistviden om automatiserede besigtigelsesmetoder, som kan bygge ovenpå deres nuværende kompetencer på område. Hertil kommer mulighed for at tilgå kvalitetsdata som grundlag for udvikling af nye værktøjer og løsninger til effektive bygningsbesigtigelser
- Producenter af byggematerialer og byggevarer har behov bedre konkurrenceevne i forhold til at kunne levere nye, skræddersyede og optimerede materialer og produkter til fremtidens omskiftelige marked
- Entreprenører og håndværksvirksomheder har behov for at anvende automatiserede vedligeholdelsesmetoder.

Udover den primære målgruppe, er der flere sekundære målgrupper som vil få gavn af de udviklede kompetencer. Det er eksempelvis ejendomsadministratorer samt små startup-virksomheder og it-virksomheder, som kan anvende den opnåede viden til selv at udvikle niche-værktøjer til byggebranchen. De sekundære målgrupper har Teknologisk Institut ikke tidligere været i kontakt med. Hertil kommer arkitekter og designere, som i samarbejde med byggematerialeproducenter kan udnytte nye digitale værktøjer til at skabe nye produkter, som kan sikre højere grad af bæredygtighed og merværdi i fremtidens byggeri og anlæg. Målgruppen for digitalisering i byggeriet er således meget bred og upræcis, men vil blive fokuseret til de dele af branchen, som aktiviteterne i aktivitetsplanen adresserer.

I 2017 tog Teknologisk Institut initiativ til at udbrede kendskabet til nye digitale teknologier til byggebranchen under begrebet BUILD4.0. I samarbejde med BLOXHUB og innovationsnetværket InnoBYG blev videnplatformen BUILD40.dk etableret. Efterfølgende er over 250 personer i branchen gennem workshops, møder samt en stor konference på Teknologisk Institut i foråret 2018 blevet inddraget i diskussionen om udformningen af fremtidens digitalt baserede bygge- og anlægsbranche. Hertil kommer over 50 personer fra virksomheder og institutioner, som arbejder med byggeri- og anlæg, der har kommenteret på bedreinnovation.dk og dermed givet værdifuld information om behov og ønsker i forhold til udformningen af nærværende aktivitetsplan. Heriblandt eksempelvis Emcon, Aarsleff og IBM som understreger vigtigheden af, at der udvikles digitalt baserede løsninger til produktion, drift og vedligeholdelse baseret på droner, robotter og kunstig intelligens.

Endeligt er byggebranchen specifikt nævnt i Regeringens "Strategi for Danmarks digitale vækst" fra januar 2018 og "FORSK2025 - fremtidens løfterige forskningsområder", hvor potentialerne for anvendelse af digitalisering i byggebranchen er fremhævet i afsnittet om "Fremtidens bygninger, fysiske infrastruktur og byer". Således er der fra regeringens side sat særligt fokus på byggeriets fremtidige digitale transformation som nøglen for den danske bygge- og anlægsbranche til at være godt rustet i fremtidens globale sektor. Noget som blandt andet også blev fremhævet af daværende erhvervsminister Brian Mikkelsen på tidligere omtalte konference om BUILD4.0 afholdt på Teknologisk Institut 31. maj 2018.

4) Videnspredning og inddragelse

En væsentlig del af aktivitetsplanen er at inddrage relevante virksomheder i gennemførelsen af de foreslåede aktiviteter. Det er således planen at involvere udvalgte virksomheder allerede fra dag 1 i aktivitetsplanen under hensyntagen til, at virksomhederne befinder sig på meget forskellige stader indenfor implementering af ny teknologi og digitale værktøjer.

Der vil blive gennemført demonstrationsaktiviteter i samarbejde med bygningsejere, rådgivende ingeniørvirksomheder og entreprenører med henblik på udvikling af digitaliserede og effektive bygningsundersøgelser. Hertil kommer, at virksomhederne vil blive inddraget i forbindelse med udvikling af forsknings- og udviklingsprojekter som kan danne grundlag for længerevarende udviklingssamarbejder.

