

3D printet beton – Fup og Fakta

- Hvor langt er man på verdensplan og i DK?



1

05-10-2017

NCC

Baggrund

Kåre Flindt Jørgensen
Konceptudviklingschef, NCC
Afdeling: Innovation og koncepter

Uddannet bygningscivilingeniør fra DTU
i 2007

Konstruktionsdesign af flere større
byggeri:



Bella Sky Hotel



KKH Malmø

Niels Bohr
Bygningen

3D beton print (3DBP)

Firma/byggeplads besøg:

- Lund universitet, Sverige
- Enrico Dini, D-shape, Italien
- WASP, Italien
- Nanyang Technological University, Singapore
- Quindao Unique Products, Kina
- WinSun, Kina
- Contour Crafting, USA
- Total Kustom, USA
- The BOD, Danmark

2

05-10-2017

NCC



Automatiseret produktion

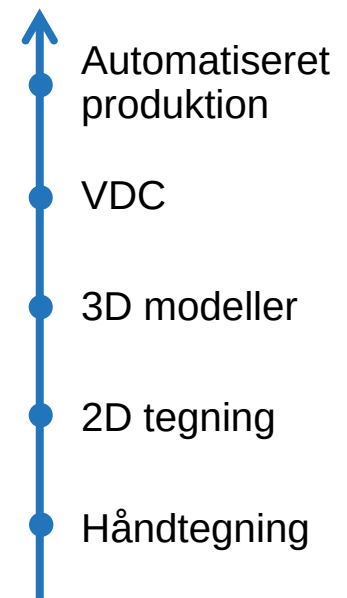
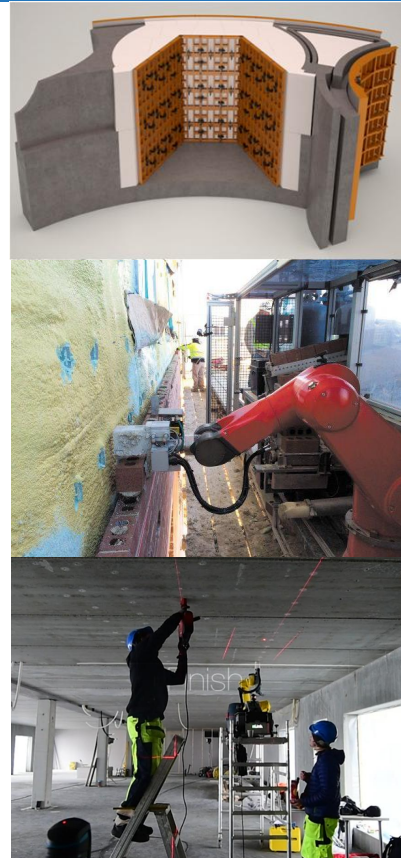
3DBP er én blandt flere områder vi undersøger ift. automatiseret produktion

NCCs fortolkning

- En række arbejdsoperationer som foregår af sig selv når de er sat i gang

eller

- Arbejdsoperationerne foregår på baggrund af digitale informationer, som enten hentes fra designet og/eller indsamles af materiellet ved eksempelvis skanning



