

SLUTRAPPORT

MUDP forprojekt

August 2024 – marts 2025

Fuldautomatisk rensning af mursten

APRIL 2025

Af Steffen Nielsen

Lolle & Nielsen Inventions ApS



mudp

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen

Tolderlundsvej 5, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk

MUDP's hjemmeside

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse. Alle bilag skal behandles fortroligt.

SLUTRAPPORT

Fuldautomatisk rensning af mursten

FAKTA OM PROJEKTET

Projektperiode: August 2024 – marts 2025

Projektdeltagere: Lolle & Nielsen Inventions Aps, Ranlev ApS.

Bevilling fra MUDP: 596.417,50 dkr.

Projektleder: Steffen Nielsen

FORMÅL

Projektet ønsker at danne et solidt fundament for at udvikle en god og rentabel løsning til at rense mursten for cementbaseret mørtel. Med støtte fra de største nedrivningsvirksomheder ønskes det én gang for alle at skabe et solidt koncept for hele renseprocessen, fra stenene brydes ned, til de er palleteret og klar til genbrug.

Der tilstræbes en fuldautomatisk løsning der skaber et godt arbejdsmiljø, er effektiv og fleksibel i brug, og dermed sikrer at økonomien for hele værdikæden bevirker, at vi radikalt hæver andelen af sten der genbruges, med markante miljømæssige effekter til følge.

PROJEKTETS RELEVANS

I Danmark er vi foregangsland på at genanvende mursten, men det er stadig kun 15-20% af alle sten fra nedrivning der bliver genbrugt, resten ender som vejfyld, primært fordi den eneste service der eksisterer på markedet, ikke kan adskille de hårde fuger fra stenene, som siden 1940'erne er blevet industristandarden. Her gemmer sig et enormt uforløst miljø- og forretningsmæssigt potentiale som dette forprojekt ønsker at danne fundament for at gøre op med.

Byggebranchen står for 1/3 af al affald i Danmark og tegl- og mursten udgør ca. 4% af denne mængde, hvilket svarer til et årligt potentialet på ca. 250 mio. sten. Potentialet for optimering er enormt, idet langt størstedelen, ca.85% af murstenene knuses og bruges som vejfyld. Den ringe udnyttelsesgrad skyldes primært den hårde cementmørtel, hvortil der ikke findes effektive rensemetoder. Forprojektet ønsker at danne grundlag for at udvikle en rensen metode som er økonomisk-, social-, og miljømæssig bæredygtig, og på den måde understøtte byggebranchen for at komme de stadig stigende bæredygtighedskrav i møde.

Forprojektet er stærkt forankret i branchen med repræsentanter fra alle centrale stakeholders og aktører i værdikæden, og med lovende resultater inden for de tre arbejds pakker, miljø, forretning og teknologi kan der konkluderes at der er skabt et solidt grundlag for at definere et godt udviklings- og demonstrationsprojekt.

HOVEDRESULTATER, PROJEKTFORLØB OG ERFARINGER

Note: Rapportafsnittene hovedresultater, projektforsløb og erfaringer slået sammen i dette afsnit. Afsnittet er opdelt i tre fokusområder som dækker over hver sin arbejds pakke – miljø, marked og koncept/teknologi.

Miljøsporet

I projektet er der udfærdiget et miljønotat (bilag 11) som overordnet skitserer at genbrugssten med blød mørtelfuge er miljømæssig fordelagtig fremfor at anvende nye sten. Det er selvfølgelig fundamentalt for projektet og ikke overraskende, men hvad dermed er særligt interessant i dette projekt er, hvorvidt det stadig er miljømæssig fordelagtigt at rense stenene for hård mørtel fremfor at fremstille nye sten.

Undervejs i projektet udviklede konceptet og teknologien sig, og ved projektets afslutning kunne der konkluderes følgende. Med et konservativt estimat, antages det at miljøbelastningen fra oparbejdningsprocesserne er tredobbelt så høje som for afrensning af blød mørtel - som følge af et højere elforbrug, slid af klinger, og en evt. kort tørringsproces før palletering - vil drivhuseffekten, som ifølge LCA-rapporten, er den mest væsentlige miljøkategori ud fra et person-normaliseret perspektiv, stadig være signifikant bedre for genbrugscenariet (cirka -87 hhv. -38 kg CO₂-ækv./ton murstensaffald for substitution af facadesten og bagsten) end for scenariet med nedknusning til vejfyld (cirka +4,5 kg CO₂-ækv./ton murstensaffald). Da udviklingen af systemet ikke er færdigt kan miljøeffekterne fra det endnu ikke bestemmes mere præcist, men det kan med langt overvejende sandsynlighed konkluderes at det endelige koncept (bilag 13) er miljømæssig markant bedre end at fremstille nye sten.

I forprojektet er muligheder for certificering og fremadrettet strategi herfor belyst. Branchen har udviklet en EAD, ETA og overensstemmelseserklæring, der gør CE-mærkning mulig og nu kræves af Byggevareforordningen. Gamle Mursten og Genbrugssten bruger et FPC-system med stikprøvetests på rensede mursten for at dokumentere dimensioner, densitet, trykstyrke og vandsug (frostbestandighed og vedhæftning). Efter tæt dialog med direktøren for Genbrugssten gennem projektet samt andre relevante stakeholders , kan der konkluderes at den eksisterende certificeringsprocedure er velfungerende og fint kan danne grundlag for mærkningsordningen, og det ønskes at bidrage til udvikling af denne på sigt. (Se uddybende på bilag 10).