Flere af virksomhederne har vist interesse i at blive inddraget gennem deres kommentering på bedreinnovation.dk, således har over halvdelen af de godt 50 kommenterende virksomheder og institutioner udvist ønske om direkte inddragelse, herunder blandt andet Rambøll, NCC, Aarsleff, IBM, Cowi, MT Højgaard, Aalborg Portland, KEA, VIA, Dansk Byggeri, SMVdanmark, Broconsult og DTU. Herudover vil virksomhedsinddragelsen også bygge ovenpå InnoBYGs BUILD4.0 innovationsnetværk, hvor der er særligt fokus på at engagere SMV-segmentet. Der vil være fokus på at få defineret grænseflader til private aktører, universiteter og andre GTS Institutter, som har relaterede aktiviteter kørende.

Videndeling er udpeget som en selvstændig aktivitet med tilhørende milepæle. Tidligere omtalte undersøgelse "BUILD4.0 giver nye muligheder i byggeri", viste et særligt behov for videndeling og uddannelse. Samme behov udtrykkes ligeledes gennem flere kommentarer på bedreinnovation.dk, herunder specifikke kommentarer fra eksempelvis LivingLean, Miljøforum Fyn, Dansk Byggeri, IBF og Buildcode.

Der vil endvidere blive udarbejdet en kommunikationsstrategi for aktivitetsplanen, som skal sikre effektiv videndeling til målgruppen. Kommunikationsstrategien vil blandt andet indeholde følgende nøgleaktiviteter:

- Nedsættelse af følgegruppe som vil blive brugt aktivt i forhold til løbende justering af aktivitetsplanens som mødes 2 gange årligt. Gruppen kommer til at bestå af 10-15 udvalgte personer fra aktivitetsplanens primære målgruppe. Følgegruppen vil blive brugt aktivt i forhold til løbende justering af aktivitetsplanen.
- Videreudbygning af den digitale platform BUILD40.dk som den centrale videnplatform for byggeriets aktører i den digitale transformation, herunder videreførelse af den under InnoBYG etablerede BUILD40-netværksgruppe
- Artikler i de skrevne medier. Det er ambitionen, at der bringes minimum 2-4 indlæg og videnskabelige artikler i fagmagasiner og konferencepublikationer. Herudover forventes det, at Teknologisk Institut ofte vil blive interviewet om nyeste teknologiske udviklinger, når de større fagmedier sætter fokus på dette. Hertil kommer, at der vil blive bragt min. 30 artikler og nyheder gennem nyhedsbreve og sociale medier. Teknologisk Instituts profiler på eksempelvis LinkedIn, Instagram og Youtube, BUILD40.dk-plattformen samt InnoBYGs formidlingskanaler vil især blive udnyttet. Ambitionen er at vækste i antal følgere for at udvide modtagergruppen.
- Konferencer, seminarer, workshops og gå-hjem-møder om BUILD4.0 i samarbejde med innovationsnetværket InnoBYG og relevante samarbejdspartnere, herunder Alexandra Instituttet og BLOXHUB. Der vil særligt i år 2 af aktivitetsplanen være fokus på, at virksomheder (særligt smv'er), brancheforeninger og uddannelsesinstitutioner kan få hands-on og demonstreret anvendelse af nye teknologier. Flere virksomheder og uddannelsesinstitutioner har allerede udtrykt interesse via deres kommentering på bedreinnovation.dk

Igennem de planlagte konferencer, gå-hjem-møder, demonstrationsforløb og møder i følgegruppen, ventes over 300 danske virksomheder indenfor den danske bygge- og anlægsbranche at få del i den nye viden. Hertil kommer den skrevne formidling igennem nyhedsbreve, artikler, posts på sociale medier, der ventes at nå bredt ud i byggebranchen. Her vil Teknologisk Institut også benytte sig af samarbejdet med blandt andet innovationsnetværket InnoBYG, som pt. tæller over 400 medlemmer, samt de relevante brancheforeninger, hvor der ligeledes er et godt samarbejde om især formidling til medlemmerne.

