

---

# 3D printere – State of the art

## Besøg hos WinSun



*Firma :*

*WinSun*

*Dato for besøg:*

*2016-06-01*

*Varighed af besøg:*

*10.00-13.00*

*Kontaktpersoner ved besøget:*

*Ms. Lynns Fang*

*Interviewet er udført af:*

*Henrik Lund-Nielsen (3D Printhuset), Simon Klint Bergh (3D Printhuset)  
Hans Blinkilde (NCC), Anders Kudsk (NCC) og Kåre Flindt Jørgensen  
(NCC)*

---

## Indholdsfortegnelse

<b>1 FIRMAET .....</b>	<b>4</b>
1.1 Historie.....	4
1.2 Vision .....	5
1.3 Finansiering.....	5
<b>2 PRINTTEKNOLOGIEN .....</b>	<b>6</b>
2.1 Øvrige printere .....	6
2.1.1 GRG (Glass Reinforced Gypsum, glasfiberarmeret gips).....	6
2.1.2 FRP (Fiber Reinforced Plastic, glasfiberarmeret plastik) .....	7
2.1.3 CMS (Crazy Magic Stone, glasfiberarmeret kunststen).....	8
2.1.4 SRC (Special Reinforced Concrete, specialarmeret beton).....	9
2.2 Betonprinter .....	10
<b>3 BYGGESYSTEM.....</b>	<b>12</b>
3.1 Vægge.....	12
3.1.1 Lodret bæreevne .....	12
3.1.2 Støbeskel (sammenhæng mellem elementer) .....	13
3.1.3 Døroverligger og vinduesåbninger .....	15
3.1.4 Stabilitet (optagelse af vandrette kræfter/skivekræfter) .....	16
3.1.5 Installationer (el).....	17
3.1.6 Isoleret vægelement.....	17
3.1.7 "Isolering" (affald) .....	18
3.1.8 Kunst/udsmykning/designfrihed .....	19
3.1.9 Efterbehandling af væggene .....	20
3.2 Dæk .....	21
3.2.1 Traditionel in-situ støbte dæk.....	21
3.2.2 Vægkonstruktion "lagt ned" .....	23
3.2.3 Traditionelt trapezpladedæk.....	24
3.3 Søjler.....	24
3.4 Bjælker.....	25
3.4.1 Overligger som traditionelle vægge.....	25
3.4.2 Bjælker af stål.....	25
3.4.3 Bjælker af armeret beton.....	25
3.5 Øvrige konstruktioner .....	26
<b>4 UDFØRTE PROJEKTER (MED BETONPRINT).....</b>	<b>27</b>
4.1.1 10 huse på 1 dag (blev ikke set under besøget) .....	27
4.1.2 Enkeltfamilie boliger .....	28
4.1.3 1 etagers kontor til kontorhuskompleks i Dubai (bygning også set på besøget) .....	29

---

4.1.4	Rund 2 etagers bolig .....	30
4.1.5	2 stk 2 etagers boliger .....	32
4.1.6	5 etagers etagebolig ejendom .....	33

**5 FREMTIDIGE PROJEKTER .....34**

---

# 1 FIRMAET

---

WinSun blev etableret i 2002 og er en high-tech virksomhed som forsker og udvikler nye materialer og produktionsmetoder til byggeriet, herunder 3D printere. WinSun har i dag ca. 200 medarbejdere og 98 nationale patenter (i Kina). Af de 200 medarbejdere arbejder ca. 60 personer med projektledelse og kun 2 personer arbejder med R&D. WinSun har ingen designere/arkitekter ansat.

WinSun har hovedkontor i Suzhou distriktet ca. 100km nordvest for Shanghai. De havde engang 4 produktionshaller, men har nedskaleret dette til 2 produktionshaller. Den ene ligger ved hovedkontoret nær Shanghai og den anden ligger midt inde i Kina.