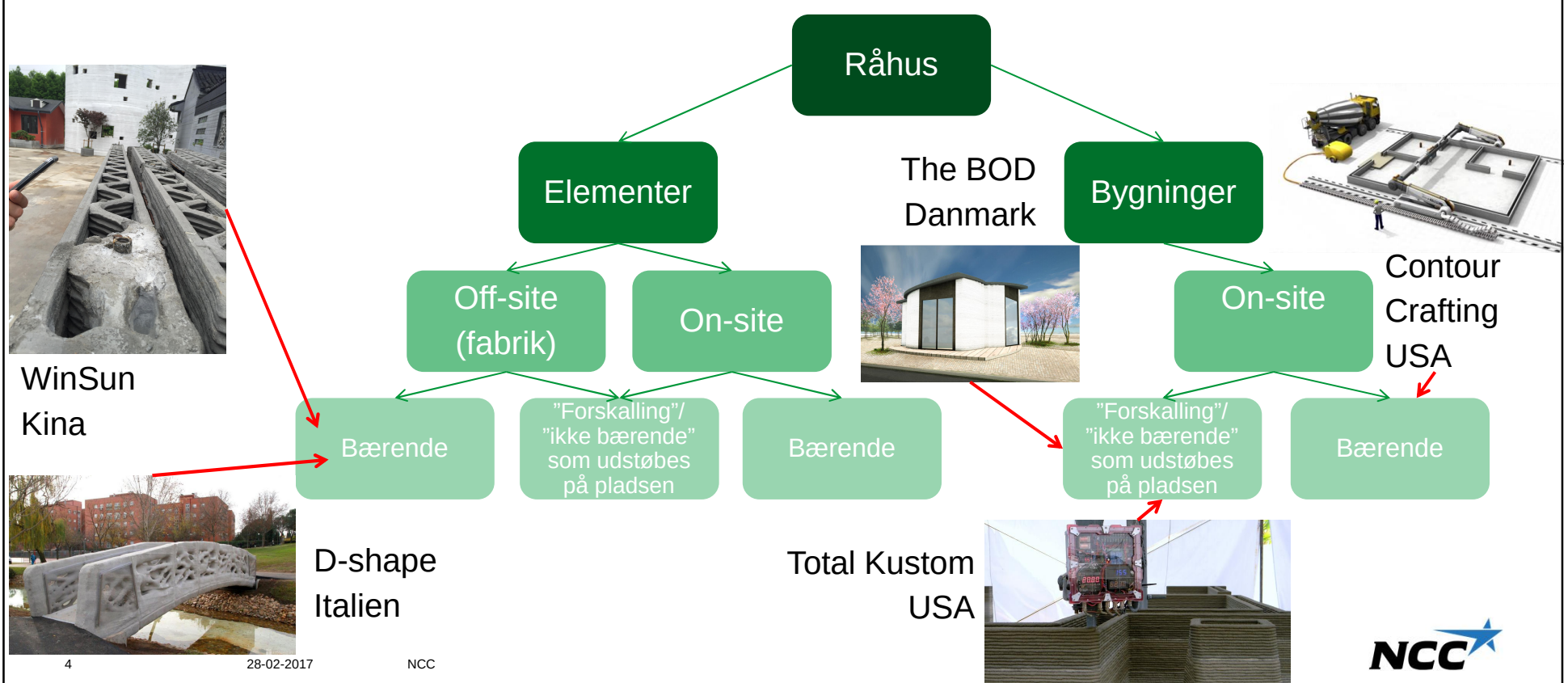
3

05-10-2017

NCC

NCC

Metodemæssige overvejelser



4

28-02-2017

NCC

NCC

Potentialer

- Forbedre effektiviteten i byggeriet
 - Øget byggetakt, da man kan printe 24-7
- Nye arkitektoniske muligheder
 - nyt marked/kundeselement
- Optimering af materialetyper og -forbrug
- Brug af genbrugsmaterialer
- Leveringssikkerhed
 - Uafhængig af belægningen hos elementleverandører
- Reproducerbarhed
 - Ensartet kvalitet
- Forbedret arbejdsmiljø
 - Printereren gør arbejdet og skal "bare" styres



5

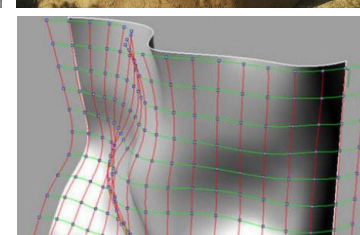
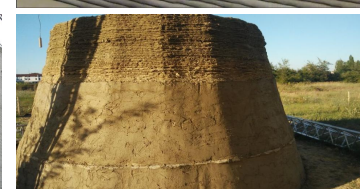
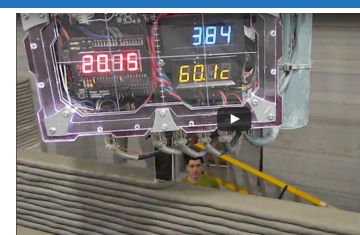
05-10-2017