Der vil blive afholdt workshops og open-lab arrangementer blandt andet i samarbejde med uddannelsesinstitutioner med henblik på at udbrede viden og anvendelse af nye digitale teknologier til fremtidens ansatte i bygge- og anlægsbranchen. Således vil eksempelvis VIA University College, DTU, AMU Nordjylland, Aarhus Universitet, Arkitektskolen Aarhus, Syddansk Universitet og KEA Københavns Erhvervsakademi blive inviteret hertil. De har alle vist særlig interesse gennem deres kommentering på bedreinnovation.dk.

Der har været afholdt møder med GTS-instituttet Alexandra Instituttet om BUILD4.0-aktiviteter, for at sikre, at der udnyttes mulighederne i synergi og grænseflader mellem flere aktivitetsplaner. Endvidere afsøges internationale samarbejder i forhold til at sikre at aktiviteterne baserer sig på state-of-the-art på området. Herudover vil der blive samarbejdet med eksempelvis BLOXHUB, innovationsnetværket InnoBYG, DTU, VIA University College, Aarhus Universitet og andre førende aktører i det danske forsknings- og innovationssystem.

5) Konkrete aktiviteter

Aktivitetsplanen udspringer af Teknologisk Instituts strategiske fokus på byggebranchen nemlig at understøtte bygge- og anlægsbranchen med nyeste teknologiske viden og implementering heraf. Aktiviteterne adresserer implementeringen og brugen af nye digitale teknologier i byggebranchen gennem fire overordnede aktiviteter:

Aktivitet 1. Ny procesteknologi baseret på digitale teknologier

Formålet med aktiviteten er at udnytte digitale teknologier og værktøjer til at skabe grundlaget for optimerede produktions-/procesteknologier. Et særkende for byggematerialeproducenter er, at der til en vis

grad produceres efter trial-and-error princippet samtidig med, at kravene til materialer om bæredygtighed, energiforbrug, individualitet og holdbarhed stiger. Optimering af processer ved hjælp af digitale værktøjer er derfor en forudsætning for mere effektiv produktudvikling. Aktiviteten indeholder følgende konkrete delaktiviteter:

- Videnhjemtagning og afdækning af markedet for de nyeste digitaliseringsteknologier relevante i forhold til byggematerialeproduktion, herunder IoT, kunstig intelligens, robotter mv. Dette inkluderer videnhjemtagning fra internationale videninstitutioner samt dansk og udenlandsk industri. I kombination med eksisterende specialistviden om byggematerialer og produktionsprocesser anvendes hjemtaget viden til at kortlægge generiske muligheder for danske byggematerialeproducenter i forhold til udvikling af nye materialer og byggevarer.
- Baseret på hjemtaget viden undersøges mulighederne for implementering i mindst 1 udvalgt dansk byggematerialeproducent, hvor potentiale og nødvendige ressourcer for ikplementering kortlægges og præsenteres for branchen via møder eller artikler.

Aktivitet 2. Digitaliseret tilstandsvurdering og vedligehold af bygnings- og anlægskonstruktioner

Formålet med aktiviteten er at skabe grundlaget for mere effektive og sikre tilstandsvurderinger af bygningskonstruktioner ved anvendelse af digitale teknologier. Måledata indsamlet i denne aktivitet anvendes endvidere som en del af datagrundlaget i aktivitet 3. Aktiviteten indeholder følgende konkrete delaktiviteter:

- Kortlægning og afprøvning af tilgængelige værktøjer - eksempelvis sensorer, termografiudstyr, radar og hyperspektralkamera til skadesregistrering samt fysisk prøveudtagning og vedligehold via eksempelvis podningsudstyr og spraydyser. Disse værktøjer kan både anvendes håndholdt men har særligt potentiale påmonteret droner til automatisk indsamling af måledata.
- Udvikling af optimerede besigtigelsesmetoder af bygningskonstruktioner ved anvendelse af digitale værktøjer. Metoderne baseres på teknologier som droner, som er velegnede til indsamling af data ved især svært tilgængelige bygnings- og anlægskonstruktioner, og de udvalgte værktøjer fra kortlægningen.
- Udvikling af systemer for fjernovervågning- og besigtigelser baseret på trådløse sensorer, Virtual Reality og Augmentet Reality. Et eksempel er udvikling af systemer og procedurer, som gør bygningsejeren i stand til selv at udføre den indledende besigtigelse i samarbejde med en bygningseksperter som kan følge med fra kontoret via Virtual Reality.