## 1.1 Historie

---

WinSuns 14 årige historie kort fortalt (primært ifølge WinSuns hjemmeside). Se forklaringer på produkter under afsnit 2:

- 2002: WinSun opstartes
- 2002-2003: WinSun udvikler produktet GRG (Specielt glasfiberarmeret gipsplade), som det første firma i Kina.
- 2003-2004: WinSun ændrer produktionsform for GRG, så det går fra at være manuelt kunst til fuldautomatisk kontinuerlig produktion.
- 2004-2005: WinSun udvikler printerhoved og et automatisk fodringssystem, som øger produktionseffektiviteten med en faktor 10. Samtidig skabte det en mulighed for at genbruge industriaffald til GRG produktionen. Produktionsmetoden til GRG produktion er løbende blevet forbedret frem til dagsdato.
- 2006: WinSun udvikler produktet SRC (Specielt armeret beton, Special Reinforced Concrete) ved hjælp af en kombination af CNC automatiseret teknologi, 3D print teknologi og fiberarmeringsteknologi.
- 2007: WinSun udvikler produktet CMS (Crazy Magic Stone).
- 2008: WinSun laver den første 3D printede bygning.
- 2012: WinSun færdiggør det tekniske system/design for at kunne 3D printe bygninger.
- 2014: WinSun printer som det første firma i verden 10 huse på 24 timer.
- 2015: WinSun printer en 6 etagers beboelsesejendom.
- 2016: WinSun printer kontorbyggeri til Dubai<sup>1</sup>

I 2015 blev udgivet en artikel som stillede store spørgsmål ved ovenstående historie og firmaets arbejdsmetoder og som blandt andet anklagede WinSun for at have snydt sig til viden.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> <https://ing.dk/artikel/se-dubais-3d-printede-fremtidskontor-blive-bygget-184518>

<sup>2</sup> <https://3dprint.com/57764/winsun-3d-print-fake/>

---

## 1.2 Vision

---

Visionen er at udvide produktionen til hele Kina samt internationalt. Internationalt skal dette ske gennem samarbejdspartnere. WinSun vil ændre deres produktionsform fra store og immobile Gantry printere til små fleksible robotarms printere. For at mindske transport omkostningerne (både økonomisk og miljømæssigt set) er visionen at have disse små mobile printere placeret rundt omkring i Kina, så der maksimalt er 300km til en hvilken som helst byggeplads.

## 1.3 Finansiering

---

Bagmanden bag WinSun er Mr. Ma og det er lykkedes ham at finde investorer, som vil investere i to produktionshaller. WinSun er i gang med at udvide internationalt gennem partnerskaber, hvor de leverer printerne og får Royalty Fees for de producerede elementer.

---

## 2 PRINTTEKNOLOGIEN

---

WinSun har udviklet 4 forskellige materialer/printerteknologier til at opføre forskellige produkter. De producerer alt fra det bærende system (betonvægge) til beklædning af væggene (gips) og indretningen (møbler). I det følgende er de 4 printere kort omtalt, dog med særligt fokus på betonprinteren.

### 2.1 Øvrige printere

---

WinSun har udover en 3D beton printer bygget 4 andre printere som benyttes til forskellige produkter. I det følgende er beskrevet de øvrige printere, dog er dette gjort meget kort, da det er betonprinteren som har interesse for denne rapport. Vi blev på besøget ikke bekendt med hvordan nedenstående printere var opbyggede, så i det følgende er kun vist nogle illustrationer af objekter som de har printet med de enkelte printere. Det bemærkes, at nedenstående ikke er noget vi har inspiceret under besøget hos WinSun, idet vi ikke fik tilladelse til at se produktionsanlægget, men primært er uddrag fra deres hjemmeside.

#### 2.1.1 GRG (Glass Reinforced Gypsum, glasfiberarmeret gips)

GRG printeren laver objekter i glasfiberarmeret gips. Materialet kan formes i mange forskellige kunstneriske former og benyttes ofte til beklædning af overfladerne i store rum som har høje akustiske og æstetiske krav, som teatre og koncertsale. I det følgende ses et eksempel på objekter som er printet med printeren.

Guangzhou Opera House:



### 2.1.2 FRP (Fiber Reinforced Plastic, glasfiberarmeret plastik)

FRP printeren laver objekter i glasfiberarmeret plastik. Materialet kan formes i mange former og har en høj styrke. Printeren benyttes til at lave møbler og nedenfor er vist nogle eksempler på objekter lavet i printeren.