NCC

NCC

Barrierer og forudsætninger

- Printerteknologi og materialer
 - Printer skal fungere under faktiske forhold på en byggeplads
 - Printer skal være driftssikker og printe ensartet
- Finish/overflader
 - Subjektiv vurdering af salgbarhed af printede overflader
- Forretningsmodel – hvad skal produktet være?
 - Ekstraordinære konstruktioner – runde bygninger, kurvede former, skalkonstruktioner...
 - Billigt byggeri - konkurrent til betonelementfabrikker, flygtningeboliger i nærområder...
- Markedsparat/Business Case
- Armeringskoncept - samspil mellem beton og armering
 - Sekventiel: Printe betonvægge som virker som forskalling og armere og udstøbe dem
 - Mangler nem måde at indføre kompleks armering ind i forskallingen
 - Simultan: Printe beton og armering sammen
 - Mangler metode hvor der kan føres beton ind mellem armeringslayout eller "printes" armering
- Normer og beregningsmetode
 - Mangler forsøgsresultater som dokumenterer styrke og materialeegenskaber
 - Mangler designmetode og beregningsværktøjer til generelt design og til de nye konstruktionstyper som 3DBP muliggør
 - Mangler tilpasning af normer



6

05-10-2017

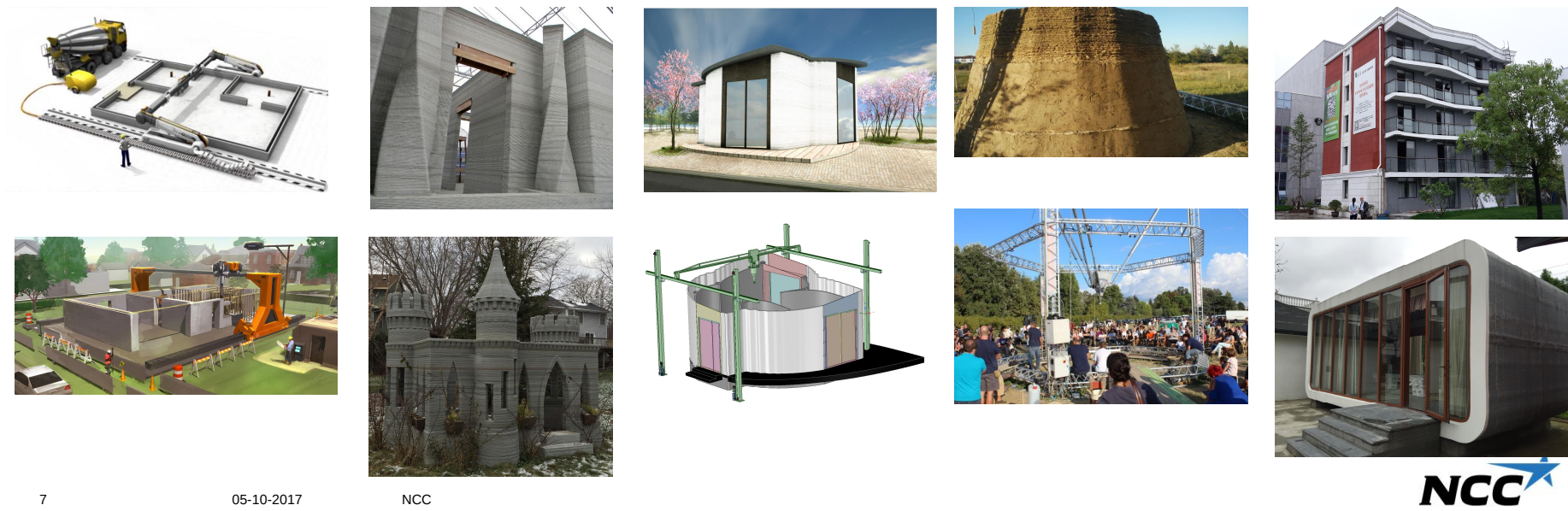
NCC

NCC

Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

- Contour Crafting, USA ● 111 patenter i USA, men ingen forsøgsbyggerier. Nyligt aftale med Doka Ventures.
- Total Kustom, USA ● Hotel suite på Filippinerne og legetøjsborg i baghave
- The BOD, Danmark ● Kontorhotel i Nordhavnen
- WASP, Italien ● Boliger i ler til tredjeverdenslande
- WinSun, Kina ● 5 etagers bygning i Kina og hotel i Dubai



