

Living conditions in booming cities: Dhaka, Bangladesh



Living conditions in booming cities: Dhaka, Bangladesh

Naam : Ula Abed-Ali,
Adres : Texelstroom 15a, Lelystad
Telefoon : 06 31 93 41 69
Email : ula.abed-ali@student.hu.nl
studentnummer : 1545571

Afstudeerrichting : Bouwkunde, constructies
Afstudeerperiode : 1 februari 2012 - 1 juni 2012
Cursuscode : TBWK-AFB8-03

Afstudeeratelier "Woonomstandigheden insnelgroeiende metropolen: Bangladesh" Hogeschool van Amsterdam.

Coördinator afstudeeratelier, HvA : Dhr. B. van de Wiel
Adres : Weesperzijde 190, Amsterdam
Telefoon : 06 42 85 25 92
Email : bertvandewiel@yahoo.co.uk

Eerste examiner : Dhr G. Daams , docent bouwkunde constructies
Telefoon : 06 54 26 38 39
Email : geert.daams@hu.nl

Tweede examiner : Dhr. J.L.M Spreksel, docent bouwtechniek
Email : jean.spreksel@hu.nl



Samenvatting

In de snel groeiende metropolen van de derde wereld woont een toenemend aantal mensen in slechte omstandigheden, vaak in sloppenwijken. De verwachting is dat omstreeks 2050 ongeveer een derde van de wereldbevolking in de sloppenwijken zal wonen.

Bangladesh, een van de armste landen ter wereld heeft het moeilijk om adequate huisvesting en basisvoorzieningen te bieden voor de armen die gedwongen worden om accommodatie in de hoofdstad te vinden. Dagelijks komen nieuwe inwoners in de stad en veilig en betaalbaar wonen lijkt een moeilijke opgave te worden. De mensen in de sloppenwijken wonen in een ondeugdelijk gebouwd huisvesting wat zonder overheidsbemoeienis is ontstaan.

Om de levensomstandigheden van de bewoners in de sloppenwijken te verbeteren wordt in deze scriptie een ontwerp constructief uitgewerkt voor goedkope huisvesting, rekening houdend met klimatologische en economische omstandigheden.

Het horizontaal uitbreiden in de sloppenwijken is een bestaand probleem waardoor een tekort aan ruimte ontstaat. Door beschikbare units verticaal te stapelen wordt er meer ruimte voor infrastructuur en dichter bijeen wonen van nieuwe woningen gerealiseerd.

Het ontwerp bestaat uit een kern, van drie bouwlagen wat later verticaal uitgebreid kan worden tot vijf bouwlagen en een aanbouw van twee bouwlagen aan drie van de zijden van de kern.

Het gekozen plangebied is met vijf tot zes meter opgehoogd met zand en heeft geen last van overstromingen.

Daarom is er gekozen voor een fundering en beganegrondvloer op zand uit in het werk gestort beton.

De hoofddraag constructie van de kern is opgebouwd uit koudgewalste staalprofielen met een staalframebouw van vier bij vier meter. De aanbouw moet de mogelijkheid bieden om traditioneel uit te breiden en de constructie bestaat uit bamboe. Bamboe is een materiaal dat veel wordt toegepast in de sloppenwijken, dit omdat het materiaal beschikbaar, goedkoop en daarnaast licht van gewicht en makkelijk bewerkbaar is.

De verdiepingvloeren zijn gemaakt van bamboe met daarop een schuimbeton laag van 40mm.

De constructie kosten van de kern bestaand uit vijf bouwlagen en een aanbouw van twee bouwlagen aan drie zijde van de kern bedraagt ongeveer €6200,-.

Er is gestreefd naar een constructie van niet meer dan €1000,- per wooneenheid. De unit biedt huisvesting voor 9 gezinnen van ongeveer vier á vijf personen. Per gezin/ wooneenheid zullen de constructie kosten ongeveer €700,- bedragen. Dit is exclusief de transport kosten van het staalframe.





Voorwoord

In de laatste fase van de opleiding bouwkunde aan de hogeschool Utrecht werd mij de kans geboden om af te studeren bij het afstudeeratelier Living conditions in booming cities, Bangladesh Dhaka.

De opdracht van dit onderzoek is het ontwerpen van een klein huisvestings project voor een sloppenwijk in Dhaka, Bangladesh. Samen met studenten uit de universiteiten van Dhaka en studenten van de hogeschool van Amsterdam.

Deze kans en mogelijkheid om op deze manier af te studeren is mij gegeven door de heer B. van de Wiel, coördinator van het afstudeeratelier.

De onderzoek is in Nederland uitgevoerd en bestaat uit drie onderdelen:

- Een vooronderzoek alvorens ons vertrek naar Dhaka, Bangladesh.
- Ons bezoek van vier weken in Dhaka.
- Het uitwerken van het ontwerp, in Nederland.

Een goede begeleiding van dit onderzoek was van groot belang, daarom zou ik graag de begeleiders Geert Daams en J. Spreksel willen bedanken. Maar ook Nico Bresser, directeur FeNB2 staalframebouw en B. van de wiel, de coördinator van het atelier mogen niet ontbreken in dit ingetogen dankwoord. Allen hebben mij geholpen en geadviseerd om het uiteindelijke concept te verwezenlijken.

Voor u ligt het resultaat van een onderzoek naar het verbeteren van de woonomstandigheden in de sloppenwijken van Dhaka, Bangladesh.

Ik hoop dat u deze scriptie met plezier zult lezen en nieuwe ideeën zult verkrijgen.

Ula Abed-Ali
Utrecht, mei 2012

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Voorwoord.....	5
01. Inleiding.....	8
02. Onderzoek.....	9
2.1 Team- opdracht.....	9
2.2 Individuele onderzoek.....	9
03. Dhaka, Bangladesh.....	10
04. Veldonderzoek.....	13
4.1 Vertrek naar Dhaka.....	13
4.2 Huisvesting.....	14
4.3 Bouwmethoden en materiaalonderzoek.....	15
05. Huidige bouwtechniek.....	19
5.1 Meest voorkomende bouwmaterialen in sloppenwijken.....	19
5.2 Fundering en begane grondvloer.....	20
5.3 Bamboe verbindingen.....	21
5.4 Verdiepingsvloer.....	22
5.5 Dak.....	23
06. Projectlocatie.....	24
6.1 Plangebied.....	25
6.2 Waarom hebben wij voor dit gebied gekozen?.....	27
6.3 Uitgangspunten masterplan en woningen.....	27
07. Masterplan en ontwerp.....	29
7.1 Concept Urban Agriculture community.....	29
7.2 Het ontwerp.....	32
08. Keuze constructiemateriaal.....	34
8.1 Kern.....	35
8.2 Uitbreiding.....	35
09. Staalframebouw, Kern.....	36
9.1 Wat is staalframebouw.....	36
9.2 Voor en nadelen van framebouw.....	37
9.3 Waarom staalframebouw.....	38
9.4 Materialisatie.....	39
9.5 Verbindingen.....	44
9.6 Stabiliteit.....	45
9.7 Kooi van Faraday.....	46
9.8 Keuze bouwmaterialen.....	47
10. Bamboe, aanbouw.....	52
10.1 Wat is bamboe?	52
10.2 Voor en nadelen bamboe.....	52
10.3 Waarom bamboe.....	53
10.4 Materialisatie.....	54
10.5 Keuze constructiemateriaal.....	58
11. Kosten, constructie.....	62
12. Conclusie en aanbevelingen.....	66
Literatuur.....	68



Inhoudsopgave

Bijlagen

- A. Vooronderzoek materialen, Ula Abed-Ali en Lamya Mohamed Mohamed
- B. Tekeningen student architectuur hva, Sebastiaan van Gastel
 - B.1 Ontwerp 3D
 - Gevel aanzichten
 - plattegronden
 - Doorsnede
 - Uitbreiding
- C. Constructieve tekeningen
 - C.1 Beganegrond
 - C.2 verd. 1-2 - dak
 - Doorsnede
 - 3D.
- D. Constructieve berekeningen
 - D.1 bepalen belasting
 - D.1a Windbelasting
 - D.1b Veranderlijke belasting
 - D.1c Belasting bepalen, wanden en vloeren van schuimbeton
 - D.1d Belasting bepalen, wanden van EPS en vloeren van bamboe
 - D.2 Toetsen funderingsbalk
 - D.2 Toetsen stijl (C-profiel) uit staalframe wand
 - D.2a Toetsen van de stijl zonder beplating
 - D.2b Toetsing van de stabiliteit
 - D.2c Toetsing C-profiel op drukspanning
 - D.2d Toetsing C-profiel op trekspanning
- E.

01. Inleiding

Probleem analyse

Bangladesh staat bekend om armoede en overstromingen. Het is een delta-land met afvoer van grote hoeveelheden water uit de omringende landen en de zware moesson seizoenen hebben veel ernstige overstromingen veroorzaakt met grootschalige vernietiging van het land.

De snelle verstedelijking en migratie hebben een druk op de stedelijke centra gemaakt.

De alarmerende snelheid van de bevolkingsgroei en het probleem van de aantasting van het milieu veroorzaken op hun beurt meer ernstige overstromingen.

Dhaka, de hoofdstad en het grootste stedelijke centrum van Bangladesh, heeft het moeilijk om adequate huisvesting en basisvoorzieningen te bieden voor de stedelijke armen die gedwongen worden om accommodatie in het overstromingsgevoelige sloppenwijken van de stad te vinden.

Probleemstelling

Door de snelle groei van de aantal bewoners in de hoofdstad van Bangladesh is een tekort aan adequate huisvesting voor de armere groep.

Als een van de meest kwetsbare landen voor klimaatverandering moet Bangladesh werken aan het verstrekken van veilige en betaalbare huisvesting voor iedereen.

Hoofdvraag

Welke bouwmaterialen en -methoden zijn milieutechnisch en kosten technisch gezien geschikt voor goedkope huisvesting in Dhaka?

Om dit te beantwoorden hebben wij in de eerste maand een vooronderzoek gedaan naar natuurlijke en kunstmatige bouwmaterialen, vervolgens zijn wij vier weken naar Bangladesh, Dhaka gegaan. Daar hebben wij samen met studenten en docenten van de universiteiten van Dhaka samen gewerkt aan een workshop. Daarnaast hebben wij veel tijd in de sloppenwijken doorgebracht, waardoor goed gezien kon worden wat de huidige bouwtechniek in de sloppenwijken zijn en met welke bouwmaterialen de bewoners hun woning opbouwen. Belangrijk is dat de woningen goedkoop, zelf monteerbaar door de bewoners, duurzaam en misschien wel de allerbelangrijkste: voldoet aan de constructieve eisen.

In deze scriptie worden de resultaten weergegeven van het onderzoek naar goedkope huisvesting ten gevolge van de urbanisatie van het platteland naar de stad Dhaka in Bangladesh.

De onderzoeksvraag vloeit voort uit het hoofdthema van het afstudeer atelier Bangladesh.

02. Onderzoek

De opdracht voor dit afstudeeronderzoek bestaat uit twee onderdelen.

1) In een team (van 4 studenten uit verschillende technische disciplines) ontwerpen van een wooncomplex bestaande uit ongeveer 50 wooneenheden aangevuld met openbare ruimten, als een schoolgebouw en winkel/ gemeenschapsruimte.

Deze wooneenheden zijn bedoeld als huisvesting ten gevolge van de urbanisatie van het platteland naar de stad Dhaka in Bangladesh.

2) Een individuele onderzoek, gerelateerd op afstudeerrichting, in mijn geval bouwkunde, constructies.

2.1 team-opdracht

Mijn bijdrage bij de team-opdracht was: zorgen dat het ontwerp constructief realiseerbaar is en voldoet aan de constructieve eisen.

De randvoorwaarden voor het constructief ontwerp zijn:

- Het toepassen van lokaal bouw materiaal voor de draagconstructie alsmede het omhullend materiaal;
- Innovatieve vervangers zoeken voor dit lokaal bouw materiaal, afgeleid van lichte draagconstructies zoals te verkrijgen binnen Europa.
- Innovatieve vervangers te ontwikkelen voor het omhullend materiaal. Te denken valt aan het inzetten van EPS , jute en jute-achtig vezelmateriaal als drager voor wand-constructie elementen, e.d.
- Gezien het budget zal een wooneenheid van 15-30 m² constructief niet meer dan € 1000 mogen bedragen.

2.2 Individuele onderzoek

Mijn onderzoek zal gericht zijn op constructieve bouwmaterialen en -methoden die in Bangladesh toepasbaar zijn in een warm en vochtig klimaat en kosten-technisch gezien niet hoog zijn.

Hieruit volgt de eerste centrale vraagstelling van dit onderzoek :

Welke bouwmaterialen en -methoden zijn milieutechnisch en kosten technisch gezien geschikt voor goedkope huisvesting in Dhaka?

Deze hoofdvraag is onderverdeeld in de volgende deelvragen:

- 1) Wat voor draag constructies zijn er op basis van lokale of vervangend materiaal te realiseren. Van belang is dat één of meerlaagse bouw is uit te voeren.
- 2) Welke wandsystemen (lokaal of andere materiaal) zijn geschikt?
- 3) Welke dakconstructies zijn geschikt voor de tropische weersomstandigheden? (zon, regen, wind)
- 4) Welke type fundering van lokaal of kunstmatig materiaal zijn geschikt voor natte omstandigheden?

03. Dhaka, Bangladesh



Afbeelding 3.1: Wereldkaart



Afbeelding 3.2: Bangladesh



Bangladesh

Bangladesh is gelegen in het zuiden van Azië en is een klein land ingeklemd tussen Golf van Bengalen en India. Net als Nederland is Bangladesh een vlak deltaland en voert constant gevecht met water.

Water vormt een groot probleem in Bangladesh. Wanneer het grondwaterpeil snel stijgt door smeltwater van de Himalaya en door veel regenval, dan komen grote delen van het land onder water te staan. Bangladesh kent een tropisch klimaat met perioden met grote hoeveelheden neerslag. Van juni tot en met oktober vindt in het land een heftige moessonperiode plaats. In deze periode komen er door overstromingen jaarlijks meerdere natuurrampen voor.

Tevens is Bangladesh een van de armste, dichtstbevolkte en meest corrupte land ter wereld.

Momenteel wonen 160 miljoen bengalen op een oppervlakte die ongeveer vier maal zo groot is als Nederland. Ongeveer 30% hiervan woont in steden. Naar verwachting zal in 2050 het land 220 miljoen inwoners hebben, waarvan 63% in steden zal wonen. Door de klimaatverandering, zeespiegelstijging en omdat het bewoonbare grondoppervlak afneemt neemt de migratie naar de stad steeds meer toe.

Dhaka

Dhaka, de hoofdstad van Bangladesh, is door de hoeveelheid migratie overbevolkt. Het is ook de snelst groeiende en armste megastad op aarde. De stad telt ongeveer 16 miljoen inwoners.

Een groot deel van de stedelijke bevolking in Dhaka woont hierdoor in sloppenwijken en in een enorme armoede, slechte volksgezondheid, criminaliteit, gebrek aan sanitaire voorzieningen, een slecht ontwikkeld netwerk van wegen en ruimten en ondeugdelijk gebouwde huisvesting.



Klimaat

Bangladesh heeft een tropisch klimaat met zeer zachte winters (oktober-maart), hete, vochtige zomers (maart-juni) en een vochtige warme moessonperiode (juni-oktober).

In het moessonseizoen komen er door overstromingen en cyclonen frequent natuurrampen voor. Oorzaken hiervan zijn onder andere de ligging aan de zeer onrustige Golf van Bengalen en de ontbossing van het Himalaya-gebergte. Door de verwachte stijging van de zeespiegel zal het laaggelegen Bangladesh nog meer te lijden gaan krijgen van overstromingen.

Cyclonen met windsnelheden boven de 150 km per uur komen vooral in het kustgebied voor en kunnen veel schade aanrichten. Ook droogte kan nare gevolgen hebben. In het droge seizoen (november-april) kan zo weinig neerslag vallen dat de (rijst)oogst er ernstig onder lijdt. Ook in de regennaanden (mei-oktober) kan er te weinig neerslag vallen.

De gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid bedraagt 1400 mm in de 'droge' Rajshahi-regio en meer dan 5000 mm in de Sylhet-regio. Driekwart van de regen valt tussen juni en september en door een luchtvochtigheid van ca. 90% is het dan voor de mens bijna ondraaglijk.

De koudste maand is januari met temperaturen onder de 20°C en de heetste maand is april waarbij temperaturen tot 40°C kunnen voorkomen.