Aktivitet 3. Kvalitetsdata til skadesgenkendelse og databehandling med kunstig intelligens

Formålet med aktiviteten er at udvikle værktøjer til at nyttiggøre valide data til forudsigelse af byggematerialers egenskaber, rettidigt vedligehold af konstruktioner samt vurdering af indeklima. En del af de indsamlede måledata kommer fra konkrete tilstandsanalyser i aktivitet 2. Aktiviteten indeholder følgende konkrete delaktiviteter:

- Kortlægning af relevante platforme og værktøjer baseret på kunstig intelligens til udvikling af konkrete værktøjer til skadesgenkendelse.
- Generering af kvalitetsdata via laboratorieforsøg og on-site besigtigelser, hvor der systematisk indsamles data til bestemmelse af forskellige materialer og korresponderende skadestyper. Der genereres og opsamles både data via overfladeregistrering samt registrering af skjulte fejl længere inde i konstruktionerne. Dette indebærer blandt andet registrering af skimmelvækst- og type, kemiske udfældninger, revner, afskalninger og misfarvninger. En væsentlig del af delaktiviteten er fremstilling af blandt andet mock-ups med kontrollerede defekter og skader, som kan anvendes til at træne og verificere systemer baseret på kunstig intelligens.
- Udvikling af metoder til organisering af måledata i en centraliseret database for luftkvalitet. Databasen udgør grundlaget for udvikling af specialiserede værktøjer fx platform til tablet eller mobil, som anvendes i forbindelse med besigtigelse og måling i bygninger til vurdering af indeklima.
- Udvikling af skræddersyede værktøjer baseret på kunstig intelligens. Den genererede kvalitetsdata sammenholdes med data om materialeegenskaber- og parametre, og anvendes til at udvikle

værktøjer baseret på kunstig intelligens til genkendelse af skadestyper samt forudsigelse af rettidige reparations- og vedligeholdelsestidspunkter.

Aktivitet 4. Videnformidling

Formålet med aktiviteten at udbrede viden om anvendelse af nye digitale værktøjer i bygge- og anlægsbranchen. Aktiviteten er særlig målrettet SMV-segmentet, hvor der er et særligt efterslæb i forhold til vidensniveau og implementering af digitale teknologier. Aktiviteten indeholder følgende konkrete delaktiviteter:

- Nedsættelse af følgegruppe. Gruppen, som blandt andet består af medlemmer som har kommenteret på bedreinnovation.dk, bliver løbende opdateret om fremdriften i projektet. Der afholdes møder 1-2 gange årligt, hvor fremdriften diskuteres og følgegruppen har mulighed for at kommentere og præge udviklingen.
- Udbredelse gennem konferencer, gå-hjem-møder, pressemeddelelser, artikler, nyhedsbreve, indlæg på sociale medier mv. samt udbygning af videnplatformen BUILD40.dk, som skal fungere som den samlede videnplatform for aktivitetsplanen og relaterede aktiviteter.
- Afholdelse af workshops og open-lab arrangementer, hvor virksomheder (særligt smv'er), brancheforeninger og uddannelsesinstitutioner kan få hands-on og demonstreret anvendelse af nye teknologier. Flere virksomheder og uddannelsesinstitutioner har allerede udtrykt interesse via deres kommentering på bedreinnovation.dk.
- Initiering af forsknings- og udviklingssamarbejder indenfor specifikke, afledte BUILD4.0 aktiviteter i samarbejde med virksomheder og førende videninstitutioner. Der vil endvidere være særligt fokus på muligheden for innovationsforløb med smv'er.