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

- Contour Crafting, USA ● Total Kustom, USA ● The BOD, Danmark ● WASP, Italien ● WinSun, Kina ●

					
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion	
Printerteknologi og materialer					→
Finish/overflader					→
Forretningsmodel					→
Markedsparat/business case					→
Armeringskoncept					→
Normer og beregningsmetode					→

Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA ●	Total Kustom, USA ●	The BOD, Danmark ●	WASP, Italien ●	WinSun, Kina ●
Mange patenter, men ingen forsøgsbyggerier	Printet hotel suite og klar til DK marked	Printer pt. og benytter 20% genbrugsmaterialer (knust tegl)		5 etagers bygninger i Kina. Stadig tvivlsomt til DK marked

							
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion			
Printerteknologi og materialer		●	● ●	● ●			
Finish/overflader							
Forretningsmodel							
Markedsparat/business case							
Armeringskoncept							
Normer og beregningsmetode							

7

05-10-2017

NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA ●	Total Kustom, USA ●	The BOD, Danmark ●	WASP, Italien ●	WinSun, Kina ●
	Overflade meget flot og klar til DK marked			Overflade/finish ikke god nok til DK marked

							
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion			
Printerteknologi og materialer							
Finish/overflader		● ●	● ●	●			
Forretningsmodel							
Markedsparat/business case							
Armeringskoncept							
Normer og beregningsmetode							

7

05-10-2017

NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA

Total Kustom, USA

The BOD, Danmark

WASP, Italien

WinSun, Kina

Låser marked med patenter

Vil sælge printere og byggevarer

Klar forretningsmodel som virker i Kina. Solgt i Dubai.

					
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion	
Printerteknologi og materialer					
Finish/overflader					
Forretningsmodel					
Markedsparat/business case					
Armeringskoncept					
Normer og beregningsmetode					

7

05-10-2017

NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA

Total Kustom, USA

The BOD, Danmark

WASP, Italien

WinSun, Kina

Har printere til salg, men primært enmandsfirma. For spredt fokus.

					
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion	
Printerteknologi og materialer					
Finish/overflader					
Forretningsmodel					
Markedsparat/business case					
Armeringskoncept					
Normer og beregningsmetode					

7

05-10-2017

NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA

Total Kustom, USA

The BOD, Danmark

WASP, Italien

WinSun, Kina

Klar til marked, da print kun er forskalling. Dog ingen nem måde at indføre armering.

Printer primært ikke bærende vægge

Har udviklet koncept, men ikke modent til vestlige forhold

						
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion		
Printerteknologi og materialer						
Finish/overflader						
Forretningsmodel						
Markedsparat/business case						
Armeringskoncept						
Normer og beregningsmetode						

7

05-10-2017

NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA

Total Kustom, USA

The BOD, Danmark

WASP, Italien

WinSun, Kina

Klar til marked, da print kun er forskalling

Klar til marked, da print kun er forskalling/let væg

Siger de overholder amerikanske normer. Det har vi ikke set.