04. Veldonderzoek

4.1 Vertrek naar Dhaka

Op maandag 27 februari 2012 vertrokken wij samen met 13 studenten naar Dhaka om onderzoek te doen naar de verschillende woonomstandigheden in de sloppenwijken van Dhaka, met als doel de woonomstandigheden voor de inwoners van de sloppenwijken te verbeteren. Het onderzoek naar de verschillende sloppenwijken was erg belangrijk. Het is absoluut niet voor te stellen wat de woonomstandigheden in de sloppenwijken zijn en zeker niet voor te stellen hoe het is om daar te leven.

Door met de inwoners te praten en met initiatiefnemers van bedrijven en bouwprojecten kon er een beter beeld gevisualiseerd worden van de problemen die zich daar voordoen en om op ideeën te komen voor mogelijke oplossingen.

Wanneer je voor het eerst in de sloppenwijken loopt krijg je een shock door je heen die ervoor zorgt dat je op dat moment op bouwtechnische vlak minder in je opneemt, en je meer focust op de grote armoede die daar aanwezig is. In de sloppenwijken lopen veel kinderen spelend en rennend door de wijken heen. Iedereen kent elkaar en lijken vrolijk, maar wanneer je naar de ouderen en jongeren kijkt is er een duidelijke strijd die daar dagelijks gaande is om door deze armoede en afwezigheid van voornamelijk geld en schoon drinkwater rond te komen.

Dagelijks wordt hard aan de bouw van nieuwe huisvesting gewerkt. Dit komt omdat er dagelijks nieuwe inwoners in Dhaka komen en er tekort aan woningen zijn. Ook het tekort aan ruimte is duidelijk te zien. De smalle paden en het grote aantal bewoners op een klein oppervlak is duidelijk op te merken. Er is sprake van overbevolking, onveilige situaties en woningnood.



Afbeelding 4.1: Sloppenwijk van Dhaka, Bangladesh



Afbeelding 4.2: Sanitair en kinderen in de sloppenwijken



4.2 Huisvesting



4.3 Huisvesting hogeklassen in Dhaka

Dhaka kent drie verschillende klassen huisvesting, de hoge klassen, midden klassen en de lagere klassen.

De hoge klasse

De hoge klasse woont in villa's en luxe appartementen die in goede staat verkeren. Bij deze klassen wordt vaak volgens de Europese methodiek gewerkt, en de woningen worden door architecten ontworpen.

De mensen die in dit soort woningen wonen hebben een hoge positie in Bangladesh en werken als arts, projectontwikkelaar, architecten, bankmedewerkers of mensen die in de top werken van Europese of Amerikaanse vestigingen in Bangladesh.

De gebruikte bouwmaterialen verschillen per woning, meestal bestaat de hoofddraagconstructie uit in het werk gestort beton.

De midden klasse

De midden klasse woont in appartementen complex, dat door weinig of geen onderhoud in slechte situatie verkeren. Hier wonen mensen met vast inkomen als restaurant medewerkers, markt- en winkelondernemers en beveiligers.

Ook deze appartementen hebben meestal een hoofddraagconstructie van beton. Het beton wordt in Dhaka ter plaatste gestort. De constructie elementen bestaan meestal uit vierkante kolommen en balken. De wanden worden met bakstenen opgevuld tussen de kolommen en balken met daaroverheen een cementlaag.

De lage klasse

De lagere klassen, meestal de migranten, wonen voornamelijk op een illegaal stuk grond in de sloppenwijken. Deze type woningen zijn door de bewoners zelf opgebouwd uit lokaal beschikbare en goedkope materialen als bamboe, golfplaten en bamboematten.

De woningen worden om kosten te besparen zo goedkoop mogelijk gerealiseerd. Veel van deze inwoners werken als een riksja chauffeur.

In de sloppenwijken van Dhaka worden continue veel nieuwe woningen gerealiseerd. Zowel de ouderen als kinderen werken hard aan het opbouwen van de sloppenwijken.



4.4 Huisvesting midden klasse (wooncomplex achter) en lagere klassen (sloppenwijken)



4.3 Bouwmethoden en materiaalonderzoek

Omdat er in Bangladesh te kort aan bouw materiaal is en geen grote industrieën zijn voor het produceren van bouwmaterialen wordt er voornamelijk gebruik gemaakt van lokale materialen.

Tijdens ons bezoek in Dhaka hebben wij in de eerste weken naast het bezoeken van de sloppenwijken bezoek gebracht aan verschillende bedrijven, leveranciers, ondernemers en instituten waaronder 'Housing and building research institute'. De onderstaande tabel geeft de onderzochte bouw materiaal prijzen weer van Bangladesh. De prijzen zijn gegeven in taka (geldeenheid van Bangladesh. 1 euro = 107,42 taka) en in euro's.

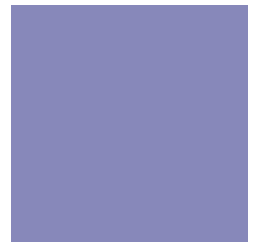
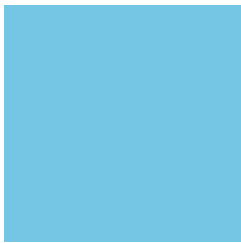
Materiaal	Prijs (taka)	Afmeting	Prijs (Euro)	Afmeting
Bakstenen	6-7	1 brick	€ 5,83	m2
Bamboe	230	30 feet (9114 mm)	€ 0,23	m1
Bamboe (geweven)	45	1.5' x 3.5' (38 mm x 89 mm)	€ 1,24	m2
Beton	150	cft. (0.028316 m³)	€ 49,31	m3
Gewapend beton	250	cft. (0.028316 m³)	€ 82,19	m3
Cement	520	bag (50kg)	€ 0,10	kg
Eps	4400	m³	€ 44,00	m3
Golfplaten	6250	-	€ 3,48	m2
Leem/modder	800	100 cft.	€ 2,63	m3
Plastic	4	per yard	€ 0,04	m1
PVC buis	15	per yard	€ 0,15	m1
Staal, (wapening beton)	75	Kg	€ 0,70	Kg
Staal, gegalvaniseerd ijzer	100	Kg	€ 0,93	Kg

Tabel, Materiaal prijzen van Bangladesh, Dhaka (2012)

Bron: Dhr. Kabir, docent Brac University, Dhaka.

Housing and building research instituut, Dhaka.

Dhr. Anwar Hussein, aannemer en EPS specialist



4.3.1 Bakstenen

Bakstenen zijn het belangrijkste bouw materiaal voor Bangladesh. 90% van de stenen van het land zijn afkomstig van verouderde en vervuilde baksteenproducenten. Baksteenfabrieken zijn om de paar kilometer te vinden en zorgen samen voor een enorme uitstoot en vervuiling in de stad. Bakstenen worden op allerlei manier gebruikt in combinatie met beton, bamboe en andere bouwmaterialen. Over het algemeen wordt het gebruikt om de betonnen constructie op te vullen. In de sloppenwijken worden bakstenen gebruikt voor de beganegrond, door de bakstenen op te stapelen wordt het bij laagbouw gebruikt als wand. Het Rayar Bazar nationaal monument van Bangladesh bestaat ook uit bakstenen. Het veelvoudige gebruik van bakstenen komt omdat het materiaal met grote hoeveelheid aanwezig en goedkoop is.



Afbeelding 4.1: Bakstenen in Bangladesh



4.3.2. Beton

Beton wordt hoofdzakelijk samengesteld uit mengsel van cement, water, grind en zand.

Beton wordt in Bangladesh geprefabriceerd of ter plekke gestort. Prefab elementen zijn relatief duur en worden in weinig projecten toegepast.

Omdat in Bangladesh de arbeidskosten erg laag zijn is het goedkoper om de beton in het werk te storten. De ter plaatse gestort beton wordt ter plaatse in betonmixers samengesteld om het op de bouwplaats in bekistingen te storten. Dit gebeurt ook door de beton in een mand op het hoofd te dragen en ter plekke te storten. De werkzaamheden gebeuren door zowel de vrouwen als de mannen, met erg lage loonkosten.



Afbeelding 4.2 Beton gebruik in Bangladesh



4.3.3 Staal

Het gebruik van staal komt weinig voor in Bangladesh. Voor de utiliteitsgebouwen en bruggenbouw wordt wel steeds meer gebruik gemaakt van staal. In de sloppenwijken daarentegen komt staalgebruik bijna niet voor in de huizenbouw. Ook in de sloppenwijken wordt gerecycled staal gebruikt voor grotere gebouwen als een schoolgebouw. Om het opwarmen van staal door de zon te voorkomen wordt het staal met bamboematten bedekt.

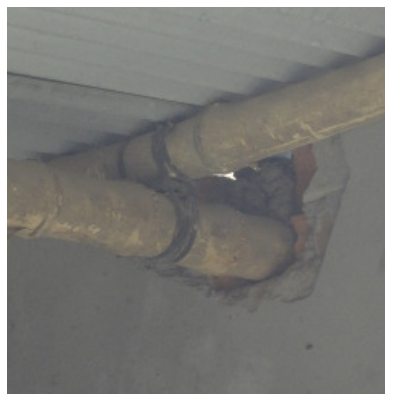
Bangladesh beschikt zelf niet over ijzerertsminen. Tachtig procent van het gebruikte staal komt van schepen. Daarom is de sector van scheepsafbraak zo belangrijk.



Afbeelding 4.3: Staal gebruik in Bangladesh

4.3.4 Bamboe

Bamboe constructies komen alleen voor in de sloppenwijken. In de midden en hoge klassen huisvesting komt bamboe niet voor. Dit komt door een aantal oorzaken. Onbehandeld bamboe heeft een korte levensduur, daarnaast splijt het materiaal snel en is het gevoelig voor schimmels en bacteriën. In de sloppenwijken van Dhaka zie je ook steeds meer nieuwe woningen in de sloppenwijken die gemaakt worden van 2 lagen woningen van bamboe als constructiemateriaal. Deze woningen zijn sterk genoeg maar moeten echter wel om de paar jaar vervangen worden. Dit wordt gedaan door de bewoners zelf, zodra de bamboe niet meer goed uitziet wordt het vervangen door een nieuwe bamboestam. De bewoners houden zich ook dag en nacht bezig met het verbeteren en aanpassen van hun woning. Ook bamboe wordt gebruikt in combinatie met andere bouwmaterialen als baksteen en beton.



Afbeelding 4.4: Bamboe als constructiemateriaal in de sloppenwijken van Dhaka



4.3.5 bouwmethode in de sloppenwijk

De wijze van materiaalgebruik en bouwmethode in de sloppenwijken is gebaseerd op de technieken die men leerde van vader op zoon. Cultuur speelt hierin een belangrijke rol. Men heeft een traditionele manier van bouwen dat maar geringe verbeteringen kent.

Enerzijds is zo'n traditie een rijke bron van kennis over bamboe, maar anderzijds ontbreekt er een verdere ontwikkeling. De mensen bouwden vroeger bovendien op hun gevoel. Dat ging wel goed, maar er kleven aan zo'n benadering ook nadelen. Zo gebruikte men in het algemeen meer materiaal dan nodig was en de constructies waren niet altijd veilig.

De kwaliteit van het bouwen met bamboe, is over het algemeen te wijten aan verschillende redenen:

- Bamboe wordt niet of op onjuiste methode behandeld;
- Er is een gebrek aan vaardigheden voor het verbinden en aansluiten van het materiaal;
- Er zijn onvoldoende middelen en er is gebrek aan afwerkingsmaterialen.

Bovendien zijn de mensen, hoewel ze zich bewust zijn van de kracht van bamboe, terughoudend om permanente structuren te maken. Dat komt grotendeels omdat ze bang zijn voor de niet duurzaamheid van het materiaal en de onzekerheid over hun verblijf.

05. Huidige bouwtechniek in de sloppenwijken

5.1 Meest voorkomende bouwmaterialen in de sloppenwijken

In de sloppenwijken van Dhaka worden continue veel nieuwe woningen gerealiseerd. Zowel de lokale bewoners als de werknemers werken hard aan het opbouwen van de sloppenwijken. Omdat er in Bangladesh een tekort aan bouw materiaal is en geen grote industrieën zijn voor het produceren van bouwmaterialen wordt in sloppenwijken vooral gebruik gemaakt van lokale materialen, zoals bakstenen en bamboe.



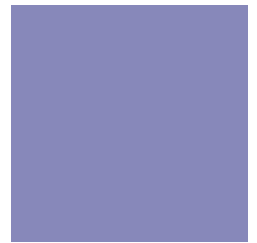
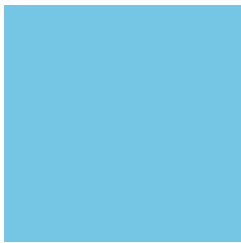
Afbeelding 5.1: één laag bamboe constructie. (nieuwbouw)



Afbeelding 5.2 Eén laag bamboe constructie, combinatie met baksteen en cement (nieuwbouw)



Afbeelding 5.3: Bamboe constructie, constructie is bezweken.



5.2 Fundering en beganegrondvloer

Over de fundering van de huizen valt niet zo veel te zeggen, omdat deze meestal gewoon weg niet aanwezig is. Ook de vloeren zijn van lage kwaliteit, deze bestaan meestal uit bakstenen. De bakstenen worden naast of op elkaar gestapeld en soms met een cementlaag bedekt.

De bamboe constructie wordt in de grond (zand of kleilaag) gedrukt. Op de bamboestructuur wordt houten balken of half gesneden bamboe naast elkaar gelegd.



Afbeelding 5.4 Om de woningen op te hogen wordt gebruik gemaakt van bakstenen en houten balken.



Afbeelding 5.5: Beganegrondvloer van bakstenen, opbouw: zand- bakstenen - zandlaag



Afbeelding 5.6: Ophoging woning met behulp van bamboe. B.G. van bamboe



5.3 Bamboe verbindingen

De bamboeverbindingen worden voornamelijk gemaakt van gerecyclede (C&G) banden. Ook komen verbindingen van ijzerdraad, jute, touw en stof voor. De verbindingen gaan na loop van tijd losser zitten en worden door de bewoners opnieuw bevestigd. Ook moeten de bamboe stammen regelmatig vervangen worden. Door de slechte bamboe verbindingen is de constructie ook minder sterk en stabiel, waardoor binnen de kortste keren en vooral bij slecht weer en bij overstromingen de woning in elkaar stort.



Afbeelding 5.7: Verbinding bamboe met ijzerdraad



Afbeelding 5.99: Verbinding bamboe met touwen



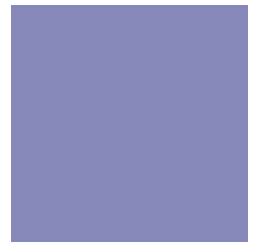
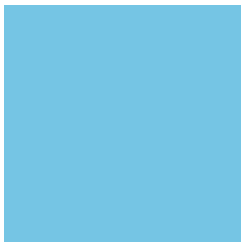
Afbeelding 5.8: Verbinding bamboe met touwen



Afbeelding 5.10: Verbinding bamboe met jute



Afbeelding 5.11 Verbinding bamboe met gerecycled (C&G banden)



5.4 Verdiepingsvloer

Wanneer er een verdieping in het huis zit wordt meestal ook gebruik gemaakt van bamboe, daarop houten planken of afgesneden bamboe. De meeste huizen in Dhaka en deze omgeving zijn op dezelfde manier opgebouwd. Alleen de gevelbekleding verschilt nog wel eens.



Afbeelding 5.12 Opbouw verdiepingsvloer, bamboe-stam, plastic laag, gestort beton van circa 100mm.



Afbeelding 5.13: verdiepingsvloer met bamboe en hout



Afbeelding 5.14: Onderzijde detail verdiepingsvloer, bamboe, plastic, gestort beton



5.5 Dak

De daken zijn over het algemeen gemaakt van (verzinkte) golfplaten, die bevestigd worden aan de bamboeconstructie. Veel regen of wind kunnen deze woningen niet aan.

Het gebruik van golfplaten voor behuizing heeft naast de voordelen dat het sterk, waterdicht, goedkoop en eenvoudig toe te passen is enkele nadelen. Golfplaten hebben geen isolatievermogen, waardoor het geheel blootgesteld is aan de felle tropische zon. Tijdens het regenseizoen zijn de golfplaten zeer luidruchtig en brengt veel problemen als roest en veiligheid met zich mee.



Afbeelding 5.15: Dak van gestapeld bamboematten.