6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

De nye teknologiske serviceydelser er baseret på udvikling og implementering af nye teknologier, digitalisering af eksisterende ydelser samt udvikling af helt nye. Ydelserne vil være:

- Udviklings- og demonstrationsforløb med SMVer, som ønsker at implementere digitale løsninger i deres design, produktion og udførelsesprocesser.
- Udvikling af nye materialer og byggevarer i samarbejde med byggematerialeproducenter. De nye materialer og byggevarer baseres på implementeringen af digitale løsninger, herunder eksempelvis kunstig intelligens.
- Effektive og værdiskabende besigtigelser ifm. med drift og vedligehold af bygninger og anlægskonstruktioner, herunder især svært tilgængelige konstruktioner, baseret på droner og nyeste digitale værktøjer til skadesudredning. Metoderne forventes endvidere udbredt til rådgivere og andre, der også udfører besigtigelser og tilstandsvurderinger.
- Rådgivning om vedligeholdelsesopgaver udført via droner, eksempelvis til påføring af træbeskyttelse og udbedring af revner i murværk og betonkonstruktioner.
- Rådgivning om – og udførelse af - fjernovervågning og fjernbesigtigelser af bygge- og anlægskonstruktioner baseret på sensortechnologi, virtual reality og augmented reality.
- Forbedret og effektiv rådgivning om indeklima og luftkvalitet, der bygger på større og mere systematiseret og dermed validt vurderingsgrundlag.
- Udbydelse og udvikling af skræddersyede værktøjer baseret på kunstig intelligens til automatisk genkendelse af skadestyper
- Verificering og træning af værktøjer til besigtigelser via laboratorie mock-ups med kontrollerede skader og defekter.

Der arbejdes flere steder i bygge- og anlægsbranchen med både procesoptimering, materialeudvikling, databehandling og digitalisering indenfor skadesudredning, herunder også på Teknologisk Institut. Der er mange udbydere og udviklere af digitale løsninger, som kan have relevans for byggeri og anlæg. Endvidere arbejder flere rådgivere også med eksempelvis droner til overvågning af bygningskonstruktioner. Dette fremgår i kommentarerne på bedreinnovation.dk, hvor blandt andet Arkitema, Sweco, NCC, Paschal-Danmark og Broconsult beskriver, at de selv kigger på nye digitale løsninger til byggeriet. Dog mangler

disse udbydere, at kunne skræddersy løsninger til byggeriet med henblik på produktion og skadesudredning, da der her kræves særlig specialistviden om byggematerialers produktion, drift og vedligeholdelse. Det unikke ved de foreslåede ydelser og kompetencer, som udvikles og opbygges gennem aktivitetsplanen, er netop nye digitale løsninger og værktøjer – som er skræddersyet til specifikke kundesegmenter og opgavetyper – kombineret med særlig specialistviden indenfor byggematerialers produktion, luftkvalitet, drift og vedligeholdelse. Denne holistiske tilgang bringer de udviklede ydelser og kompetencer på forkant af markedet. Hertil kommer det store fokus på, at særligt branchens store SMV-segment har behov for mere grundlæggende viden om, hvordan digitale værktøjer fungerer og kan implementeres i praksis.

Teknologisk Institut er det eneste GTS-institut med strategisk fokus på bygge- og anlægsbranchen. Den specialistviden og de laboratoriefaciliteter som er opbygget indenfor byggematerialer (træ, tegl, glas og beton) – både i forhold til fremstillingsprocesser, anvendelse, tilstandsvurdering, indeklimate og vedligehold – er unik sammenlignet med eksempelvis rådgivende ingeniørfirmaer med lignende fokusområder. Denne specialistviden og disse laboratoriefaciliteter er helt afgørende for kvalitet og brugbarhed af nye digitale værktøjer til bygge- og anlægsbranchen. Hertil kommer vigtigheden af at have et godt kendskab til pågældende segmenter og specifikke virksomheder i forhold til ønsker og behov.

