

# Anvendelsesområder for 3D-printing av betongkonstruksjoner

Mulighetsstudie for bruk av 3D-printing av betong i byggebransjen

Veileder:  
Rein Terje Thorstensen, UiA



## Innledning

3D-printing av betong er en form for additiv tilvirkning, og er en prosess som tilsetter materialer flytende eller i pulverform, hvor printeren så produserer den digitale 3D-modellen. Produktiviteten i dagens byggebransje tilfredsstillers ikke samfunnets økende behov for rask ferdigstilling av dagens nybygg, og prosjektoverskridelse er ikke uvanlig. Gjennom dette arbeidet vil forfatterne undersøke utfordringer og muligheter ved ulike prosjekter som fullskala 3D-printer betongkonstruksjoner på byggeplass, samt 3D-printing av preproduserte betongelementer på byggeplass eller ved nærliggende lokasjon. Formålet med denne masteroppgaven, vil være å utforske metodene for 3D-printing av betong, tilhørende designmuligheter og teknologiens økonomiske og miljømessige aspekter.

## Forskerspørsmål:

**«Hvilke anvendelsesområder vil 3D-printing av betong kunne ha innenfor byggebransjen?»**

For å kunne besvare forskerspørsmålet er det utarbeidet fire underspørsmål:

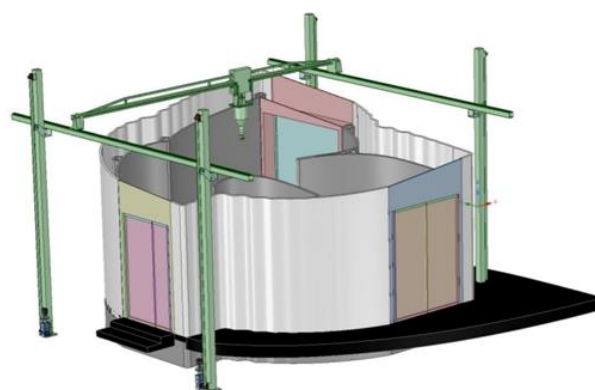
- Hvilke muligheter og begrensninger finnes for 3D-printing av betong?
- Hva er fordeler og ulemper med å fullskala 3D-printe konstruksjoner, kontra printing og montering av enkeltelementer på byggeplass?
- Hvordan kan bransjen utnytte designmulighetene?
- Hvordan kan økonomi- og miljøaspektet påvirke bruksområdene?

## Metode

I rapporten er det gjennomført litteraturstudium kombinert med kvalitative intervjuer, for innsamling av data og informasjon til å besvare forskerspørsmålet.

## Resultater og Diskusjon

Den første vellykkede fullskala 3D-printede betongbygningen i Europa «Building of development» (BOD) ble oppført i Danmark i 2017, og printet i en printerprosess på byggeplassen. Bygningen er et kontorhotell på mindre enn 50 m<sup>2</sup> og har beliggenhet i byen Nordhavn. Det ble benyttet en Gantry printer, som vist i *Figur 1*, til å oppføre kontorhotellet. 3D-printerteknologien blir i hovedsak benyttet til å printe veggelementer, søyler, fundament og bjelker. Anvendelsesområde tilhørende 3D-printing av enkeltelementer på byggeplass, vil kunne benyttes på lik linje med fullskala printing, men effektiviteten er mindre dokumentert, og er kun benyttet i mindre prosjekter.



Figur 1: Illustrasjon av 3D-printerprosess «The BOD»

3D-printing er en teknologi som håndterer komplekse former og design. 3D-printerens kapasitet til å produsere kompliserte former, åpner nye

designmuligheter og gir større utnyttelse av topologioptimalisering. Materialbesparelsene for slike 3D-printede strukturer kan nå en volumbesparelse opp til 70%, sammenlignet med konvensjonelle byggemetoder på visse elementer. Det vil i fremtiden være mulighet for standardisert optimalisering av bærende elementer som både bjelker, fundament og søyler som vist i *Figur 2*.



Figur 2: Topologioptimalisert søyle

## Konklusjon

For å besvare hovedspørsmålet har vi valgt å angripe dette gjennom punktvis besvarelse av underspørsmålene:

- 3D-printing av betong vil skape nye teknologiske muligheter, og ofte redusere total byggetid i boligprosjekter sammenlignet med den konvensjonelle byggemetoden. Krevende standardisering og manglende interesse og tillit i bransjen, setter begrensninger for anvendelsen av teknologien.
- En hovedfordel med å 3D-printe fullskala betongkonstruksjoner på byggeplass, er at man reduserer kuldebroer som oppstår når enkeltelementer monteres eller hvor hjørner

erstattes med buer. Printerhastighet og printerskala vil være tilnærmet identiske for både fullskala 3D-printing, og printing av enkeltelementer på byggeplass

- Topologioptimalisering kombinert med 3D-printing av betong, vil åpne muligheter for design av lettere og slankere konstruksjoner. 3D-printerens kapasitet til å produsere komplekse design på lik linje med ordinære geometrier, vil også gi nye estetiske muligheter.
- 3D-printing av betong vil kunne medføre betydelig økonomiske- og miljøbesparelser innen materiell og avfall, hvor materialbesparelser for enkelte byggelementer kan nå opp til 70%.

Det finnes flere anvendelsesområder for 3D-printing av betong i byggebransjen, men per i dag er teknologien fortsatt under utvikling, og har i den sammenheng en liten utbredelse blant de utførende selskapene i bransjen. Fullskala 3D-printing av konstruksjoner er foreløpig mest benyttet i bransjen, og vil være fordelaktig å anvende i prosjekter av større skala, sammenlignet med printing og montering av enkeltelementer på byggeplass. Det vil også være mulig å bygge tidligere uopnåelige design, estetikk og topologioptimaliserte former, da printeren er upåvirket av designets kompleksitetsnivå. Det vil være gunstig å anvende teknologien for produksjon av mer komplekse geometriske design, hvilket vil gi både miljø og økonomiske besparelser sammenlignet med konvensjonell metode.