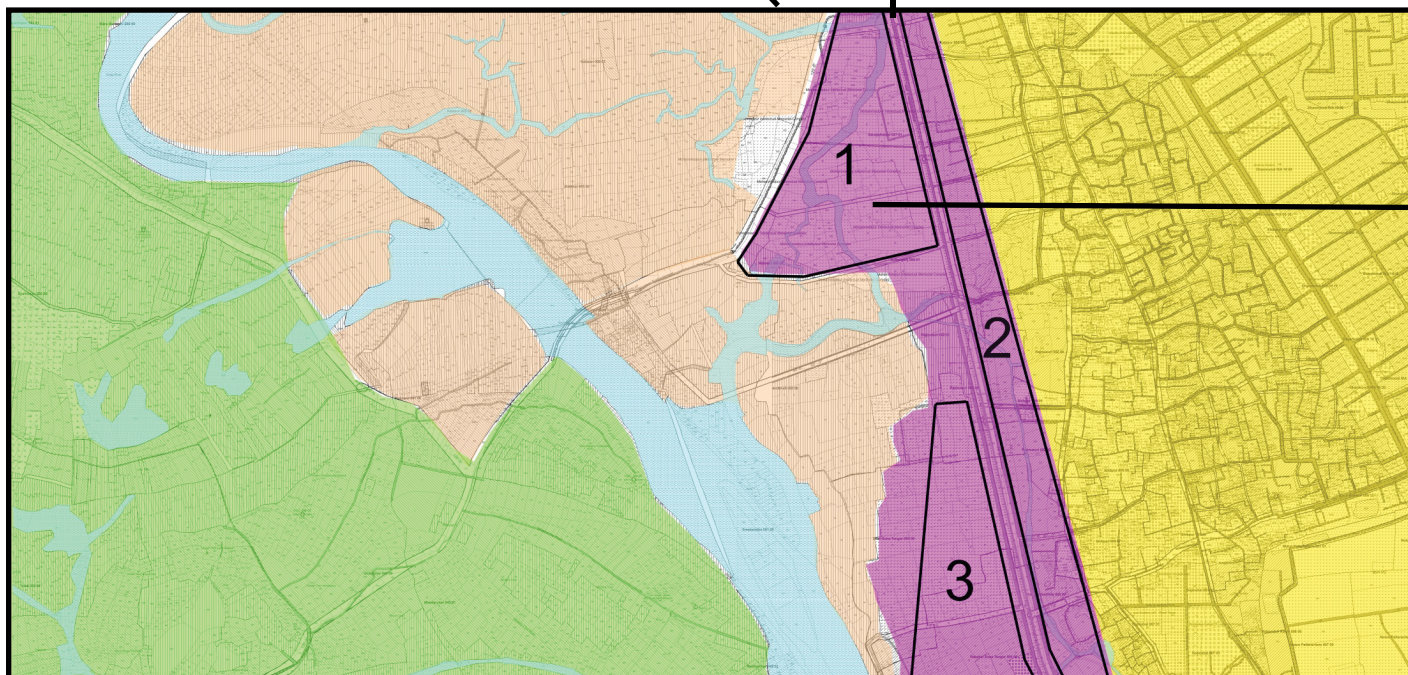


Afbeelding 5.16: Dak



Afbeelding 5.13: Golfplaten i.c.v. bamboe constructie,

06. Projectlocatie





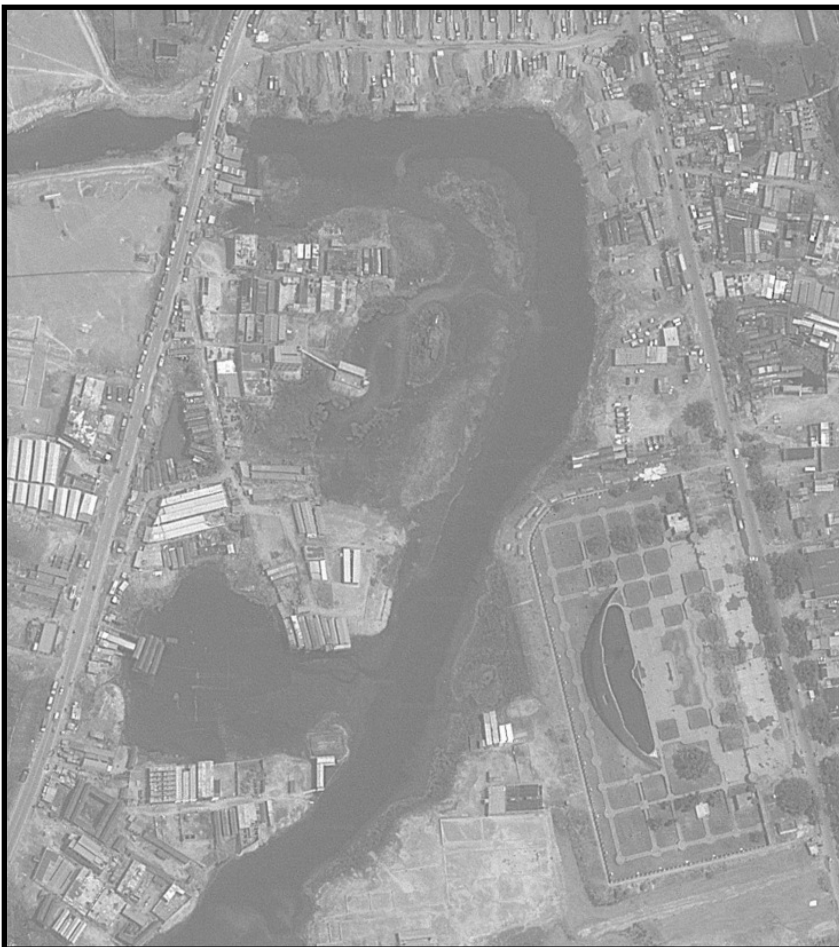
In de laatste twee weken hebben wij samen met studenten van de universiteit van Dhaka samen gewerkt. In de eerste week moesten wij voor ons project een keuze maken voor een locatie in Dhaka. Het projectgebied moest vervolgens geanalyseerd worden en in kaart worden gebracht.

Allereerst hebben wij de locatie in kaart gebracht waarna we daarna het aantal bewoners, huidige woning grote en familie grote hebben onderzocht.

6.1 Plangebied

Het gekozen projectgebied ligt direct achter het Rayar Bazar nationaal monument van Bangladesh in het gebied Zafarabad nabij Dhanmondi in Dhaka.

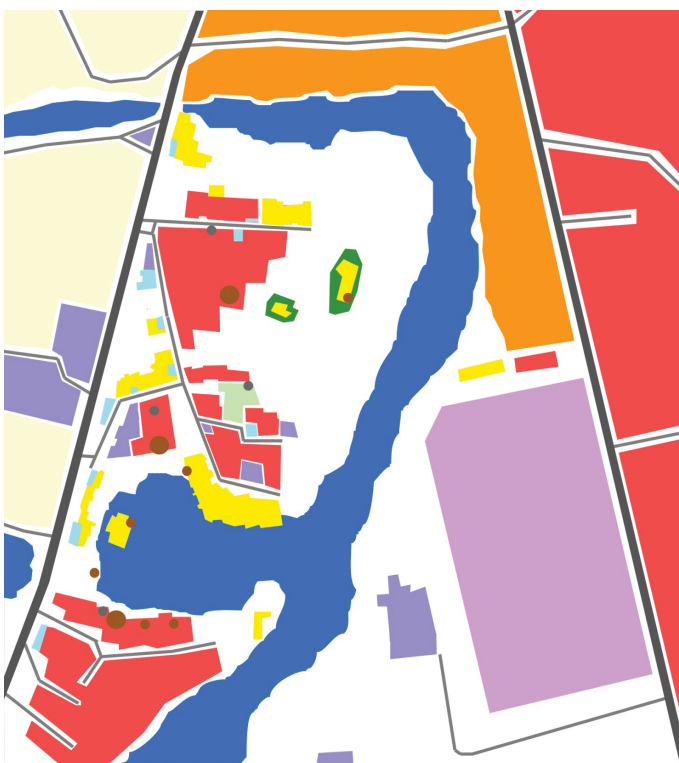
Er moet een koppeling komen met de sloppenwijk en de rest van de stad. Vandaar dat het gebied aan de rand van Dhaka ligt, om deze koppeling mogelijk te maken.



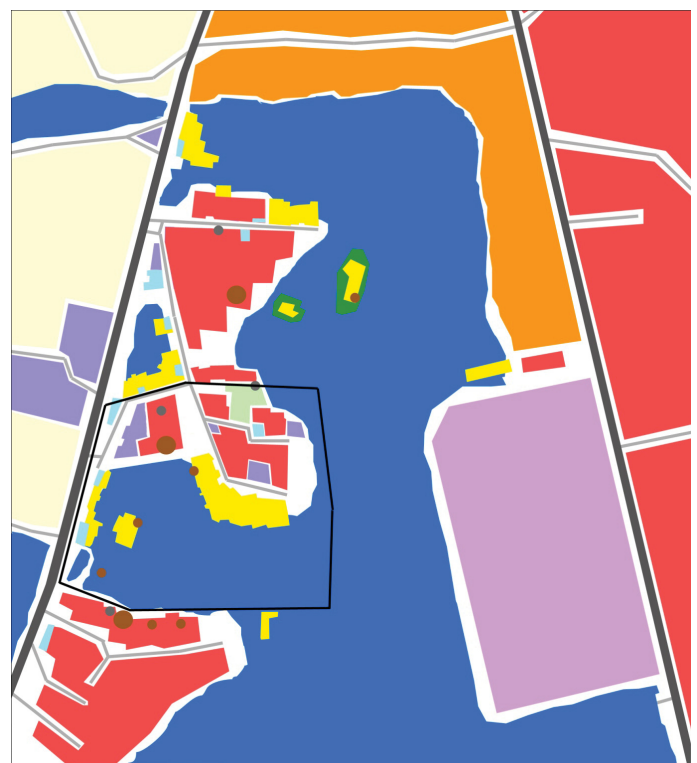


De onderstaande afbeeldingen zijn twee verschillende situaties van het plangebied. Namelijk het gebied tijdens het droogseizoen en natseizoen. Met zwart omcirkeld gebied is de uiteindelijke locatie waar ons masterplan over gaat.

Het gekozen gebied beslaat ongeveer 50.000 m² waarbij 70% bestaat uit land en 30% uit water bestaat. Het gebied op land is een met zand verhoogd gebied van circa 5 meter. Het is zover verhoogd dat het tijdens het moessonseizoen geen last heeft van overstromingen. Het gebied bestaat uit ongeveer 150 woningen en 20 winkels en/of bedrijven. Een gezin bestaat uit gemiddeld 5 personen, waarbij een klein percentage van de kinderen naar school gaat.



Plangebied tijdens droogseizoen



Plangebied tijdens natseizoen

	Hoofdwegen		woningen op palen
	wegen		Supermarkt
	water		fabrieken
	monument		landbouw
	baksteenfabriek		sanitatie
	Verhoogd gebied		waterbron
	woningen op het land		



6.2 Waarom hebben wij voor deze projectlocatie gekozen

De project locatie moest een echte sloppenwijk zijn.

Veel locaties in het plangebied waren niet echte sloppenwijken, maar 'gewone' huizen. Wij wilden een sloppenwijk die echt onze hulp nodig heeft om het levensomstandigheden van de bewoners te verbeteren. Daarom zijn wij begonnen met het verdelen van de locatie in het plangebied volgens de ervaringen die wij in de eerste twee weken hebben gezien.

De projectlocatie moest zowel water als land hebben.

Wij wilden een locatie waarbij er zowel water als land bevindt, zodat er variatie ontstaat bij het ontwerpen. Daarnaast willen wij van het water gebruik maken om te kunnen vissen, voor de voorzieningen van irrigatiewater, transport (van producten en mensen), recreatie en het ontwerpen van drijvende woningen.

De projectlocatie moest 'economisch actief' zijn.

Ons idee is het creëren van een zelfvoorzienende gemeenschap die hun producten verkoopt om de lokale economie een impuls te geven. Daarom wilden we een locatie die al een soort van economie heeft en daarom economisch actief is.

6.3 Uitgangspunten masterplan en woningen

Aan de hand van de onderzoeken en de interviews met de sloppenwijk bewoners zijn een aantal uitgangspunten voor het masterplan en de woningen opgesteld.

6.3.1. masterplan

Zelfvoorzienend

Door de bewoners zelfvoorzienend te laten worden zal er minder geld uit worden gegeven aan voedsel en andere goederen, waardoor de bewoners meer geld overhouden om bijvoorbeeld het plangebied te onderhouden.

Commercieel gebied

Door een commercieel gebied te integreren in het ontwerp, waar voedsel en goederen vanuit het gebied verkocht kunnen worden, willen we een extra inkomsten bron creëren.

Private ruimten creëren

Uit verschillende interviews bleek dat de bewoners van het gebied gebaat zijn bij meer private ruimten. Voor de familie zelf, maar ook voor alleen de vrouwen in het gebied.



6.3.2 Woningen

Goedkope huisvesting

De inkomsten van de bewoners zijn zeer gering, hierdoor moeten de woningen zeer goedkoop worden, maar wel een goede kwaliteit hebben. Een woning (inclusief de constructie kosten) mag maximaal 1500 euro kosten.

Vaste kern

Uit het onderzoek (vooronderzoek van S. van Gastel, student architectuur) is gebleken dat bewoners van arme landen vaak geneigd zijn hun woningen uit te bouwen. Hierdoor willen wij met een vaste kern werken, waar vanuit de bewoners zelf kunnen uitbreiden.

Voorzieningen in vaste kern

Deze vaste kern moet plaats bieden voor alle (standaard) voorzieningen. Hierbij moet gedacht worden aan sanitaire voorzieningen, schoon (drink) water, het opwekken van elektriciteit, een biogas systeem en onderdak.

Toepasbaar in meerdere derde wereld landen

Het ontwerp van de woning moet niet alleen ontworpen worden voor Bangladesh, maar hij moet toepasbaar zijn in meerdere derde wereld landen.

Flexibel

De woning heeft geen vaste dimensies. Hij kan bijvoorbeeld twee lagen zijn, maar ook vijf lagen, zonder enige aanpassingen aan het ontwerp te doen. Daarnaast moet de kern afbreekbaar zijn en getransporteerd kunnen worden naar aan andere locatie.

Combinatie van materialen

De kern willen we maken van innovatieve en nieuwe, onbekende materialen, maar we willen de economische activiteit van lokale materialen niet te kort doen, daarom willen wij de aanbouw maken van lokale materialen.

Bestand tegen aardbeving

In bangladesh zijn regelmatig aardbevingen te voelen, de ene groter dan de ander. In ons ontwerp willen wij een systeem bedenken dat de kern niet in elkaar zal zakken bij een aardbeving.

07. Masterplan en ontwerp



7.1 Concept masterplan

Urban agriculture speelt een zeer grote rol in het concept. Het is de bedoeling dat de "community" zelfvoorzienend word. Het plan is het creëren van een zelfvoorzienende omgeving in voedsel, water en energie met een eigen lokale economie. Het over geproduceerde voedsel kan vervolgens worden verkocht aan de stad om geld te genereren voor de inwoners omgeving produceert geen afval, want het systeem gaat uit van het Cradle to Cradle principe afval = voedsel.

De gemeenschap bestaat uit:

- Goedkope huisvesting op zowel land als op water
- Sociale ruimte (binnen of buiten)
- Stedelijke landbouw voor voedselzekerheid
- Een biogasinstallatie waar met behulp van organisch afval en menselijk afval uit de sanitaire voorzieningen gas kan worden geproduceerd om te koken en voor het gebruik van voedsel voor de vissen of als kunstmest om de grond vruchtbaar te maken
- Een visvijver om water op te slaan, vissen te houden en te recreëren
- Het opvangen van het regenwater om als drinkwater te gebruiken
- Aparte sanitaire faciliteiten voor zowel mannen als vrouwen
- Een haven voor de transport van producten en mensen over de rivier
- Zonnepanelen om elektriciteit te leveren aan de woningen
- Onderwijs voor stedelijke landbouw
- Winkels en markten op de plaatselijke geproduceerde producten te verkopen
- Creëren van werkgelegenheid binnen de gemeenschap

Het masterplan huisvest ongeveer 2000 inwoners waarbij er woningen worden gerealiseerd op land en water.

Samen met studenten watermanagement, architectuur en twee studenten bouwtechnische bedrijfskunde is het plan uitgewerkt. In dit scriptie wordt alleen de constructieve deel van de woningen op land behandeld.





Fotocollage plangbied



7.2 Het ontwerp

Horizontaal naar verticaal bouwen in de slums

Het horizontaal uitbreiden in de slums is een bestaande probleem waardoor een tekort aan ruimte ontstaat. Door te kijken naar de wensen en deze om te zetten naar beschikbare units en die dan verticaal te stapelen wordt er meer ruimte voor infrastructuur en dichter bijeen bouwen van nieuwe woningen gerealiseerd.