Bord fra WinSuns showroom (set under besøget):



Andre eksempler på printede objekter fra WinSuns hjemmeside.

Shanghai Volley SOHO



WINSUN Hotel



Beijing Galaxy SOHO



Beijing Wangjing SOHO



Beijing Guanghua SOHO



Nanchang Greenland Zifeng Tower



---

### 2.1.3 CMS (Crazy Magic Stone, glasfiberarmeret kunststen)

CMS printeren laver objekter i en ny type kunststen materiale. Materialet kaldes Crazy Magic Stone og er lavet af specialbehandlet kvartssand tilføjet særlige fibre, så styrken øges. Printeren bruges til at lave indvendige og udvendige gulve, vægge og tage. Efter WinSuns udsagn kan de producere 10.000m<sup>2</sup> om dagen på deres produktionslinje.

Et par eksempler fra WinSuns hjemmeside på objekter som printeren har lavet er vist nedenfor.

Shanghai Mann Tea Garden Villa:



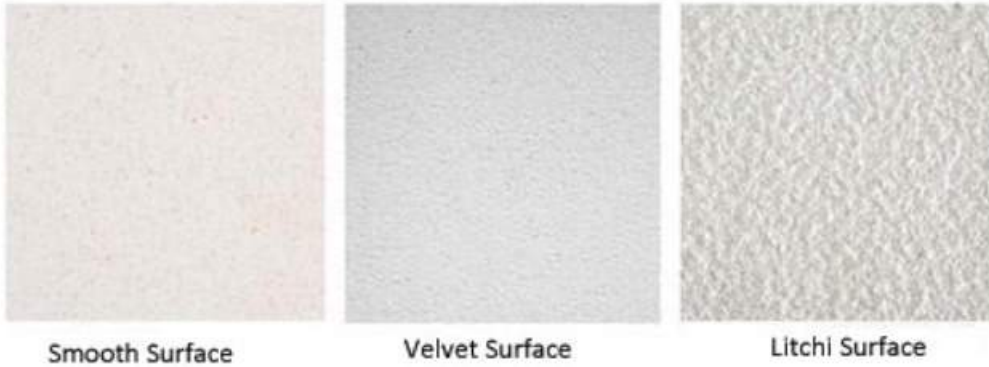
Phoenix International Media Center:





### 2.1.4 SRC (Special Reinforced Concrete, specialarmeret beton)

SRC printeren laver objekter i specialarmeret beton som hovedsageligt bruges til beklædning af facader. Facaderne kan laves i et utal af farver og i tre forskellige overflader (glat/smooth, fløj/velvet og Litchi).

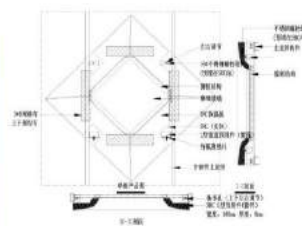


I det følgende er et eksempel på objekter fra printeren:

Beijing Strawberry Mansion:

#### YINGCHUANG 3D-Printed SRC

3D Printing Art Solidification



Beijing Strawberry Mansion

Specification : 2.6\*2.6m  
10mm thickness SRC , 80mm Insulation



---

## 2.2 Betonprinter

---

WinSun har udviklet en stor Gantry printer som de har placeret i deres produktionshaller (én hal ved hovedkontoret nær Shanghai og én hal midt inde i Kina). Printerens dimension er på 150m x 14m x 8m og det er WinSuns anden generation af deres printer. De er pt. i gang med at udvikle deres tredje generation af printerens. Vi fik ikke lov til at inspicere printerens under besøget, men har set en række bygninger som de har lavet med den, se afsnit 3 og 4.

Printerens benyttes primært til at producere elementer, som så samles på pladsen. Dvs. de har ikke skabt en stor printer for at kunne printe i store dimensioner (store elementer), men for at optimere deres produktion. De producerer altså mindre betonelementer i hele printerens længde, men elementerne er ikke større end at de kan transporteres på en lastbil. Altså svarer denne produktion meget til produktionen i Danmark med store haller, hvor man producerer betonelementer.