Der er allerede i dag efterspørgsel på flere ydelser som vedrører procesoptimering i produktion af byggematerialer samt effektive besigtigelser og overvågning af bygge- og anlægskonstruktioner. Derfor forventes det, at allerede i løbet af aktivitetsplanens sidste halvdel vil der kunne tilbydes ydelser indenfor disse emner. Tilsvarende vil det opbyggede vurderingsgrundlag indenfor indeklimate (luftkvalitet) kunne udnyttes i Instituttets rådgivningsydelser så snart værktøjet er tilgængeligt.

Herudover er der ligeledes udtrykt ønsker om udviklingen af værktøjer baseret på kunstig intelligens, som kan tage samme emner til næste niveau, hvor der kan ske en højere grad af automatisering samt åbne sig helt nye muligheder for at optimere, skabe nye materialer samt forudsigelse af bygningskonstruktioners holdbarhed og muligheden for rettidigt vedligehold. Disse ydelser udvikles i aktivitetsplanen frem til et niveau, hvor de første forsøg med implementering kan begynde. Dermed ligger disse ydelser først klar umiddelbart efter aktivitetsplanens afslutning.

7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Der vil blive samarbejdet med eksempelvis VIA University College, DTU, AMU Nordjylland, Aarhus Universitet, Arkitektskolen Aarhus, Syddansk Universitet og KEA Københavns Erhvervsakademi. Alle disse institutioner har udvist særlig interesse for BUILD4.0 gennem deres kommentering på bedreinnovation.dk, blandt andet via egen forskning på området. Formålet med disse samarbejder er således at dele viden indenfor nye digitale teknologier til bygge- og anlægsbranchen samt at definere grænseflader mellem de pågældende aktører. Dette vil ske blandt andet gennem workshops og udviklingsforløb.

Derudover vil der blive samarbejdet med udenlandske universiteter med henblik på videnhjemtagning. Særligt har eksempelvis universiteterne University of Naples, Lille University, Politecnico di Torino og ETH Zürich været med til at præge udviklingen indenfor de i aktivitetsplanens definerede indsatsområder.

Der er flere igangværende og fremtidige forsknings- og udviklingsprojekter som ventes at have relevante grænseflader med nærværende aktivitetsplan, hvor opnået viden kan spille en vigtig rolle begge steder. Af udvalgte projekter, hvor der er udsigt til værdifuld synergi kan nævnes:

- InnoBYGs udviklings- og spireprojekter, som beskæftiger sig med BUILD4.0-teknologier, herunder:
 - 3DUP. Projektets resultater kan have relevans for mulighederne indenfor nyudvikling af materialer ved anvendelse af 3D-print og andre digitale fabrikationsteknologier (aktivitet 1) samt internationale netværk (aktivitet 4)
 - BRONE. Projektet udvikler test-bed for droneinspektioner, hvilket kan have værdifuld synergi med udviklingen af digitaliserede besigtigelsesmetoder blandt andet ved brug af droner (aktivitet 2)

- INNODRONE. Samarbejdsprojekt på tværs af faggrupper og netværk med udgangspunkt i anvendelsen af droner. Ventes at have særlig synergi med udviklingen af digitaliserede besigtigelsesmetoder blandt andet ved brug af droner (aktivitet 2) samt videndeling (aktivitet 4)
- SUBSEATUNNELS. Projektet har blandt andet fokus på digital monitorering af undersøiske konstruktioner, hvilket kan have synergier med udviklingen af fjernovervågning og fjernbesigtigelser (aktivitet 2)
- VIDENBRO. Projekt til styrkelse af netværksdannelser, særlig med fokus på digitalisering og BUILD4.0. Ventes at have særlig synergi med videnformidling (aktivitet 4)
- BUILD40.dk. Platform etableret i et samarbejde mellem Teknologisk Institut, InnoBYG og BLOXHUB med fokus på videndeling indenfor anvendelsen af digitale teknologier.
- N3XTCON (Innovationsfonden 2018-2022). Projektets ventes at have relevans for mulighederne indenfor nyudvikling af materialer ved anvendelse af 3D-print og andre digitale fabrikationsteknologier (aktivitet 1) samt internationale netværk (aktivitet 4)