In de eerste fase is gedacht om met drie bouwlagen te starten. Dit zal ook de kern van het ontwerp zijn. De kern moet zodanig opgehoogd kunnen worden dat het tot een maximale hoogte van vijf lagen wordt gestapeld.

In de beginfase is uitgegaan van een woning bestaand uit drie lagen van 4x4 meter met op de beganegrond de gemeenschappelijke ruimte.

De gemeenschappelijke ruimte bestaat uit de sanitaire ruimte, waarbij één douche en toiletruimte uitsluitend bestemd is voor de man en één voor de vrouw. Dit is gedaan vanuit geloofsovertuigingen en de cultuur in Bangladesh.

De verkeersruimte/ gemeenschappelijke ruimte waar het trappenhuis zich bevindt heeft een oppervlakte van 6m².

De twee verdiepingen bieden huisvesting van 8m² aan woonruimte voor elk verdieping één gezin uitgegaan van een gezinsgrootte van ongeveer vier tot vijf personen personen.

De kern wordt opgehoogd tot vijf bouwlagen, waardoor in totaal vier verschillende gezinnen in de kern kunnen huisvesten. Optoppen is een ideale manier om woningtekorten aan te pakken.

De architectonische tekeningen zijn ontwerpen en getekend door Sebastiaan van Gastel, student architectuur aan de Hogeschool van Amsterdam en zijn te vinden in de bijlage.

Eerste fase	tweede fase	derdefase
kern, drie bouwlagen	Drie zijdige uitbreiding van twee lagen	kern, vijf bouwlagen
2 appartementen	7 appartementen	9 appartementen
8-10 personen	28 - 35 personen	36 - 45 personen

In totaal komen er 44 kernen in het plangebied. Waardoor op de eindfase huisvesting is voor ongeveer (9 x 44) 396 gezinnen van vier á vijf personen.



Kerngetallen van het gebouw:

Kern afmetingen:

lengte = 4 meter

breedte = 4 meter

hoogte = 7,5 meter (2 verdiepingen)

hoogte = 12,5 meter (4 verdiepingen)

Bruto vloeroppervlak kern eersfefase:

totaal = lengte x breedte x hoogte = $4 \times 4 \times 7,5 = 48 \text{ m}^2$

trappenhuis = $3 \times 6 \text{ m}^2 = 18 \text{ m}^2$

huisvesting = $2 \times 10 \text{ m}^2 = 20 \text{ m}^2$

sanitatieruimte = 10 m^2

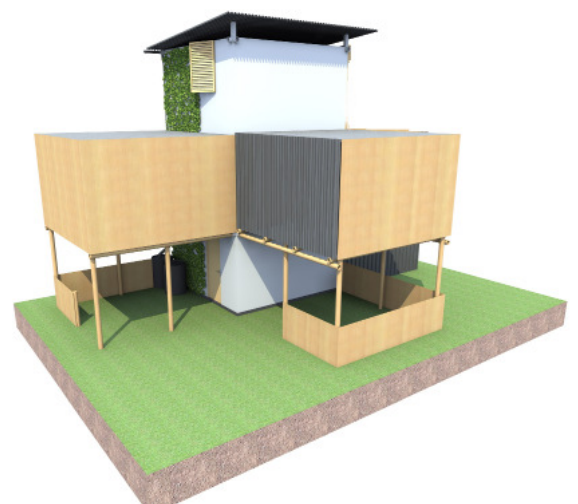
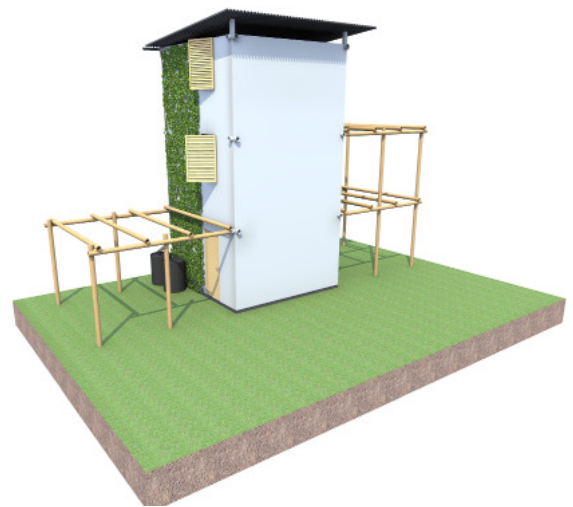
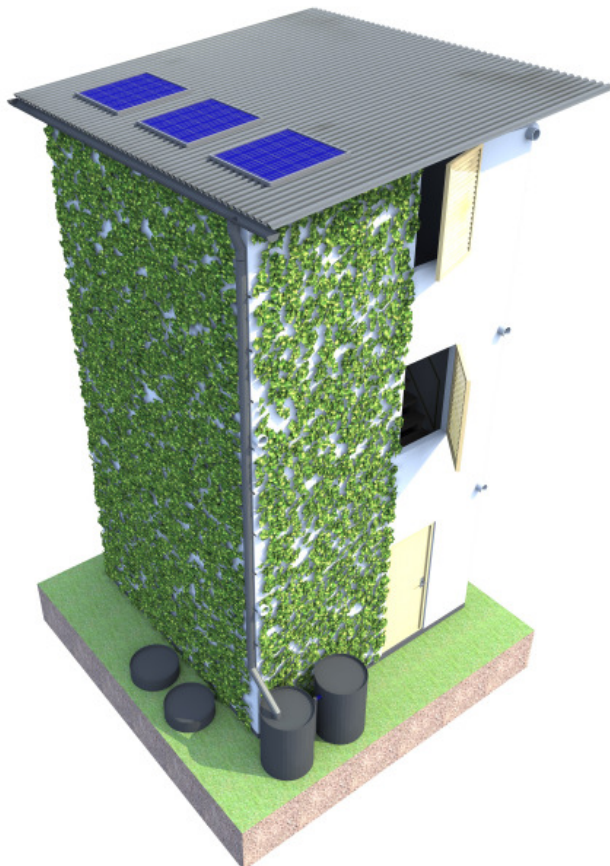
Bruto vloeroppervlak kern eindfase:

totaal = lengte x breedte x hoogte = $4 \times 4 \times 12,5 = 80 \text{ m}^2$

trappenhus = $5 \times 6 \text{ m}^2 = 30 \text{ m}^2$

huisvesting = $4 \times 10 \text{ m}^2 = 40 \text{ m}^2$

sanitatieruimte = 10 m^2



Kern, eerste instantie 2 verdiepingen, later verticale uitbreiding naar 4 verdiepingen b x h = 4x4m.

Horizontale uitbreiding

08. Keuze constructiemateriaal

Constructie is: “dat deel van een bouwwerk dat verantwoordelijk is voor de stabiliteit van het bouwwerk”. Een constructie moet weerstand bieden aan de optredende belastingen, zoals het gewicht (dak, gevels en skelet) wind (weerstandigheden) en door personen. Om deze belastingen naar de fundering over te dragen, heeft een woning een draagconstructie.

De constructie in een bouwwerk moet solide en betrouwbaar zijn maar met afmetingen niet groter dan nodig. Te zware afmetingen betekend hogere kosten en visuele beperkingen. Te kleine afmetingen betekend instortingsgevaar dan wel schade door scheurvorming.

Anders dan in Dhaka zijn in Nederland voor deze aspecten richtlijnen opgesteld in het bouwbesluit.

Echter gelden de meeste regels ook voor Bangladesh, weliswaar minder streng. De termen: Sterkte, stijfheid en stabiliteit zijn belangrijke termen in de constructie. Voor ons vertrek naar Dhaka, is een vooronderzoek gedaan naar natuurlijke en kunstmatige bouwmaterialen. Ook de termen zijn daarin beschreven. De vooronderzoek is te vinden in Bijlage 1.

	Straw	loam	Bamboo	EPS	plastic	steel	concrete	light weight steel	Bricks
stability	-	-	+	-	-	++	++	++	+-
can it be recycled	--	++	--	++	+	++	--	++	--
life cycle	-	--	-	++	+	++	++	++	++
Price	++	++	+	+-	+-	--	--	-	+-
stiffness	--	--	+	+-	+-	++	++	++	+
strength	+-	--	+-	-	-	++	++	++	+
environment friendly	++	++	++	+	--	+	--	++	--
availability	++	++	++	+	+	-	+	+-	++
vulnerable	--	--	-	++	++	++	++	++	+
water / earthquake resistant	--	--	+-	+	+-	++	+-	++	+-
biological material	++	++	++	--	--	--	--	--	--
required energy extraction	++	++	++	+-	-	--	-	--	--
light weight	+	+-	++	++	++	+-	--	++	--
11- / 12+ 12- / 13+ 6- / 15+ 7- / 14+ 10- / 10+ 8- / 16+ 12- / 12+ 6- / 19+ 13- / 10+									
++ = very good + = good +- = reasonable - = bad -- = very bad									

Samenvattend geeft de tabel met plus en minpunten de voor en nadelen van de bouwmaterialen, uitgangspunten is het vooronderzoek wat opgesteld is door L. Mohamed en Ula Abed-Ali. Hieruit blijkt dat constructief gezien staal, EPS, staalframe en bamboe de meeste voordelen hebben ten opzichte van de andere bouwmaterialen.



Deze voordelen hebben echter geen prioriteit bij het maken van de keuze van de constructie. Belangrijker hierbij zijn de uitgangspunten voor het ontwerp.

Aan de hand van de vooronderzoek wat we voor ons vertrek naar Bangladesh hebben opgesteld, en de uitgangspunten van S. van Gastel voor de woningcomplex wordt een keuze gemaakt voor de constructie van de kern en voor de uitbouw.

8.1 Kern

Belangrijk bij het keuze van de constructieve materialen voor de kern is dat het aan de gestelde eisen moet voldoen.

- Goedkoop, maar wel van degelijke kwaliteit;
- Vaste kern met uitbreidingsmogelijkheden;
- Toepasbaarheid niet alleen in Bangladesh, maar ook in andere derde wereldlanden;
- Geen vaste dimensies, kan twee, maar ook vijf lagen hoog zijn;
- Kern moet flexibel en demontabel zijn;
- Bestand tegen aardbeving.

Staalframebouw biedt voor al deze uitgangspunten de beste mogelijkheid. Dat is ook de reden waarom wij voor voor de hoofddraagconstructie van de kern voor staalframe hebben gekozen. In de volgende hoofdstuk wordt dieper ingegaan wat en hoe staalframebouw toegepast kan worden.

8.2 Uitbreiding

De hoofddraagconstructies van de aanbouw worden met lokaal beschikbare materialen opgebouwd. Omdat in de sloppenwijken van dhaka vaak gebouwd wordt met bamboe en de mensen in de sloppenwijken de neiging hebben om zelf hun gebouwen uit te breiden en bekend moeten zijn met het materiaal hebben wij gekozen voor de bamboe als constructiemateriaal voor de uitbouw.

Daarnaast is bamboe een goedkoop en vertrouwd materiaal voor de mensen. Belangrijk bij de uitbouw is dat er gelet moet worden op de verbindingen tussen de staalframe en bamboe.

Door de bamboe verbindingen tussen staanders en liggers te verbeteren en bamboe te beschermen kan het langer mee gaan.

09. Staalframebouw, Kern

Voor het kern is er gekozen om de constructie met staalframe uit te werken.

9.1 Wat is staalframebouw

Staalframebouw is een lichte bouwwijze afkomstig uit de Verenigde Staten. Het is een lichte stalen variant van houtskeletbouw. De dragende koudgeformde frames van staalprofielen uit sendzimir verzinkt staal is gelijk aan de dragende stijl en regelwerksysteem van houtskeletbouw. Door de krimpvrije materialen is staalskeletbouw maatvaster, het is bestand tegen ongedierte en minder gevoelig voor klimaatinvloeden dan houtskeletbouw.

Staalframebouw is te vergelijken met metal stud wanden. Het verschil is dat metal stud profielen met een dikte van ongeveer 0,6mm geen dragende functie heeft en de staalframe met een profieldikte van 1 tot 4 mm heeft wel een dragende functie.

De basis van staalframebouw bestaat uit frames van koudgeformde C- en U-profielen, gemaakt uit dun staalplaat.

De koppeling van de MC-profielen (stijlen) en MU-profielen (regel) zorgen voor het verdelen van de belasting over de totale oppervlakte. De stijlen worden aan de onderzijde en bovenzijde in een regel geplaatst, de regel verdeelt de verticale belasting over de verschillende stijlen.

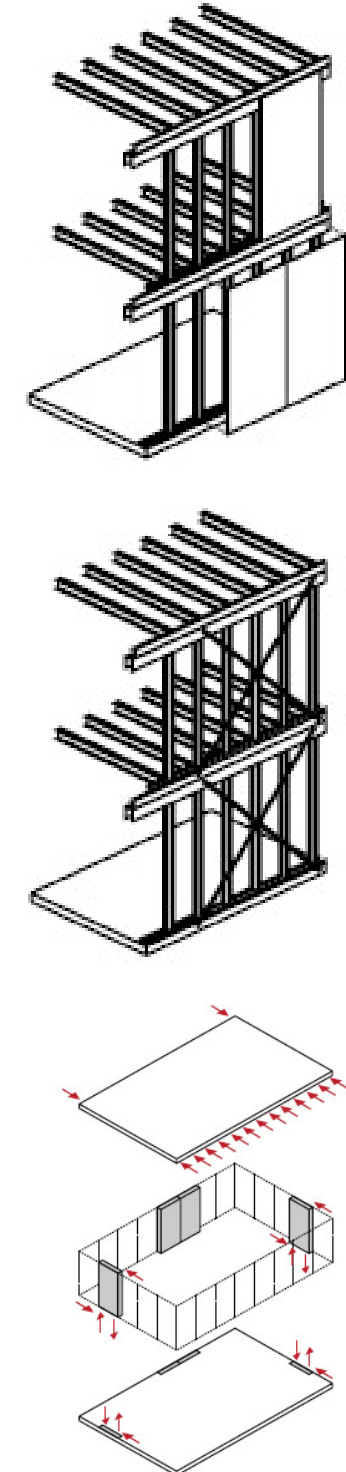
De bekleding van een wandelement neemt de horizontale krachten uit de bovenliggende vloer op. De krachten worden overgedragen naar de onderzijde en worden omgezet in verticale trek- en drukbelasting. De frames zijn in het eigen vlak stabiel door het aanbrengen van beplating of kruisverbanden. De stabiliteit wordt verzorgd door de frames te koppelen met ankers. De C- en U-profielen worden onderling met schroeven en/of clinchen bevestigd.

Staalframebouw wanden worden standaard opgebouwd uit koudgeformde C-/U-profielen van 100 mm met een h.o.h. afstand van 600 mm. De staaldikte hangt mede af van de wandhoogte, belastingen en staalkwaliteit. De volgende tabel geeft indicaties van de staaldiktes voor de meest voorkomende situaties

dragende wanden	
1 bouwlaag	1
2-3 bouwlagen	1,5
> 3 bouwlagen	profiel, dikte en h.o.h. afstand volgens leverancier

Afbeelding 9.2: Staaldikte

Bron: wandenwijzer (2005) van staalframebouw.eu



Afbeelding 9.1: stabiliteit met kruizen en schijfwerking
Bron: handboek staalframebouw (2004), van Bouwen met staal



9.2 De voor en nadelen van staalframebouw

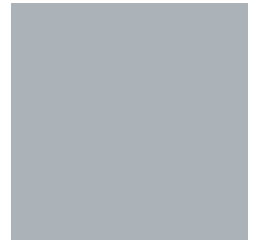
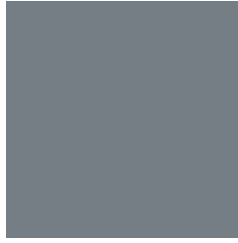
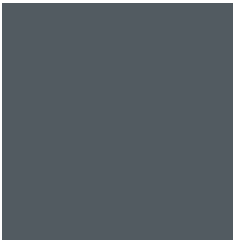
De voordelen:

Staalframebouw combineert de voordelen van houtskeletbouw en staal

- Het is licht van gewicht
- Maatvast dankzij krimpvrije materialen
- Minder gevoelig voor klimaatinvloeden, aardbeving- wind- waterbestendig
- Bestand tegen ongedierte en schimmels
- Eenvoudig en snel in gebruik
- Milieuvriendelijk, 100% recyclebaar
- Flexibiliteit bij later aanpassen of uitbreiden van het gebouw

De nadelen:

Bangladesh is niet bekend met staalframebouw, dit heeft tot gevolg dat het product geïmporteerd moet worden. Dit betekent dat het qua prijs duurder zal zijn dan bijvoorbeeld bamboe. Bamboe is een lokale bekende materiaal en goedkoop.