Det blev oplyst at printerens kun skulle betjenes af én mand. Han kunne både styre computeren/printerens, samt ilægge armering efterhånden som lagene blev printet.

Betonprinterens kan kun printe lodret. Hermed menes at printerens ikke kan placere et lag lidt skævt ovenpå det forrige lag, så væggen kan rotere eller give unikke former. Dette betyder, at printerens er begrænset i det arkitektoniske udtryk, da man for eksempel ikke vil kunne lave en søjle som roterer om sin lodrette akse (tvist), se eksempel fra USA hvor dette er gjort nedenfor.



Foto: Lewis Yakich's Hotel in the Philippines. Opført af Andrey Rudenko. Eksempel på en 3D printet søjle som roterer om sin lodrette akse.

Det blev oplyst at printeren har en kapacitet på 500.000m<sup>2</sup> om året af en standard væg med en tykkelse på 240mm, som vist på billedet nedenfor.



### Kontrolberegning af printerkapaciteten:

#### Forudsætninger:

Oplyst kapacitet af betonprinter: 500.000 kvm væg i en tykkelse på 240mm

Produktionsperiode: 300 dage pr. år og 24 timer i døgnet.

$$\rightarrow 500.000 \text{ kvm} / (300 * 24 \text{ timer}) = 69 \text{ kvm/time}$$

Bredde af baner/spor: = 40mm

Lagtykkelse (højde af lag): 15mm-19mm -> Gennemsnit 17mm -> 58,8 lag pr. m (vertikalt)

Længde af baner på 1m væg (horisontalt - udlægning af 1 lag beton):

$$\text{Sider:} = 2 * 1000 \text{ mm} = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Diagonal:} = = 1350 \text{ mm}$$

$$\text{Total:} = = 3350 \text{ mm}$$

#### Beregning:

$$\text{Total længde af baner på 1m}^2 \text{ væg} = 3350 \text{ mm} * 58,8 \text{ lag} = 197 \text{ m/kvm}$$

$$\text{Total betonvolumen på 1m}^2 \text{ væg} = 197 \text{ m} * 0,04 \text{ m} * 0,017 \text{ m} = 0,134 \text{ m}^3/\text{kvm}$$

$$\text{Hastighed af printer:} = 197 \text{ m/kvm} * 69 \text{ kvm/time} = 13593 \text{ m/time} \\ = \mathbf{3,8 \text{ m/s}}$$

$$\text{Volumen af betonprint} = 0,134 \text{ m}^3/\text{kvm} * 69 \text{ kvm/time} = 9,25 \text{ m}^3/\text{time} \\ = \mathbf{9250 \text{ L/time}}$$

Hastigheden på printeren virker urealistisk hurtig og volumenet virker også urealistisk højt. Til sammenligning kunne printeren i Rusland printe 162L/time, altså ca. 60 gange mindre.

---

## 3 BYGGESYSTEM

---

WinSun har udviklet et byggesystem til udførelse af råhus baseret på 3D print. I det følgende gennemgås WinSuns byggesystem og der knyttes nogle kommentarer til hvor overvejelserne vil have udfordringer med et dansk normsystem, hvor kravene til dokumentation i praksis formentlig er noget mere omfattende.

### 3.1 Vægge

---

I det følgende er beskrevet de overvejelser der er gjort i forbindelse med væggene.

#### 3.1.1 Lodret bæreevne

Væggene udføres typisk i en totaltykkelse af 240mm, hvor hver side er ca. 40mm tykke og siderne er så forbundet af diagonaler (også 40mm tykke). Diagonalerne indføres for at afstive væggen, så den opnår en meget større søjlekapacitet (bæreevne). Diagonalerne har typisk en vinkel på ca. 45 grader i forhold til siderne og de vil derfor afstive en vægside pr. ca. 320mm. De tynde vægsider på 40mm vil altså undgå foldning og vil kunne designes til at optage en stor trykkapacitet. Dette dog under forudsætning af at diagonalerne og siderne har tilstrækkelig sammenvirkning (medregner betonens trækkapacitet).



Der indføres manuelt vandrette armeringsjern mellem nogle af lagene i en lodret afstand som fastlægges af designet/konstruktionsingeniøren.