Herudover vil der i løbet af aktivitetsplanens gennemførelse blive indgået samarbejder med virksomheder og institutioner med henblik på at udvikle forsknings- og udviklingsprojekter indenfor BUILD4.0, som vil understøtte nærværende aktivitetsplan.

Der vil i aktivitetsplanen blive sikret nødvendig videnhjemtag fra udenlandske virksomheder, som har effektiv implementering og anvendelse af nye teknologier. Allerede nu er der dialog med internationale, innovative virksomheder som arbejder med nye teknologier til bygge- og anlægsbranchen, eksempelvis kunstig intelligens og billedgenkendelse (IBM, Microsoft, Halcon Services, Atkins, Smart VID, ViDi, RISE m.fl.), droner og sensorer til monitorering og tilstandsvurdering (Drone Harmony, SmartRock, Proseq m.fl.) og digital fabrikation (RoboDK, Xtrees, Sika, CyBe m.fl.). Dialogen ventes gennem aktivitetsplanen at fortsætte indenfor de nævnte områder. Hertil kommer international videndeling og videnhjemtagning gennem relevante platforme og communities, herunder Construction 4.0 Europe og ECTP (den europæiske teknologiplatform).

8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Teknologisk Institut er det eneste GTS-Institut med strategisk fokus på bygge- og anlægsbranchen og har 145 eksperter i divisionen for Byggeri og Anlæg, der årligt servicerer ca. 3.000 kunder. Med dette unikke kundeindgreb, og de mange byggeeksperter koblet med Institutets eksperter inden for robotter, droner, kunstig intelligens, sensorer, Internet of Things, mv., er der en unik mulighed for at udbygge den teknologiske service i Danmark til byggebranchen indenfor BUILD4.0 kompetencer. Aktivitetsplanen baserer sig på Teknologisk Instituts domænekendskab til byggebranchen med specialistviden indenfor byggematerialer i hele livscyklus af bygninger og anlæg samt erfaring og kompetencer med at skræddersy og implementere automatiserings- og digitaliseringsteknologier til specifikke sektorer, herunder til SMVer.

9) Tidsplan og milepæle

Milepæle 2019

Aktivitet 1. Optimering af produktionsprocesser for byggematerialer

- MP1.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
Kortlægning af nye digitale teknologier til fremstilling af nye byggematerialer gennemført. Kortlægningen gennemføres blandt andet via videnhjemtagning via dialog med udvalgte internationale universiteter, institutioner og virksomheder
- MP1.2 (Udvikling af teknologisk service)
Udpegning af mindst 1 relevant byggematerialeproducent i Danmark for potentiel implementering af digital teknologi

Aktivitet 2. Digitaliseret tilstandsvurdering og vedligehold af bygnings- og anlægskonstruktioner

- MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)

Nye digitalt baserede værktøjer til digitaliseret tilstandsvurdering, vedligehold og fjernovervågning, herunder droner, virtual reality og augmentet reality, kortlagt og formidlet i artikel.

- MP2.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
3-4 besigtigelser, fjernbesigtigelser og vedligehold af bygningskonstruktioner udført med anvendelse af udvalgte, kortlagte værktøjer monteret på blandt andet droner med henblik på indsamling af data og optimering (fortsættes i MP2.1, MP2.2 og MP2.3, 2020)

Aktivitet 3. Kvalitetsdata til skadesgenkendelse og databehandling med kunstig intelligens