9.3 Waarom staalframebouw?

Staalframebouw biedt de meeste voordelen ten opzichte van alle andere bouwmaterialen voor dit ontwerp.

Duurzaamheid ontwikkelen door herbruikbaarheid van het systeem

Duurzaamheid is erg belangrijk in het opwaarderen van de sloppenwijken van Dhaka, we willen dat de mensen zichzelf helpen en ook de mogelijkheid hebben om een beter leven op te bouwen.

Door het langdurige karakter van het materiaal willen we het ook een meerjarenplan aanbieden zodat het frame altijd te gebruiken is, maar ook in latere stadia flexibel en demontabel is om op ieder moment aan te kunnen passen en te herbruiken.

Het staalframe wat gebruikt wordt voor het maken van de kern is zo gemakkelijk uit te breiden als de gemeenschap groter wordt, maar ook eenvoudig af te breken als de gemeenschap krimpt.

De C- en U profielen zijn zodanig opgebouwd dat deze bij een andere gemeenschap te gebruiken zijn en dus niet verwaarloosd worden in de omgeving. Mocht van de frames geen gebruik meer worden gemaakt na aantal jaren, dan kan de frames nog altijd gerecycled worden.

Doe het zelf bouwsysteem

De gemeenschap moet zelf leren hoe ze het systeem uit kunnen breiden en wat daarvan de regels en bouwmethoden zijn. De kennis zal overgedragen worden op de bewoners, het liefst de mensen die een staalwinkeltje hebben zodat deze ook andere gemeenschappen kunnen helpen met het bouwen van hun eigen woning.

Omdat het systeem licht van gewicht is, is het gemakkelijk te vervoeren maar ook makkelijk door de mens te dragen. Hiervoor zijn geen machines, kranen of andere dure systemen voor nodig.

Ook het verbinden van de profielen gebeurt op een eenvoudige wijze.

Snelle bouwsysteem

Gelet op noodzaak waarin de gemeenschap op dit moment leeft is het nodig om een dergelijk gebouw met een doelmatig onderkomen met uitbreidingsmogelijkheden zo snel mogelijk op te leveren. Wij streven daarom naar een bouwwerk dat snel opgeleverd kan worden. Staalframebouw is een bouwsysteem dat snel wordt opgebouwd.

Bestand tegen weersinvloeden en aardbeving

Het is belangrijk dat de constructie bij weersinvloeden niet bezwijkt en tijdens de aardbeving niet instort en wordt vernield. Wij moeten voorkomen dat de structurele samenhang van de gebouw verbroken wordt met als gevolg het neervallen van het gehele gebouw of van grotere of kleinere delen daarvan.

De staalframeconstructie is veilig. Zelfs zodanig dat aardbeving geen schade zal toebrengen. De eigenschappen van de koudgewalste staal in combinatie met sterke hoekverbindingen zorgen ervoor dat de constructie sterk is en in staat is bewegingen op te vangen.



9.4 Materialisatie

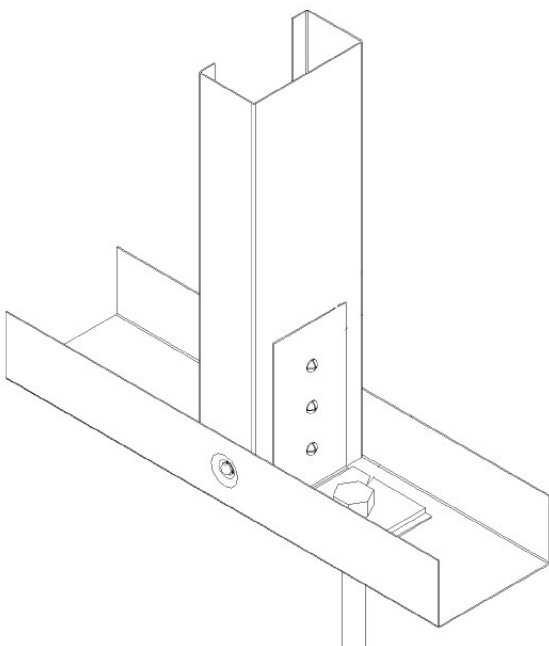
9.4.1 Fundering

Fundering is noodzakelijk voor elk bouwsysteem. De fundering zorgt er immers voor dat het totale gewicht van het gebouw wordt overgedragen op de grond zonder dat de woning gaat verzakken of scheuren.

Het stalen frame bestaat uit lichtgewichtse profielen. Een stalenframe woning heeft namelijk een gewicht van ongeveer 2 ton per 100m² en een woning opgebouwd uit beton heeft een gewicht van ongeveer 25 ton per 100m². Dat betekent dat een stalenframe 12 keer lichter uitgevoerd kan worden. Door het lage gewicht en een draagkrachtige grond is een minimale fundatie noodzakelijk.

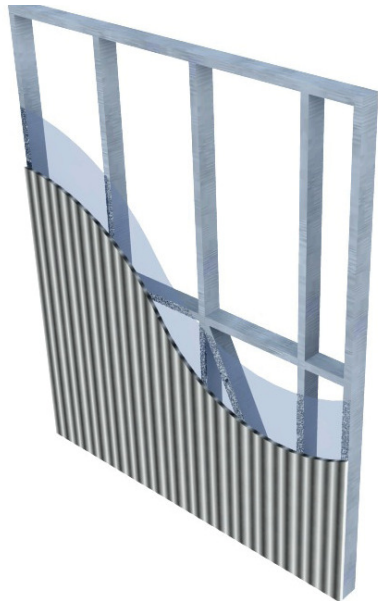
De bodem in het projectgebied is met ongeveer vijf tot zes meter opgehoogd met zand.

De staalframe zorgt voor een gelijke verdeling van de druk op de fundering. Omdat in dit project uitgegaan wordt van een gebouw met vijf bouwlagen in de laatste fase, moet de verbinding van het stalenframe aan de vloer stevig en niet verplaatsbaar zijn. Deze verbinding bestaat uit een L hoek plaat en een hamer m10 bout. De L plaat is bevestigd aan een verticale C-profiel en via de U profiel in de vloer. Deze verbinding moet vooraf geboord en vervolgens gevuld worden met de bout.



Afbeelding 9.3: aansluiting staalframe met vloer.

Bron: Steel frame Construction Guide van Finish profiles group



Afbeelding 9.4: Disaster housing wall.

Bron: Steel frame Construction Guide van Finish profiles group

9.4.2 Bekledingsmateriaal

Bekleding is belangrijk om het gebouw van buiten af te sluiten. Staalframebouw kan met allerlei materialen worden bedekt. Belangrijk is dat de gevelbekleding water- en winddicht zijn. In de sloppenwijken van Dhaka zijn geen geluidseisen. De mensen gebruiken anders dan in Nederland de woning om alleen in te slapen, andere activiteiten zoals het koken en de middag doorbrengen gebeurt buiten het huis.

Ook wordt er op brandveiligheid niet gelet. Brandveiligheid is voor ons daarentegen een hele belangrijke eis waar gelet op moet worden. Omdat er geen eisen in het binnenland zijn hanteren we de 30 minuten norm van Nederland. Hierbij is de brandoverslag niet meegenomen, wel het bezwijken van de constructie. De constructie moet minstens 30 minuten staand blijven voordat het gebouw neerstort.

- Disaster housing wall

Finish Profiles Group heeft een "Disaster housing wall" ontworpen. Deze wandsysteem is gemaakt voor vluchtelingenkampen en tijdelijke huisvesting na een ramp. Deze eenvoudige bouwconcept bestaat uit C- en U-profielen met als bekledingsmateriaal stalengolfplaten van 0,4 - 0,7 mm, met daarvoor waterdichte en geventileerde folie MIOFOL 125g geperforeerd.

Het wandsysteem heeft een brandwerendheid van 30 min.

Het voordeel van dit systeem is het goedkope en eenvoudige methode. Echter zal dit door de zon snel opgewarmd worden waardoor de binnen temperatuur snel zal opstijgen.



- Schuimbeton

Schuimbeton bestaat grotendeels uit lucht en water. De samenstelling van schuimbeton bestaat uit cement, water, schuimmiddel en lucht. Van cement en lijm wordt een cementlijm gemaakt, terwijl van schuimmiddel, water en lucht, het schuim wordt vervaardigd.

De exacte samenstelling is afhankelijk van de toepassing en de volumieke massa varieert tussen 400 en 1600 kilo per m³. Na gebruik is schuimbeton volledig herbruikbaar.

Het materiaal heeft een geringe wateropname met producteigenschappen als sterkte, thermische isolatie en duurzaamheid. Bovendien is schuimbeton niet corrosief en niet giftig.

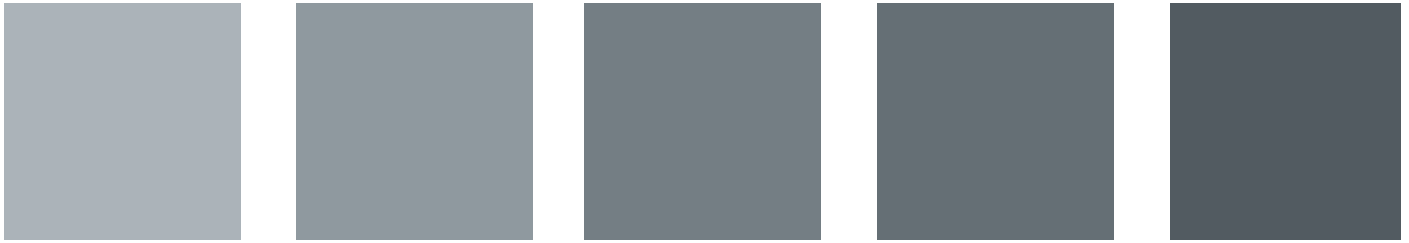


De vervaardiging van schuimbeton vindt plaats in de bouwlocatie zelf door een mobiele menginstallatie. Met slangen wordt het schuimbeton ingegoten en aangebracht. De eigenschappen van schuimbeton betekenen dat schuimbeton op eenvoudige wijze en op veel plaatsen is aan te brengen.

Door de lichte eigenschappen van schuimbeton wordt zwaar tilwerk of een ongezonde werkhouding vermeden. Ook bij het uitbreken van schuimbeton zijn zware (of dure) werken niet nodig: een zaag of scherpe schop is al voldoende.

Afbeelding 9.5: aanbrengen van schuimbeton tussen de staalframe m.b.v. slangen

Bron: filmopname van dhr. N. Bresser, FeNB2 Staalframebouw bv



- Veerman wandstelsysteem

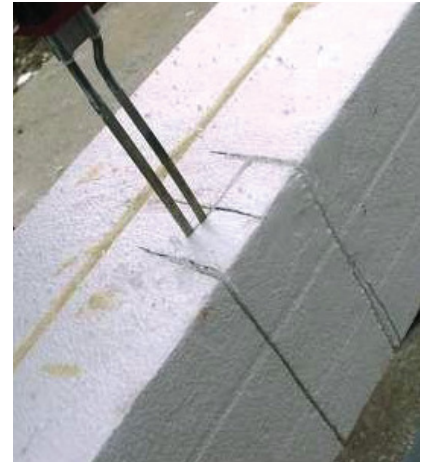
Veerman wandstelsysteem bestaat uit staalframe in combinatie met geëxpandeerd polystyreen, EPS. De constructie wordt met EPS omhuld.

EPS, ook bekend als piepschuim, bestaat voor 98% uit lucht en voor 2% uit polystyreen. Polystyreen is gemaakt van monostyreen, hetgeen van aardolie afkomstig is.

Het materiaal is erg licht maar heeft een grote stootvastheid waardoor het uitstekend schokabsorberend is. EPS is ongevoelig voor vocht, rotvrij, schimmelbestendig en bestand tegen UV-straling. Isobouw geeft aan dat het aandeel van EPS in de totale aardolieconsumptie nog geen 0,0007% is.

Beide zijden worden ingesmeerd met een gaas gewapende stuc laag. Alle wanden worden op die manier met elkaar verbonden.

Met dit bouwsysteem zijn alle vormen en afwerkingsmaterialen mogelijk. En omdat EPS goed bestand is tegen wind en schokken kan het toegepast worden in gebieden waar veel aardbeving voorkomen, mits de draagconstructie daar op berekend is.



Afbeelding 9.6: Veerhuis wandstelsysteem

Bron: Veerhuis Bouwsystemen B.V. (2012), van Veerhuis.biz



- Wandsysteem van plastic waterflesjes.

Bij dit wandsysteem wordt de constructie opgevuld met behulp van gebruikte waterflesjes gevuld door zand of modder. Waterflesjes worden in Bangladesh door de kinderen verzameld tegen een kleine bijdrage.

De onderstaande afbeeldingen laten de opbouw van de wanden zien. Afbeelding rechts onder is een project in Mexico waarbij de waterflesjes zijn opgevuld met zand en door een cementlaag aan elkaar worden verbonden. Afbeelding linksonder is een voorbeeld uit Afrika. Ook hier worden de waterflesjes opgevuld met modder. De projecten zijn meestal niet hoger dan een bouwlaag. Bij een betonnen constructie zou het als een opvul materiaal tussen de balken en kolommen gebruikt kunnen worden. Echter brengt dit wel nadelen met zich mee. Het opvullen van de waterflesjes zorgt ervoor dat het een grote massa zal hebben, waardoor de funderings maar ook de constructie zwaarder uitgevoerd moet worden, waardoor het hoge kosten met zich zal brengen.

Ook zijn er projecten waar de waterflesjes niet opgevuld worden, maar leeg gelaten worden. Dit zorgt er wel voor dat de wand niet afgedekt is en naar binnen kan worden gekeken. Daarnaast zal bij warm of koud weer de waterflesjes snel opwarmen of afkoelen waardoor het binnen temperatuur zal stijgen of dalen. Waterflesjes hebben namelijk geen isolerende functie.



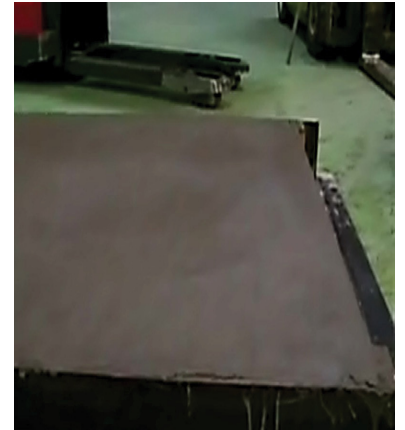
Afbeelding 9.7: wand opgebouwd uit waterflesjes
Bron: ecotec-africa.com en inspirationgreen.com



9.4.3 Verdiepingsvloer en daksysteem

- Schuimbeton:

Voor de afwerking van de vloeren en dak kan gebruik gemaakt worden van schuimbeton met een dikte van 60mm. Ook hier zullen de werkzaamheden op de bouwplaats plaats vinden en heeft het dezelfde principe werkzaamheden als hiervoor beschreven voor de wanden.



Afbeelding 9.8: Schuimbeton en staalframe

Bron: filmopname van dhr. N. Bresser, FeNB2 Staalframe-bouw bv

- Bamboe:

Bamboe vloeren worden vaak in de sloppenwijken toegepast. In Dhaka, staat ook het project "The LIFT house", ontworpen door Prithula Prosun. The Lift house staat voor: Low income floodproof technology. Dit project heeft ons tijdens ons bezoek erg bewondert. De opbouw van de vloer bestaat uit de dragende bamboestammen die door middel van touwen worden verbonden. Met daarop halve bamboestammen. Zie onderstaande afbeelding.

Behalve dat het materiaal goedkoop en beschikbaar is, is het een licht en sterk constructiemateriaal. Meer over de eigenschappen van bamboe is te lezen in hoofdstuk 10, Bamboe, uitbouw.



Afbeelding 9.9: Bamboe als verdiepingsvloer

Bron: The LIFT House (2011) van Prithula Prosun



9.5 Verbindingen

De staalframe constructie is opgebouwd uit C en U profielen en worden door schroeven of clinchen aan elkaar verbonden.