						
	Undersøgelsesfase	Udviklingsfase	Test/forsøgsbyggeri	Marked/produktion		
Printerteknologi og materialer						
Finish/overflader						
Forretningsmodel						
Markedsparat/business case						
Armeringskoncept						
Normer og beregningsmetode						

7

05-10-2017

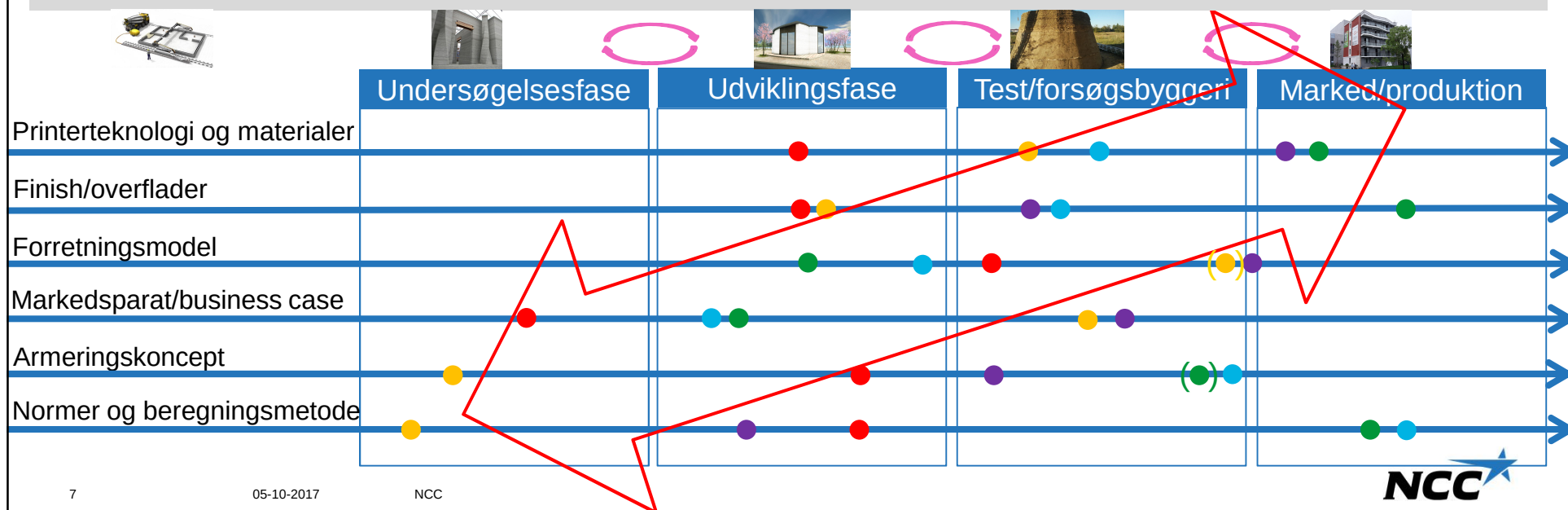
NCC



Stade på håndtering af barrierer

Subjektiv/kvalitativ vurdering af stade for 5 3DBP firmaer ift. indføring i DK

Contour Crafting, USA ● Total Kustom, USA ● The BOD, Danmark ● WASP, Italien ● WinSun, Kina ●



Udvikling i DK

Hvad er der sket i DK indtil nu?

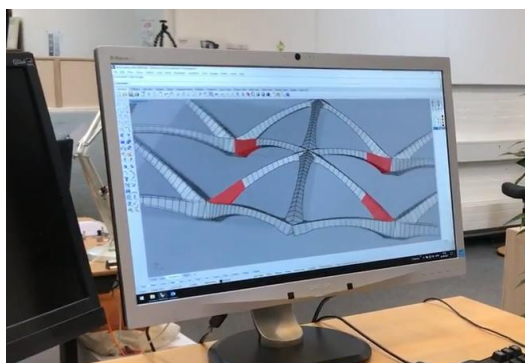
- RUC: Har bygget en printer men aldrig printet noget
- Projekt i Nyborg: Støbeprøver af bærende vægge
- Grøn omstillingsfond (GO) finansierer projekt til undersøgelse af "State of the Art", samt potentialer ved print med genbrugsmaterialer.
 - Har afholdt én 3DBP konference (28. feb. 2017)
 - Afholder ny 3DBP konference (30. nov. 2017)
 - Foredrag af bl.a. Contour Crafting, Cybe, Cazza, Sika, WinSun, m.fl.
 - Tilmelding på IDA.dk (gratis deltagelse)
- Print af havemøbler (for NCC en afløber af GO projekt)
 - Samarbejde mellem Teknologisk Institut, Kim Utzon Arkitekter og NCC
- The BOD – Kontorbygning (afløber af GO projekt)