Man kan dog være betænkelig over om armeringen i alle tilfælde er aktiv, da armeringen ikke altid ligger i betonen, men kun ligger langs med siderne, se nedenstående billede (ikke har direkte kontakt med betonen). Den svingende udførelseskvalitet vil også give nogle udfordringer i forhold til danske normer.



Væggene vil med ovenstående design /afstivning med diagonaler) have en kapacitet som (isoleret set) kan bære mindre bygninger (forventeligt: 3-4 etager, afhængig af trykstyrken af betonen), men det vil ikke være tilstrækkeligt til at udføre høje bygninger (mange etager). Væggen skal regnes uarmeret og det vil højst sandsynligt give store problemer at få designet godkendt til danske normer, se blandt andet nedenstående kommentarer om vandrette støbeskel.

Ved høje bygninger indføres zoner mellem væggene som udstøbes efter montagen af væggen og hvor der indføres traditionel søjlearmering. Herved vil høje bygninger bære egenvægten punktvis via armerede søjler som er indført i væggen i en afstand iht. designet. Det er altså beregningsmæssigt ikke den 3D printede væg som bærer lasten i høje bygninger (i praksis vil de bære meget af lasten), men derimod de efterfølgende in-situ støbte søjler. Det blev ikke oplyst og det var heller ikke muligt at se indeni væggen på bygningen med 5 etager om der var indført søjlearmering i væggene eller ej.

WinSun oplyste at de pt. arbejder på at udføre en 3D printet bygning på 100m i højden (ca. 25-30 etager) og denne skulle benytte ovenstående metode med in-situ støbte armerede søjler indeni væggene.

### **3.1.2 Støbeskel (sammenhæng mellem elementer)**

Væggene leveres i vægelementer som har en udstrækning som svarer til hvad der er plads til på en lastbil. De enkelte vægelementer armeres sammen via bøjler som stikker ud fra enden af vægele-

mentet. Samlingerne udstøbes efterfølgende, se nedenstående billeder.



Væggene udføres ofte i en højde af 1-2 meter og stables så ovenpå hinanden. Der udføres ikke nogen form for underløbning og de vandrette støbeskel udføres altså så betonelementerne ligger knas af på hinanden. Efter danske normer vil denne praksis ikke kunne lade sig gøre, da man normalt ikke vil kunne regne overført nogen kraft mellem væggene (eller meget lidt). Man har nemlig ikke noget kendskab til kontaktfladen mellem de to elementer.

For at give noget lodret sammenhængskraft indføres der zoner hvor en gevindstang/kobling kan give lodret sammenhæng mellem to vægelementer. Koblingen indføres på fabrikken ved at udstøbe mellem to diagonaler og en side (en trekant) og indføre en kobling. Denne kobling kan så bruges til at give en trækforankring mellem to vægelementer. Der blev ikke præciseret noget om hvordan kræfterne spredes ud i væggen. Koblingen bruger de også til at løfte elementet med.



### 3.1.3 Døroverligger og vinduesåbninger

Når WinSun producerer døroverligger og vinduesåbninger udlægger de en træplade i døråbningen som printeren kan printe på, se nedenstående billede. Pladen vil kunne fjernes efter støbning, såfremt der er tilstrækkelig armering til at optage trækket. Det vil dog kræve en vis deformation af overliggeren at aktivere armeringen og derfor må der forventes en del revner. Metoden for støbning henover døroverligger er den samme som for de øvrige vægge, dog med ekstra vandret armering i væggen.

Der er flere eksempler, se nedenstående billeder, på at der optræder tydelige revner i overliggeren. Dette kan både skyldes, at armeringen ikke ligger i betonlaget, men indenfor laget og derved ikke er aktiv eller som omtalt ovenfor, at der skal en vis deformation til for at armeringen bliver aktiv, når træpladen fjernes.