- MP3.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
Relevante platforme og værktøjer baseret på kunstig intelligens til udvikling af konkrete værktøjer til skadesgenkendelse kortlagt og formidlet i artikel
- MP3.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
Struktur og platform for database til kvalitetsdata opsamlet gennem laboratorieforsøg og on-site besigtigelser opbygget (fortsættes i MP3.1, 2020)
- MP3.3 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
2-3 mock-ups opført i tegl, beton og træ med kontrollerede defekter og skader, som kan anvendes til at generere data til udvikling og verificering af værktøjer baseret på kunstig intelligens
- MP3.4 (Udvikling af teknologisk service)
1-2 skræddersyede værktøjer (beta-version) til skadesgenkendelse baseret på kunstig intelligens udviklet baseret på data og verificeret via mock-ups (fortsættes i MP3.2, 2020)

Aktivitet 4. Udbredelse

- MP4.1 (Inddragelse og videnspredning)
Kommunikationsstrategi udarbejdet og igangsat, herunder følgegruppe nedsat og 1-2 møder afholdt samt min. 1-2 indlæg og videnskabelige artikler bragt i relevante fagmagasiner og konferencepublikationer (fortsættes i MP4.2, 2020)
- MP4.2 (Inddragelse og videnspredning)
Afholdelse af min. 2 konferencer, seminarer, workshops og/eller gå-hjem-møder om BUILD4.0 afholdt i samarbejde med eksempelvis InnoBYG, Alexandra Instituttet og BLOXHUB (fortsættes MP 4.3, 2020)

Milepæle 2020

Aktivitet 1. Optimering af produktionsprocesser for byggematerialer

- MP1.1 (Udvikling af teknologisk service)
- For relevant teknologi identificeret i år 2019, er potentiale og nødvendige ressourcer for implementering kortlagt og præsenteret for branchen via møder eller artikler

Aktivitet 2. Digitaliseret tilstandsvurdering og vedligehold af bygnings- og anlægskonstruktioner

- MP2.1 (Udvikling af teknologisk service)
2-3 konkrete tilstandsvurderinger ved anvendelse af nye digitale værktøjer udført i samarbejde med udvalgte bygherre/rådgivere (fortsat fra MP2.2, 2019)
- MP2.2 (Udvikling af teknologisk service)
2-3 konkrete fjernbesigtigelser udført i samarbejde med udvalgte bygherrer/rådgivere (fortsat fra MP2.2, 2019)
- MP2.3 (Udvikling af teknologisk service)
Proof-of-concept af udviklet metode til vedligehold af bygningskonstruktioner demonstreret i samarbejde med udvalgte entreprenører/håndværkere (fortsat fra MP2.2, 2019)

Aktivitet 3. Kvalitetsdata til skadesgenkendelse og databehandling med kunstig intelligens

- MP3.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
Database til kvalitetsdata opsamlet gennem laboratorieforsøg og on-site besigtigelser opbygget og klar til anvendelse for udvikling af konkrete værktøjer (fortsat fra MP3.2, 2019)
- MP3.2 (Udvikling af teknologisk service)

1-2 skræddersyede værktøjer til skadesgenkendelse baseret på kunstig intelligens udviklet baseret på data og verificeret via mock-ups (fortsat fra MP3.4, 2019)

Aktivitet 4. Udbredelse

- MP4.1 (Inddragelse og videnspredning)
1-2 møder afholdt med aktivitetsplanens følgegruppe, min. 1-2 indlæg og videnskabelige artikler bragt i relevante fagmagasiner og konferencepublikationer (fortsat fra MP 4.1, 2019)
- MP4.2 (Inddragelse og videnspredning)
Afholdelse af min. 2 konferencer, seminarer, workshops og/eller gå-hjem-møder om BUILD4.0 – med særligt fokus på demonstration af anvendelsen af nye teknologier – afholdt i samarbejde med eksempelvis InnoBYG, Alexandra Instituttet og BLOXHUB (fortsat fra MP 4.2, 2019)
- MP4.3 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning)
Min. 2 forsknings- og udviklingssamarbejder initieret indenfor specifikke, afledte BUILD4.0 aktiviteter i samarbejde med førende virksomheder og videninstitutioner