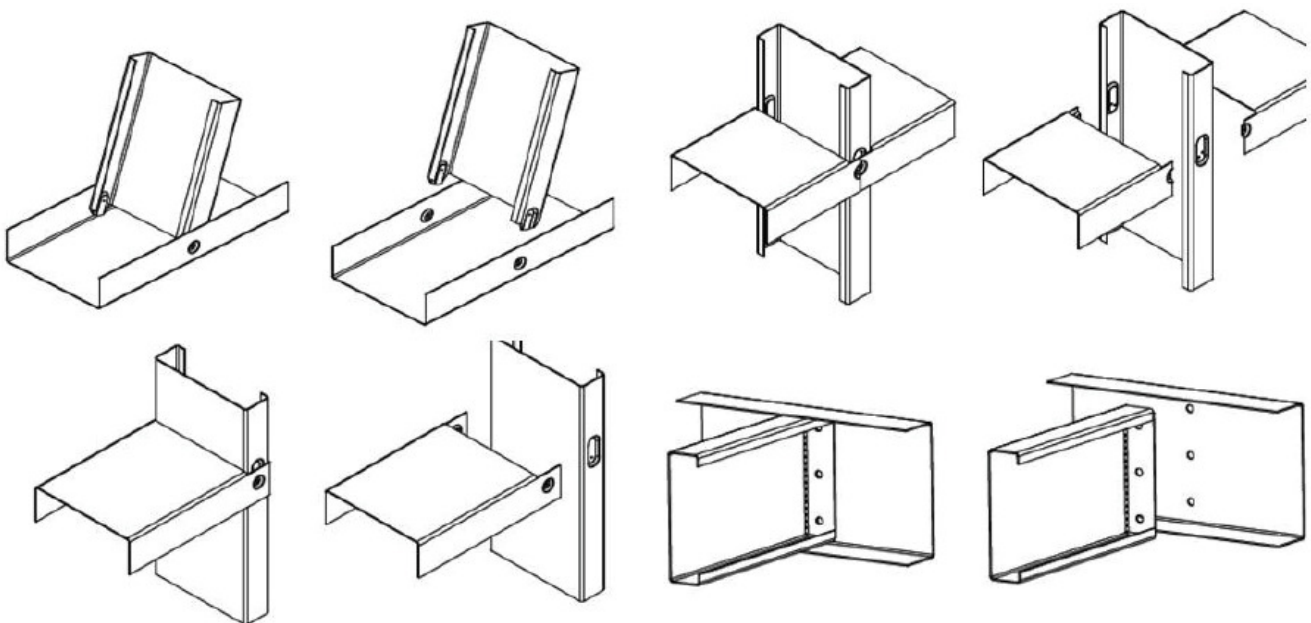
Clinchen

Clinchen is het vervormen van de staalplaat zodanig dat een soort deuvel ontstaat. Deze verbinding zal alleen schuifkracht overbrengen. Schuifkracht is de kracht evenwijdig aan het vlak van de plaat.

Schroeven

Er is een ruim assortiment schroeven beschikbaar om de koudgewalste profielen te verbinden. Met behulp van een pneumatische schroefmachine worden de schroeven ingebracht. Het voordeel van zo'n schroefmachine is het snel en efficiënt inbrengen van de schroeven, zonder dat er veel kracht nodig is.

Onderstaande afbeelding geeft de verschillende verbindingsmogelijkheden van de staalframe profielen weer.



Afbeelding 9.10: Verbindingsmogelijkheden staalframebouw C en U profielen
Bron: Steel frame Construction Guide van Finish profiles group



9.6 Stabiliteit

Stabiele constructie met staalframe ontstaat door gebruik te maken van schijfwerking in de vloeren en het dak. Vloeren en dak zorgen ervoor dat de windbelasting via verbanden of schijven naar de onderconstructie afgedragen wordt. De horizontale windbelasting loodrecht op de kopgevel wordt via de vloeren overgedragen op de stabiliteitsvoorziening. Deze staat evenwijdig aan de richting van de belasting.

9.6.1 Schijfwerking:

Op de C-en U-profielen van koudgevoormd staal worden platen bevestigd, waardoor er een element ontstaat. Een element is het totaalpakket van de platen. Dit element kan zowel de krachten loodrecht op het vlak als de krachten evenwijdig aan het vlak opnemen. De stijfheid van de bekleding is zodanig hoog dat het constructief meewerkt. Door de bekleding kunnen de koudgevormde profielen niet uitklinken in het wandvlak.

De vloeren worden door de stijlen ondersteund en nemen ook de horizontale belastingen op, die door de windbelasting worden veroorzaakt. De uiteindelijke sterkte van het element wordt uiteindelijk bepaald door de kwaliteit, dikte en sterkte van de bekledingsmateriaal.

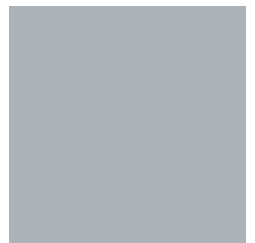
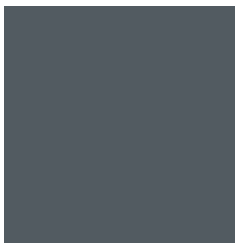
Door gebruik te maken van schijfwerking in vloeren en dak, ontstaat een stabiele constructie. Vloeren en dak zorgen ervoor, dat de windbelasting via verbanden of schijven naar de onderconstructie afgedragen wordt. De horizontale (wind)belasting loodrecht op een kopgevel wordt via de vloeren overgedragen op de stabiliteitsvoorziening. Deze staat evenwijdig aan de richting van de belasting. Vloeren spelen dezelfde rol bij de overdracht van windbelasting, die evenwijdig aan de kopgevel optreedt.

9.6.2 Windverband:

De elementen worden ook vaak voorzien van traditionele windverbanden.

In de handboek bouwen met staal, 2004 worden de aantal stabiliteitswanden per verdieping afgezet tegen de woningdiepte. De waarden worden telkent over twee evenwijdige wanden verdeeld. Als er volgens de tabel slechts één stabiliteits wand nodig is, dan moet toch in beide wanden een schijf worden opgenomen, om de stabiliteit te verzekeren zonder aanvullende statische berekeningen.

“Bouwen met staal” heeft momenteel een Nederlandse regenregel waarmee de stabiliteit uit de schijfwerking van de bekleding goed kan worden bepaald. Op de site: <http://www.bouwenmetstaal.nl> staat een spreadsheet dat gebruikt kan worden voor de berekening van de effectieve doorsnede van eenvoudige, veel voorkomende koudgevormde profielen als wandregeld en gordingen en als onderdeel van staalframebouwwand.



9.7 Kooi van Faraday

"De kooi van Faraday is voor het eerst gemaakt in 1836 en vernoemd naar de uitvinder hiervan, Michael Faraday. De kooi van Faraday is de benaming van een kooivormige constructie van elektrisch geleidend materiaal zoals koper, ijzer of aluminium die er voor zorgt dat de elektromagnetische straling niet tot binnen de kooi kan doordringen."

Bron: Van den heuvel. totale bliksem beveiliging b.v.

De Kooi van Faraday werkt als volgt:

Doordat er een wisselend magnetisch veld aanwezig is, wordt er een inductiespanning opgewekt. Deze stroom zal in de geleider een stroom laten lopen die een tweede magnetische veld opwekt, dat het eerste, oorspronkelijke veld tegenwerkt. Doordat alle ribben van de kubus, of in dit geval de auto, geleidend zijn, ontstaat er binnen de kubus / auto een veldvrije ruimte.

In de onderstaande figuur is een bewijs te zien van de werking van de Kooi van Faraday. De lading die aan de kooi is gegeven is er wel aan de buitenkant van de kooi, dit is te zien aan het uitslaan van de elektroscopie in de bovenste bol. De blaadjes van de elektroscopie binnenin de kooi slaan niet uit, er is hier dus geen spanning aanwezig.

In de meeste gevallen heeft staalframebouw maar een beperkte invloed op draadloos signaal. Hoewel het in principe een kooi van Faraday is, zijn er toch genoeg openingen waar het signaal doorheen kan.



Afbeelding 9.11: Kooi van Faraday proef

Bron: <http://acfar.pbworks.com/w/page/1309733/Historische%20achtergrond>



9.8 Keuze bouwmaterialen, kern

Hieronder vindt u een opsomming van de gebruikte materialen in het woon-complex.

Staalframe

De gekozen C- en U- profiel (stijl en regel) hebben een buitenmaat van:

- C-profiel: $h = 100 \text{ mm}$; $b = 50 \text{ mm}$; $c = 20 \text{ mm}$; $d = 1,5$
- U-profiel: $h = 100 \text{ mm}$; $b = 50 \text{ mm}$; $d = 1,5$

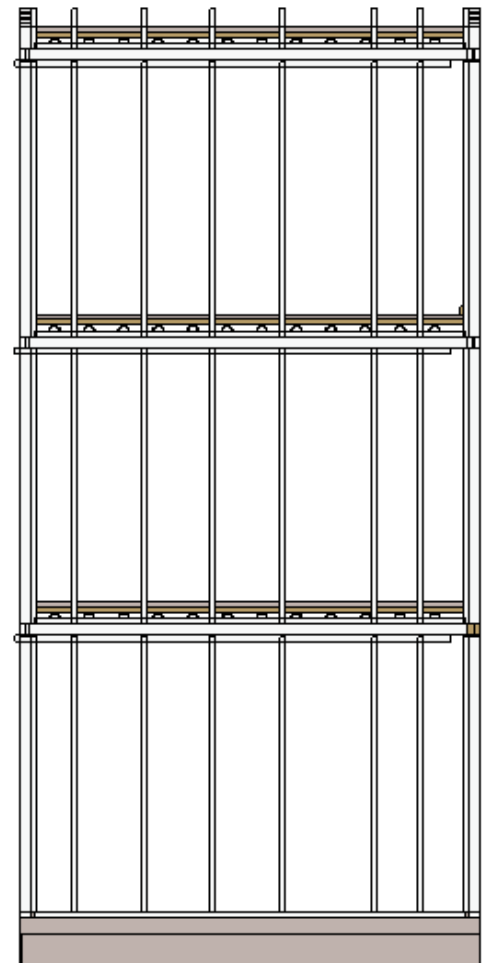
De stijlen hebben een maximale hart op hart afstand van 600mm, zie constructieve tekeningen in de bijlage. Bij de deursparingen zijn de h.o.h afstand van de c-profielen 800mm.

De regels hebben een maximale h.o.h afstand van 900mm. Er is gekozen voor een h.o.h van 800mm.

De dikte van de profielen zijn bepaald volgens de leverancier FeNB2 staal-framebouw b.v., Dhr. N. Bresser.

Tevens is in de bijlage D.2 de toetsing van de stijl zonder beplating, drukspanning, trekspanning en de stabiliteit te vinden.

Bij de toetsing van de stijl, wordt aangenomen dat het C-profiel belast wordt door een normaalkracht en een belasting loodrecht op de wand (windbelasting). De belasting loodrecht op het wand is een puntlast aangrijpend op halve hoogte van het kolom, resulterend in buiging van de stijl om de y-as van het profiel. Het profiel voldoet op druk-, trekspanning en stabiliteit.



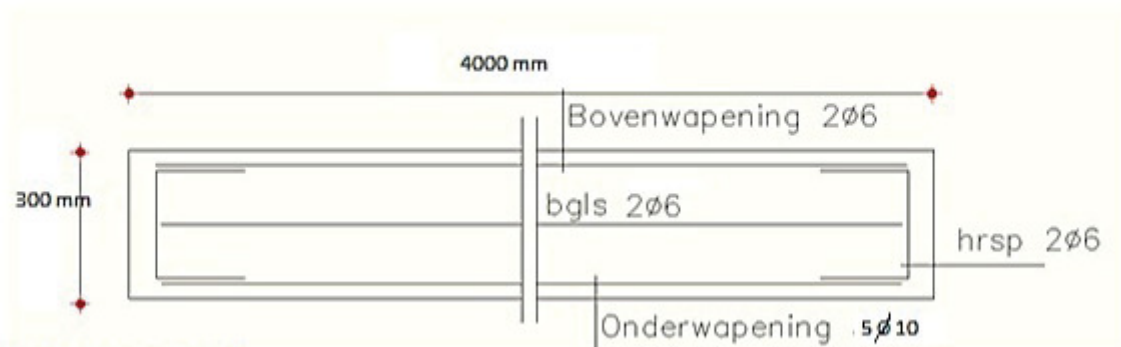


Fundering en begangrond vloer

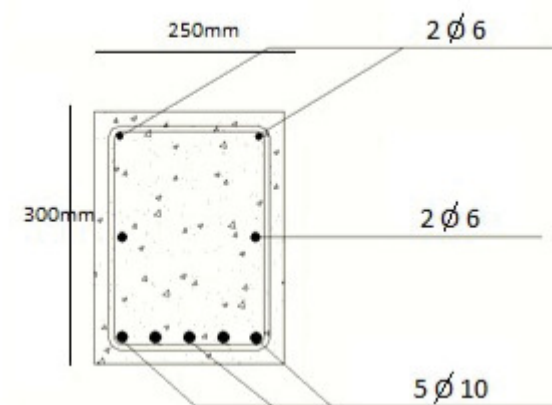
De vaste grond bij dit woningcomplex is de zandlaag die zo hard en stabiel is dat er niet geheid hoeft te worden. De fundering komt direct op deze zandlaag. In dit situatie is gekozen voor een stroken fundering van gestort beton. De begangrondvloer bestaat uit in het werk gestort beton met een dikte van 200mm.

In de bijlage is de funderingsbalk getoets. De fundering heeft afmetingen van 250 x 300 mm (breedte x hoogte). In de volgende afbeelding zijn de wapening van de balk bepaald en weergegeven. De afmetingen zijn gebaseerd op de berekeningen wat in bijlage D.1 te vinden is. In de berekening is uitgegaan van vier verdiepingen, dit om aanpassingen in de toekomst te voorkomen.

Wapening balk

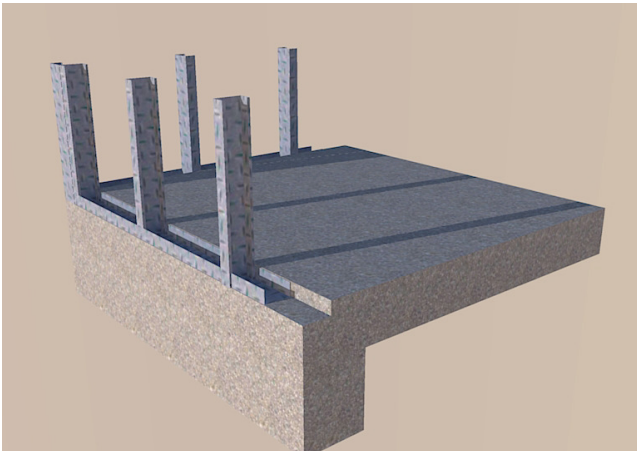


Doorsnede balk



In de afbeelding hiernaast is de verbinding van de fundering en begangrond vloer weergegeven. Zoals eerder in het verslag opgenomen zal het staalframe met een L hoek plaat en een hamer m10 bout verbonden bevestigd worden in de vloer.

Deze verbinding moet vooraf worden geboord en vervolgens worden gevuld worden met een bout.

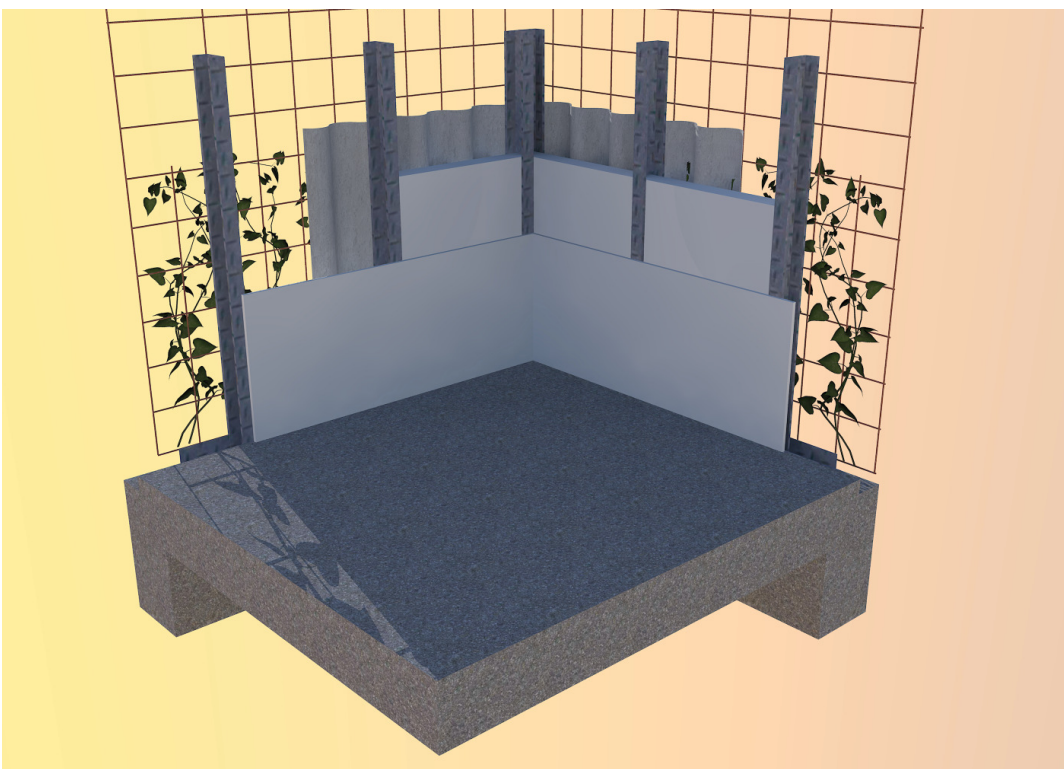


Wandopbouw

Voor het bekledingsmateriaal is gekozen voor een combinatie van de "Disaster housing wall" en EPS. Er is gekozen voor het toepassen van EPS tussen de C-profielen om warmte en geluid naar binnen te voorkomen. Dit systeem is gekozen omdat het ontwerp zodanig uitgevoerd moet worden dat het in de toekomst flexibel en demontabel moet blijven. Door gebruik te maken van bijvoorbeeld schuimbeton, zal de constructie niet meer demontabel zijn.