### 3.1.4 Stabilitet (optagelse af vandrette kræfter/skivekræfter)

Der blev ikke angivet nogen metode til optagelse af vandrette kræfter/skivekræfter i væggene. Da der ikke er indført decideret netarmering i væggen må man formode at designet beror på trækstyrken af betonen. Det i sig selv vil give udfordringer i forhold til danske normer. Der vil derud-



---

over forekomme vandrette zoner, hvor der ingen trækstyrke er i betonen, da vægelementerne ikke er underløbet. Her må designet medtage den lodrette kobling til overførslen af trækket, samt egenvægten af bygningen. Det er dog umiddelbart ikke eftervist hvordan sammenhængen mellem vægelementerne er og hvordan kræfterne løber i væggen. Det må derfor forventes at blive svært at få godkendt designet til danske normer. WinSun har dog eksempler på indføring af vindkryds i bygningen ved at udføre dette vindkryds i en isoleret væg, se nærmere under afsnit 3.1.6, men der er dog stadigvæk ikke angivet reelle måder hvorpå skivekræfter kan optages i byggesystemet.

### 3.1.5 Installationer (el)

Installationer kan umiddelbart trækkes i væggen, men der er dog flere eksempler på at de fræses ind i væggen efterfølgende, se nedenstående billeder. Dette bør dog ikke være nødvendigt, såfremt designet (installationerne) var planlagt bedre før print.



### 3.1.6 Isoleret vægelement

WinSun har lavet nogle overvejelser omkring udformningen af et isoleret vægelement, men har umiddelbart ikke benyttet det endnu. I princippet udføres en dobbeltmur, hvor den ene del udføres med ribber/diagonaler og den anden uden. De to dele af væggen er samlet i enderne, hvilket giver betydelige kuldebroer. Winsun har ikke vist eksempler på hvordan der skal indlægges isolering imellem de dele, en opgave der vurderes at have udførelsesmæssige udfordringer.

Den ene af væggene afstives ikke af diagonaler, så der er plads til isolering. Væggen vil, grundet sin

lille tykkelse, blive udfordret hvis den udsættes for lodret last, da den ikke er afstivet af en diagonal. I praksis vil den formentligt optage en del lodret last, selvom man beregningsmæssigt kan optage al lasten i bagvæggen og derfor vil der optræde store revner medmindre der indføres en kobling mellem formuren og bagmuren til at fastholde væggen. Det kunne for eksempel være med bindere eller armering. Det er ikke blevet oplyst om WinSun bruger nogen af delene. I formuren foreslog WinSun, at der indføres en kobling som ligger på skrå og kan fungere som vindkryds. Koblingen ligger altså inde i isoleringen. Koblingen sammenvirker med væggen ved at der udstøbes beton i enderne (altså top og bund af væggen). Denne udstøbning vil dog i praksis give en kuldebro, som ikke vil kunne accepteres under danske forhold. Men ovenstående er dog et bud (dog svagt) på hvordan skivekræfter optages i væggen.



### 3.1.7 "Isolering" (affald)

Der var et noget andet forhold til affald end i Danmark. Det var meget naturligt for WinSun at i mellemrummene mellem diagonalerne, så indførte man alt det byggeaffald man havde, så man var fri for at skulle bortskaffe det, se nedenstående billede. Affaldet blev beskrevet, som havende en vis U-værdi, hvorfor den blev betragtet som isolering.



### 3.1.8 Kunst/udsmykning/designfrihed

En af fordelene ved 3D print metoden er fleksibiliteten i støbningen/printningen, idet det er "gratis" at lave varianter/afvigelser. Det kom blandt andet til udtryk ved at der flere steder var lavet plads til at der kunne indføres planter i væggen. Dette var gjort ved at undlade at udstøbe den ene side af væggen i et område og Indhakked kunne så bruges som altankasser.



---

### 3.1.9 Efterbehandling af væggene

WinSun havde udviklet en metode til at overfladebehandle væggene automatisk. De påstod at maskinen/printeren var fuldautomatisk også med hensyn til dette. Der var altså to mulige overflader, hvis man ikke ønskede det rå "printer look".

Efterpudsning af vægge med automatisk maskine:



Beklædning med gips:



Det bemærkes desuden, at der i de fleste af husene var en fugtig lugt af "våd kælder". Dette kan der dog nok gøres noget ved med installation af ventilationsanlæg.

## 3.2 Dæk

WinSun benytter to typer af dæk.