Forretningssporet

Med afsæt i en grundig markedsresearch var det målet for arbejds pakken at skabe et solidt forretningskoncept til gevinst for alle centrale stakeholders i værdikæden. For at skabe det bedste udgangspunkt for dialog blev der udviklet et idékatalog og nogle referencesten (ses på bilag 1), samt tre mulige servicesystemer, illustreret (bilag 3). På kontaktlisten (bilag 2) ses de aktører som vi gennem forprojektet har haft i tale. På bilag 4 ses en sammenskrivning af diverse stakeholders interesser, og på bilag 5 en analyse af hvordan de forskellige servicesystemer forholder sig gennem stenens livscyklus og i relation til sin kontekst.

Generelt kan der konkluderes at der er interesse i både et mobilt eller centralt anlæg. Nedrivningsfirmaer foretrækker dog det mobile anlæg, da det giver mulighed for at håndtere materialet direkte på nedrivningsstedet og dermed undgå ekstra transport og mellemlid i salget. Begge løsninger vurderes økonomisk rentable, enten gennem direkte salg af maskiner til nedrivere – som mobile enheder eller til depoter – eller via en leje- eller driftsmodel styret af en tredjepart som Genbrugssten eller Nordsten. Efterspørgslen på genbrugsmaterialer vokser, især på grund af deres 0 kg CO₂-aftryk, selvom prisen er højere. Stark har allerede introduceret genbrugssten, hvilket åbner flere salgskanaler, bl.a. GreenDozer, GenByg og Klaravik.

Det valgte koncept, som forklares dybere i teknologisporet, er skalerbart og kan både fungere mobilt og centralt via en modulær opbygning. Der er udarbejdet en grundig økonomisk analyse af konceptet som ses på bilag 15, og der kan konkluderes at konceptet er en lovende forretning i alle scenarier, hvad enten det opererer som et mobilt anlæg, et mellemstort centralt anlæg eller et stort centralt anlæg.

Teknologisporet

Der er gennemført en del researcharbejde forud for de egentlige teknologitests, som at kortlægge allerede kendte løsninger og teknologi (bilag 6), undersøge muligheder og begrænsninger med visionteknologi (bilag 8) og et studie af fugetykkelse i praksis (bilag 9).

Forprojektet har gennem lavpraktiske teknologitests undersøgt den mest effektive metode til at fjerne hård mørtel fra mursten (bilag 7, 3 sider). De mest lovende teknologier blev testet fysisk ved skæring, slibning, fræsning, mejsling og vandstråleskæring, hvor processtider og kvalitet blev vurderet. Det kan tydeligt konkluderes at skæring er mest effektiv, da den er præcis, effektiv og kan håndtere større stenblokke. Udfordringerne er behovet for fastholdelse, tørring ved vådskæring og slid på klingene.

En stor del af projektet har været den egentlige udvikling, altså her hvor vi indledningsvis arbejder med mange mulige idéer, som vi spiller op imod forskellige aktører. Herfra tegner der sig lidt færre lovende, men mere konkrete koncepter. Se bilag 12. Med afsæt i miljø- og forretningsanalysen var det

muligt at vælge en endelig løsning. Konceptet er på systemniveau skitseret op på bilag 13, hvor det ses hvordan de samme modulære elementer kan sammenstykkedes til både at være et mindre mobilt anlæg og et større centralt anlæg. På bilag 14 er det illustreret hvordan de enkelte maskinmoduler fungerer.

KONKLUSION OG PERSPEKTIVERING

Det er tydeligt, at der i branchen er stor velvillighed for at finde en god løsning på problematikken, primært for at imødekomme det store miljøpotentiale, men også for at skabe forretning. Gennem forprojektet har vi udviklet et stærkt koncept, som verificerer både miljø- og forretningspotentialet.

Den udviklede rensemetode sikrer signifikante miljøbesparelser, samt på udemærket vis ligger sig op af de allerede etablerede certificeringsmetoder. Det udviklede koncept møder de forskellige stakeholderes krav og ønsker og kan sættes i spil i forskellige konstellationer, som et mindre mobilt anlæg og som et centralt anlæg, hvilket højner chancen for en bred forankring i branchen samt et stærkere grundlag for at skabe forretning på løsningen.

Forprojektet har skabt det bedst tænkelige grundlag for at forsætte med et udviklings- og demonstrationsprojekt, nemlig at have skabt en løsning på TRL-niveau 3 der med langt overvejende sandsynlighed vil performe godt på de teknologi-, miljø- og markedsmæssige krav der er til et velfungerende system. Derfor er det som planen skitserede muligt gennem et udviklingsprojekt at nå til TRL-niveau 9.

Der er ikke gennem projektet formidlet noget offentligt materiale, da det ønskes af forretningsmæssige årsager at holde løsningen hemmelig en tid endnu. Der er dog, med bevidsthed om en mindre risiko, løbende fremvist resultater for diverse aktører, da det var vigtigt for projektets effektive fremskred at være konkret omkring løsning for at få den nødvendige brugbare kritik. Den transparente facon og lydhørhed har givet flere aktører en form for ejerskab i løsningen og det forventes at der i det fremtige udviklingsarbejde er stor opbakning fra adskillige fronter.

Læs mere om MUDP på [MUDP's hjemmeside](#).