De opbouw van de wand bestaat uit:

- 4 mm staaldraad voor vegetatie wand
- 0,6 mm geprofileerd golfplaat
- 96 mm EPS (tussen de C-profielen 100mm)
- C-profielen, h.o.h. 600mm. tenzij anders weergegeven.
- 12,5 mm gipskartonplaten (30 min. brandwerend)





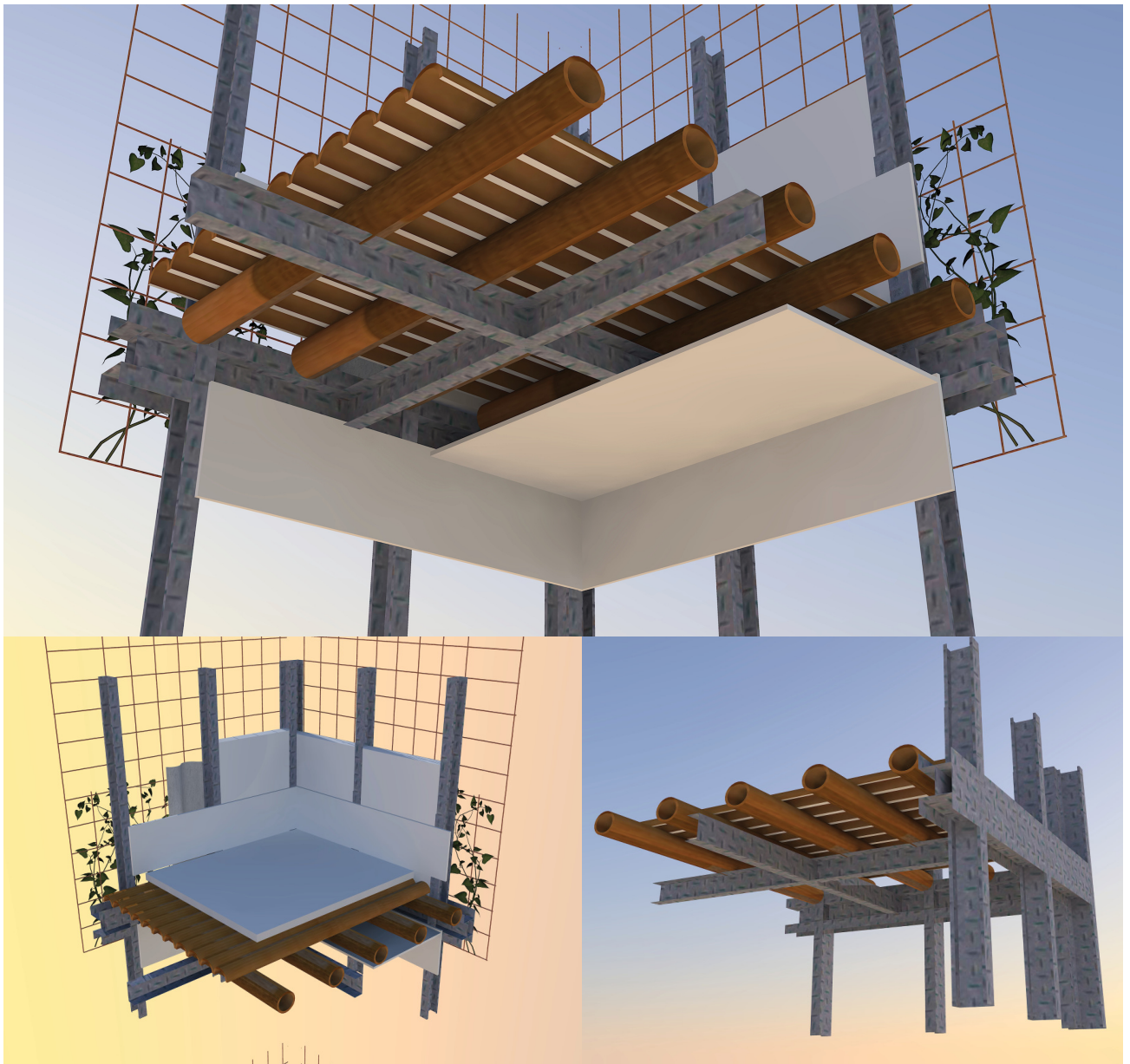
Verdiepingsvloer

Omdat voor het dak geldt; in latere fase moet het dak als een verdiepingsvloer functioneren zullen wij de dak het verdiepingsvloer uitvoeren.

De opbouw van de vloer bestaat uit:

- 12,5 mm gipskartonplaten (30 min. brandwerend)
- U-profielen, h.o.h. 800mm.
- Bamboe, h.o.h 300mm.
- halve bamboe, ho.h. 100mm.
- Schuimbeton 40mm.

De bamboeliggers worden met behulp van een 2 mm klem aan de staalframe verbonden.
Zie details in de bijlage.



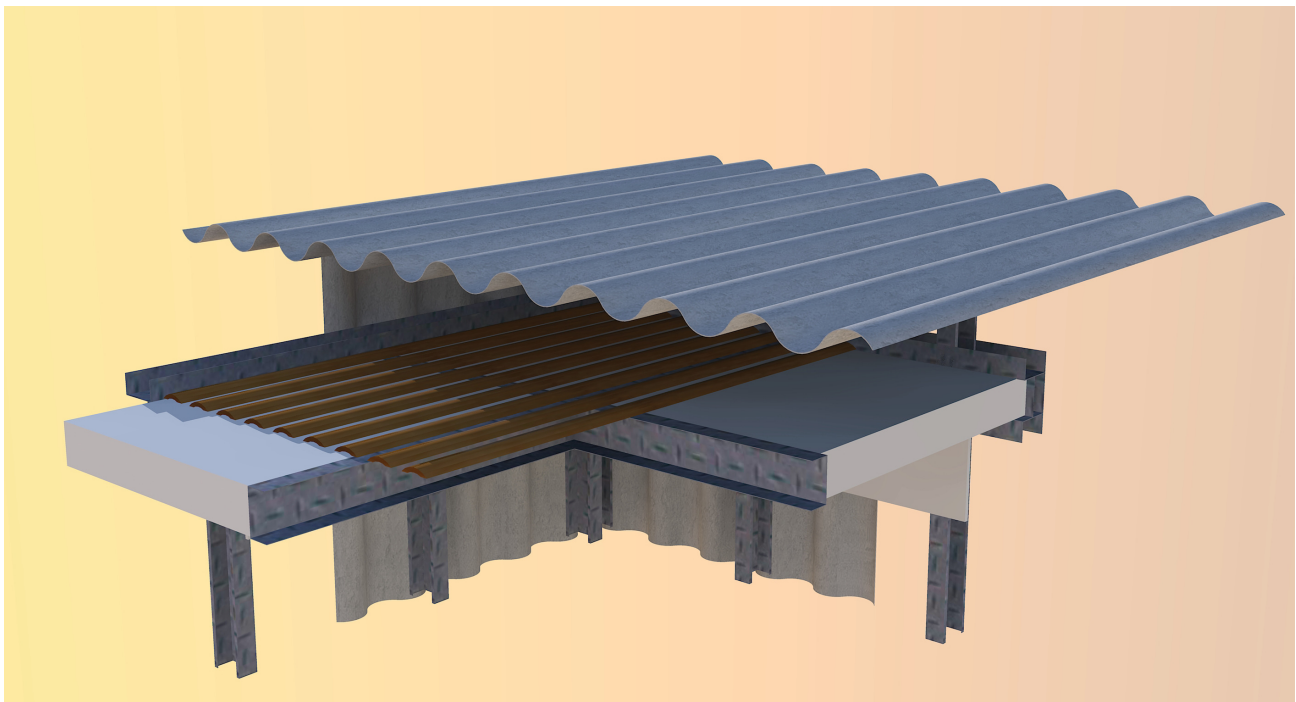


Dak

In de eindfase zal het dak op een lichtere manier uitgevoerd moeten worden. Dit omdat het dak een lagere veranderelijke belasting heeft, dan de verdiepingsvloeren.

De opbouw van het dak bestaat uit:

- 100x50x2 lightweight steel C profiel, hoogte 150 mm
- 0,6 mm geprofileerd golfplaten dak, aflopend van 260 mm naar 100 mm onder een hoek van 4%. Overstek west- en oostzijde 225 mm, overstek noordzijde 600 mm.
- Bamboe latten t.b.v. PVC vochtdicht membraan en EPS op plaats houden
- U-profielen, h.o.h. 800mm.
- halve latten t.b.v. PVC vochtdicht membraan en EPS op plaats houden
- EPS 89mm.
- 12,5 mm gipskartonplaten (30 min. brandwerend)



10. Bamboe, aanbouw

10.1 Wat is bamboe?

Bamboe is een grassoort dat bestaat uit meer dan duizend verschillende soorten. De lengte kan variëren van enkele centimeters tot vijftig meter. De stamdiameter ligt tussen enkele millimeters en vijftig centimeter. De bamboestammen zijn meestal hol met aan de buitenkant de sterkste vezels. De holle ruimte wordt in de lengte onderbroken waar aan de buitenkant bladeren aanhechten.

De holle ruimte van het bamboe is erg gunstig, er is hier sprake van materiaalbesparing. Door de structuur is bamboe zeer licht, maar ook zeer sterk. Daarnaast neemt de verdeling van cellulose in de bamboestam toe van binnen naar buiten wat in constructief opzicht erg gunstig is voor de buigstijfheid.

Onbehandeld bamboe valt in de open lucht ten prooi aan insecten en schimmels, waardoor de mechanische en esthetische eigenschappen enorm verminderen. Het conserveren van bamboe zal de levensduur doen toenemen. De kostprijs zal met ongeveer dertig procent verhogen, maar de levensduur wordt dan ook verlengd van één tot drie jaar naar vijftien jaar voor buitentoepassingen.

Er zijn diverse conserveringsmethoden beschikbaar die variëren van het eenvoudig, traditioneel behandelen van bamboe tot het chemisch conserveren van het materiaal.

In bijlage 1 zijn de constructieve eigenschappen en meer over het materiaal bamboe te lezen.

10.2 Voor- en nadelen van bamboe

De voordelen van bamboe

- Snelle groei
- Goedkoop
- Ter plaatse beschikbaar
- Flexibel en makkelijk met simpel gereedschap bewerkbaar
- Licht van gewicht
- Milieuvriendelijk
- Lokaal bekend bouw materiaal

De nadelen van bamboe

Bamboe is kwetsbaar voor schimmels en insecten en kan snel splijten. Daarnaast heeft onbehandeld bamboe een korte levensduur en moet regelmatig vervangen worden.

Bron: <http://www.kennislink.nl/publicaties/bamboe-als-bouwmateriaal>
<http://alexandria.tue.nl/extra3/proefschrift/PRF3B/8104676.pdf>



10.3 Waarom Bamboe?

Bamboe is een zeer geschikte bouw materiaal om goedkope, maar toch stevige huizen te maken.

Eigenschappen bamboe

Bamboe staat bekend als een zeer veilig materiaal bij een aardbeving. Het is een licht bouw materiaal en het bijkomende voordeel is dat bamboe een buis is, en dus een groot traagheidsmoment heeft in verhouding tot ander materiaal. Daarnaast is een voordeel van bamboe dat de elasticiteitsmodulus groot is: ongeveer 20.000 N mm^{-2} en dat het zich bij belastingen elastisch blijft gedragen tot zeer dicht bij bezwijken. Dat betekent dat het materiaal bij een aardbeving in het elastische gebied veel energie kan absorberen.

Ook belangrijk is de snelle groei van het materiaal. Bamboe is een plantage die voortdurend door groeit. Elk jaar komen er nieuwe planten bij en na vier jaar kan een bamboestam gekapt en gebruikt worden als bouw materiaal. Bamboe is daarom ook de snelste groeiende plant ter wereld.

Behouden van cultuur en zelfwerkzaamheden

Om de cultuur van Bangladesh te behouden is het belangrijk dat de invloeden van westerse landen op de juiste manier worden gecombineerd.

De gemeenschap is bekend met het bamboe materiaal en zal zelf meebouwen aan de uitbouw om zo cultuur te bewaren en nog belangrijker, de gemeenschap zal op die manier een sterkere band krijgen met hun eigen woning.

Omdat niet al de werkzaamheden kunnen worden betaald met het geld dat ze hebben, zullen zij meebetalen door het werk wat geleverd kan worden door de gemeenschap.

De bamboe uitbouw kan helemaal door de bewoner zelf worden gebouwd.

Beschikbaarheid en goedkoop

Bamboe is in Bangladesh op grote schaal verkrijgbaar en zeer goedkoop.

Snelle bouwmethode

Omdat de bamboe een licht bouw materiaal, modulair systeem en een droge constructie is kunnen we er snel mee bouwen. De lichte elementen kunnen snel getransporteerd worden en er zijn minder zware vervoersmiddelen en kranen nodig wat ook een voordeel heeft in de kosten. Er is een minder zware fundering nodig welke snel geplaatst kan worden.



10.4 Materialisatie

10.4.1 fundering

Een goede fundering is van essentieel belang bij het construeren van bamboe constructies. Omdat bamboe kwetsbaar is voor schimmels en insecten is het van belang de bamboe zodanig te beschermen dat het zo min mogelijk in contact komt met de grond.

In de huidige woningen hebben wij gezien dat de bamboe stam rechtstreeks in de grond wordt gedrukt, zonder het bamboe van te voren te beschermen of te voorzien van een fundering. Dit zorgt ervoor dat de constructie binnen de kortste keren bezwijkt. Om dit te voorkomen moet bamboe beschermt worden en contact met de grond voorkomen worden.

Onder invloed van wisselende weersomstandigheden, met name blootstelling aan regen en zonneschijn zullen er scheurtjes ontstaan in het bamboe. Door een goed bouwtechnisch ontwerp waarbij de bamboe van de grond wordt gehouden en tegen inwateren wordt beschermd wordt de levensduur verlengd. Als wordt voldaan aan de bovengenoemde factoren kan met een levensduur van 15 jaar worden gerekend.

Bij de fundering wordt voornamelijk een verbinding met beton toegepast. In de uiteinden van de bamboestam wordt beton gegoten om de verbinding op zijn plaats te houden. Beton wordt gestort met daarin staal. Het bamboe is op die manier niet met de grond verbonden waardoor er minder kans is op schimmels en bodemaantasting. Het stalen draad zorgt ervoor dat de krachten worden overgedragen op de vezels van de bamboe.

De constructie op de afbeelding hiernaast is toegepast als funderingstechniek van het Zeri paviljoen in Hannover.

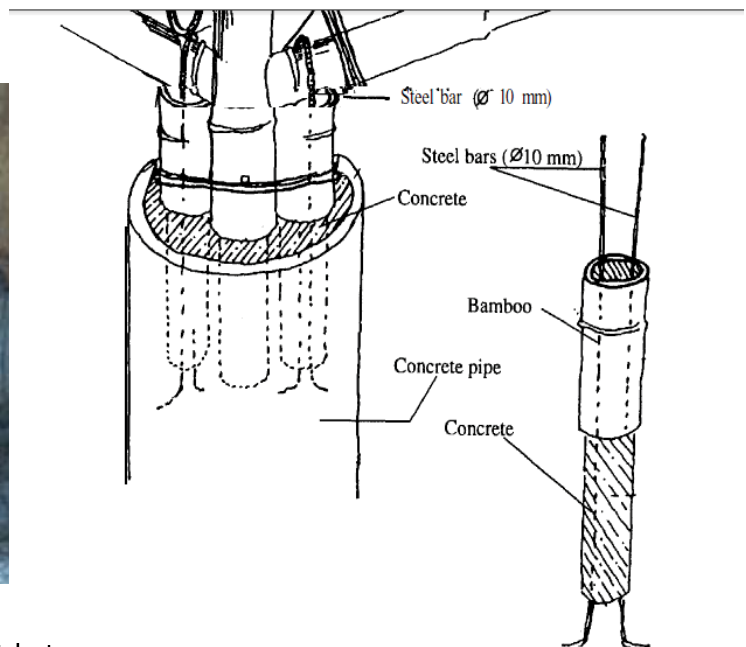
Nadeel verbinding

Door beton in bamboe te gieten gaat het materiaal uitzetten en krimpen bij temperatuurverschillen. Hierdoor ontstaan tussen het beton en de bamboe scheuren. Bij regen en vochtigheid komt het water in de scheuren en kan het niet verdampen. Door die natte plekken tussen de bamboe en het beton gaat het bamboe rotten met als gevolg het uitelkaar knappen van de bamboestam.