### 3.2.1 Traditionel in-situ støbte dæk

Ved WinSuns "normale" 3D printede huse udfører WinSun dækkene på traditionel vis, det vil sige som in-situ støbte dæk. Dog bruger de 3D printeren til at lave en forskalling langs kanten af dækket, så det ikke er nødvendigt at udføre forskalling af dækkene. Dette sparer tid især når dækket ikke er ret, da der vil være meget formarbejde i sådan en situation.

Dækket forskalles nedadtil som andre in-situ støbte dæk via et underliggende stilladssystem.



### 3.2.2 Vægkonstruktion "lagt ned"

WinSun har, blandt andet til kontorbyggeriet til Dubai, udført dækkonstruktionen ved at støbe en "ring", som man så efterfølgende har lagt ned. Ringen har fået ilagt armering mellem betonlagene, så de har fået en stor trækcapacitet/bøjningskapacitet. Ringene udføres i en højde på ca. 1,5m og støbes sammen efterfølgende (på byggepladsen). Sammenstøbningen vil nok være svær at få 100% tæt, så løsningen vil være udfordret i det danske klima.



Sammenstøbning af to "ringe"/elementer  
-> Støbeskel



---

### 3.2.3 Traditionelt trapezpladedæk

Alternativt udfører WinSun deres dæksystem på samme måde som man blandt andet kender det fra UK, hvor man laver underside af forskallingen med trapezplader (udstøbt med beton ovenpå, kompositvirkning) og disse trapezplader understøttes så af stålbjælker og stålsøjler.



### 3.3 Søjler

---

Søjler udføres umiddelbart som forskalling til en in-situ støbt søjle, hvor der altså efter montagen (og inden støbningen) indføres armeringen i søjlen. Ved at indføre diagonaler kan søjlen formodentligt designes på samme vis som væggene for mindre laster uden indføring af søjlearmering. Bemærk dog at der i en sådan situation vil være de samme udfordringer mht. støbeskel for søjlerne som der er for væggene.





Søjlerne kan beklædes på samme vis som med væggene.

### 3.4 Bjælker

WinSun har tre måder at håndtere bjælker på.

#### 3.4.1 Overliggerer som traditionelle vægge

Enten udføres bjælker som beskrevet under afsnittet om dørøverliggerer i afsnittet om vægge. Her gøres der ikke særlige tiltag i væggen udover at indføre armering i undersiden af dørøverliggeren.

#### 3.4.2 Bjælker af stål

Bjælkerne kan også udføres som almindelige stålbjælker, som leveres som separate elementer og boltes sammen på pladsen, se billede fra afsnit 3.2.3.

#### 3.4.3 Bjælker af armeret beton

Bjælkerne kan også udføres som armerede betonbjælker, som leveres som separate elementer.



### 3.5 Øvrige konstruktioner

Den nye produktionsform giver mulighed for nye produkter. Her er et par eksempler:



---

## 4 UDFØRTE PROJEKTER (MED BETONPRINT)

---

Følgende byggerier er der kendskab til at WinSun har udført.

### 4.1.1 10 huse på 1 dag (blev ikke set under besøget) <sup>3</sup>



---

<sup>3</sup> kilde: <http://inhabitat.com/chinese-company-assembles-ten-3d-printed-concrete-houses-in-one-day-for-less-than-5000-each/winsun-3d-printed-houses-7/>

#### 4.1.2 Enkeltfamilie boliger





**4.1.3 1 etagers kontor til kontorhuskompleks i Dubai <sup>4</sup> (bygning også set på besøget)**



---

<sup>4</sup> <http://www.gizmag.com/3d-printed-office-dubai-completed/43522/>



#### 4.1.4 Rund 2 etagers bolig





4.1.5 2 stk 2 etagers boliger





**4.1.6 5 etagers etagebolig ejendom**





## 5 FREMTIDIGE PROJEKTER

---

WinSun har 2 produktionshaller som de ønsker at producere fra og ønsker at udvide produktionen yderligere, se afsnit 1.2. Under besøget fortalte de yderligere at de inden for den nærmeste fremtid har planer om at bygge et hus på over 100m, hvilket de betragter som et gennembrud i forhold til at vise mulighederne med deres byggesystem.