Udvikling i DK

Havemøbler til Dome of Vision (2017)

- Udforsker mulighederne ved efterspænding af 3D-printede konstruktioner.
- Lavet ved 2 forskellige former for automatiseret produktion:
 - Nederste element (sædet) er støbt via en form som er fræset ud i polystyren, så den har samme struktur som 3D print.
 - Øvrige elementer støbt via 3DBP
- Er en del af en større buekonstruktion, men fungerer som urbane møbler
 - Var ikke vigtigt med noget stort, da vi stadig undersøger.
- **Se mere på Teknologisk Instituts stand**



NCC

9

05-10-2017

NCC

Udvikling i DK

The BOD (2017)

- Målsætningen er at blive første 3D printede bygning i Europa
- Udført af 3D Printhuset
- 50 kvm kontorhotel i Nordhavnen
- Printerdimension på 8m x 8m x 6m
- Benytter 20% genbrugsmaterialer (knust tegl) i betonen
- Støber fundamentskant som forskalling og udstøber in situ efterfølgende.
- Støber vægelementer (ikke bærende) og udfylder med isoleringsmateriale.
 - Isoleringsmateriale = fiberiseret genbrugs cellulose, genbrugs papiruld, lavet ud fra genbrugspapir fra indpakning af byggematerialer
- Indspændte søjler giver stabiliteten. Støber forskalling til søjle som armeres og udstøbes traditionelt
- Standard spærkonstruktion
- Se mere på <https://3dprinthuset.dk/the-bod/>

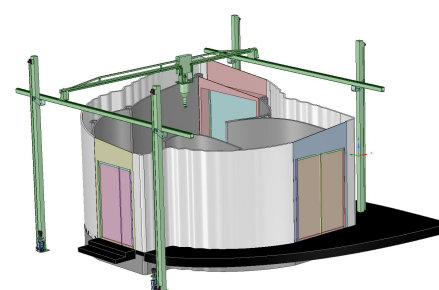
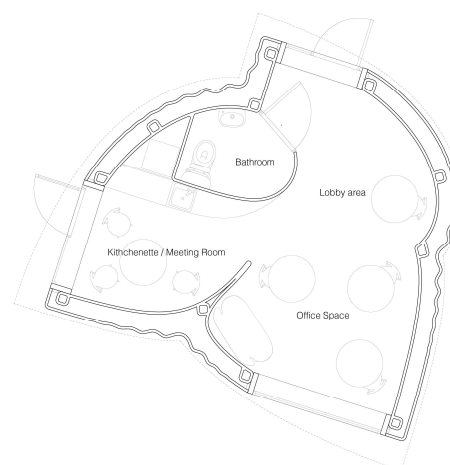
HER BYGGER

3D PRINTHUSET A/S

THE BOD (BUILDING ON DEMAND) -
EUROPAS FØRSTE 3D PRINTEDE
BYGNING



Arkitekt og Bygherre: 3D PRINTHUSET A/S	Byggerådgiver: BUNCH BYGNINGSFYSIK APS	Rådgivende Ingeniør: AFM RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S
Fundament: C.C. BRUN ENTREPRISE A/S	Byggeteknisk sparring: NCC DANMARK A/S	Materiale Rådgivning: FORCE TECHNOLOGY



NCC

10

05-10-2017

NCC

Foreløbig konklusion

Set fra en entreprenør (NCC)

- Stort potentiale og mange udviklingsinitiativer
- Fokus har været på printerteknologi
- Mangler bl.a. bygbart armeringskoncept
- En del udfordringer før udbredt i DK byggeri
 - > men første kontorhotel er undervejs i DK og snart bruges det til enkelte elementer/unikke konstruktionsdele
- NCC arbejder videre...