Om dit scheuren te voorkomen wordt een technische detail uitgetekend waarbij korte en lange bamboestam toegepast worden. Zie afbeelding hieronder.

De korte stammen worden voorzien van wapening en worden met de betonnen fundering verbonden. De lange stam daarentegen zal niet gewapend zijn en niet met het beton verbonden worden. Dit door de kop van de bamboe aan de onderzijde te plaatsen. Hierdoor kan geen beton in de bamboe stam komen. Hierdoor zal de bamboestam na een periode van ongeveer 15 jaar vervangen kunnen worden zonder dat de fundering vervangen hoeft te worden.



Afbeelding 10.1 Bamboe verbindingen met beton.

Bron: Bamboo, people and the enviroment, Ganapathy, Jules A. Janssen and Cherla B. Sastry (1995)



Afbeelding 10.2 Bamboe en bamboematten, Dhaka 2012



10.4.2 Wanden van bamboe

In Bangladesh worden wanden van bamboe gevlochten van strips gespleten bamboe. Het geeft bewoners de privacy en tegelijkertijd waait het lekker door, en dit laatste is heel belangrijk in een warm en vochtig klimaat.

Als het klimaat perioden in het jaar kent dat het wat frisser is (bijvoorbeeld 15°), dan moet een bamboe-wand meer bescherming bieden aan de bewoners. Besmeren is dan de oplossing. In Latijns Amerika gebruikt men hiervoor veelal een leem-mengsel, wat soms versterkt wordt met vezels of met andere organische materialen zoals koemest. Een nadeel hiervan is dat de leem nog al snel door de regen wegspoelt en voortdurend moet worden aangesmeerd; doet men dat niet, dan komt de bamboe bloot te liggen en kan die beginnen te rotten.

Het project van 'The LIFT house' wordt gebruik gemaakt van bamboelatten en bamboe matten. Zie afbeelding hieronder.



Afbeelding 10.3: The lift house

Bron: The LIFT House (2011) van Prithula Prosun



10.4.3 Verdiepingsvloer van bamboe

Ons bezoek in Dhaka heeft ons laten zien dat de mensen in de sloppenwijken zeer bekend zijn met bamboe als bouw materiaal. Bamboe wordt voor allerlei onderdelen gebruikt; onder andere als constructiemateriaal, wand, stijgers, vloeren en daken.



Afbeelding 10.4: Verdiepingsvloer van bamboe

Bamboe als bouw materiaal heeft de voordeel dat het een hoge treksterkte als eigenschap heeft. Bamboe kan ver doorbuigen en is zeer goed bestand tegen aardbevingen en heeft daarnaast een hoge E modulus. De elasticiteitsmodule is voor bamboe hoger dan bijna alle andere houtsoorten en dat betekend dat bamboe minder doorbuigt dan een stuk hout. Door de lineaire elastische eigenschap van bamboe keert het na grote doorbuiging weer terug in de oude stand en breekt niet snel af.

Deze eigenschappen maken het als bouw materiaal zeer geschikt om als verdiepingsvloer te gebruiken. De grote knelpunt is het verbinden van de bamboe. Door de holle binnen kant heeft het stam minder contact oppervlakte, waardoor de afschuiving groter is dan bij bijvoorbeeld massief hout

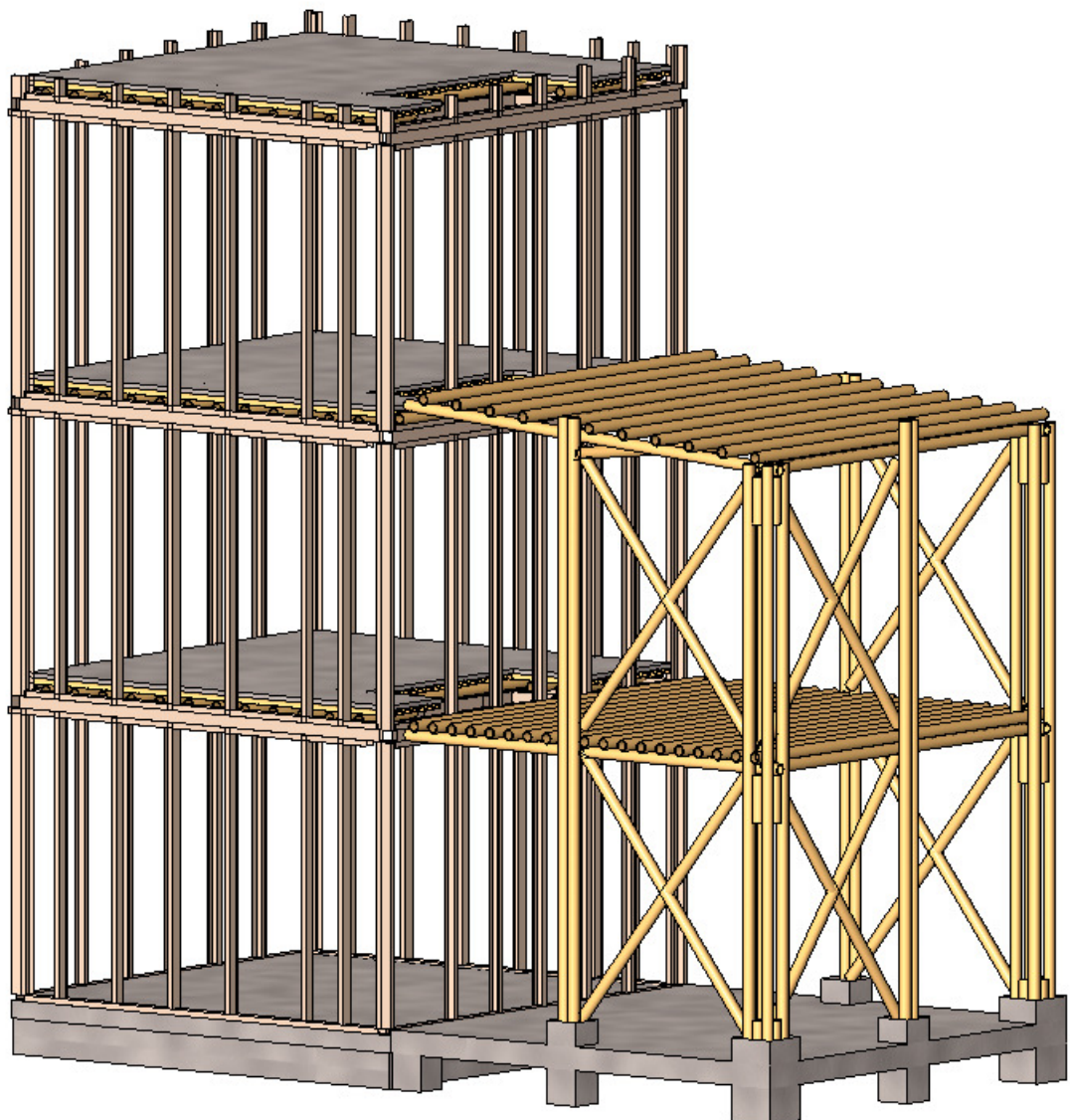


10.5 Keuze constructiemateriaal, aanbouw

Hieronder vindt u een opsomming van de gebruikte materialen voor de aanbouw. De aanbouw wordt volgens traditionele methode opgebouwd. Als referentie project is gekeken naar de "the Lift house" van Prithula Prosun.

Constructie

De constructie van de aanbouw bestaat uit bamboestammen van ongeveer 100mm rond, wat ook verkrijgbaar is in Bangladesh. De stammen worden voor de balken en kolommen gebruikt en worden aan elkaar verbonden met behulp van gerecyclede C&G banden.

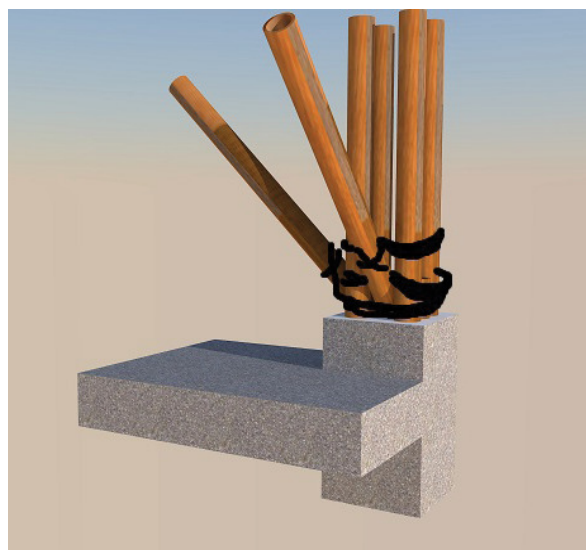




Fundering en beganeground vloer

Ook voor de aanbouw geldt de zelfde maatregel voor de fundering als bij staalframebouw. De vaste grond is de zandlaag en de constructie is licht van gewicht. Hierdoor hoeft er niet geheid te worden. De fundering komt direct op de zandlaag.

Voor de aanbouw wordt poeren gebruikt. De reden hiervoor is omdat de belasting door de bamboe als kolom door puntlasten naar de fundering wordt overgebracht. Hiervoor is een strokenfundering onnodig. De poeren bestaan uit beton en zullen in het werk gestort worden samen met de beganeground vloer. De beganeground vloer heeft een hoogte van 200 mm.



Windverband

Om de stabiliteit te verhogen worden windverbanden toegepast. De windverbanden worden aan elkaar gekoppeld door van elk bamboe stam een stuk af te halen, zie afbeelding. Vervolgens worden de stammen met behulp van touwen aan elkaar gekoppeld.





Verdiepingsvloer

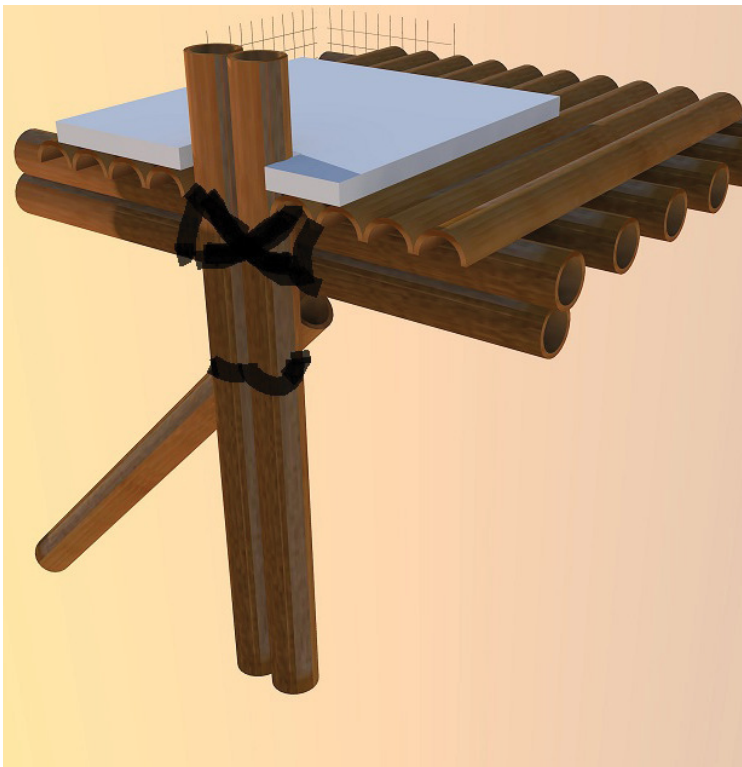
De verdiepingsvloer heeft een overspanning van vier meter en wordt opgebouwd uit:

- bamboe h.o.h. 200 mm, zie bijlage toetsing bamboe.
- halve bamboe h.o.h. 100 mm.

De opbouw van de vloer bestaat uit:

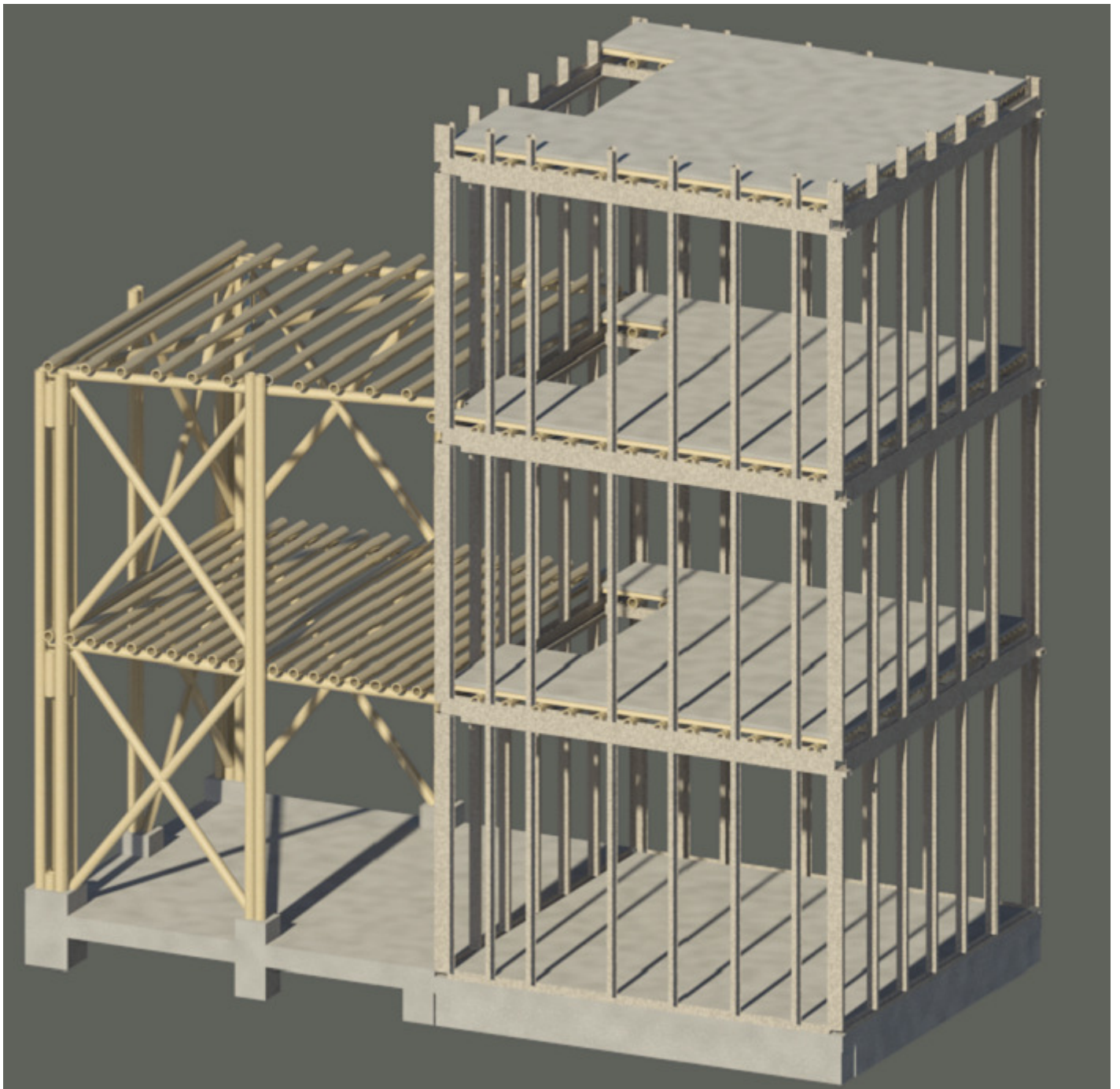
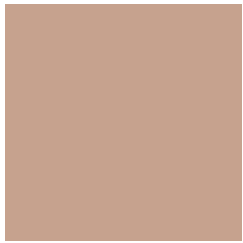
- Schuimbeton 40mm.

Het bamboe wordt middels touwen aan elkaar verbonden.



Dak

Omdat het dak een lagere veranderlijke belasting heeft voldoet een bamboe bij h.o.h. 350mm. Hierdoor zal minder bamboe nodig zijn.

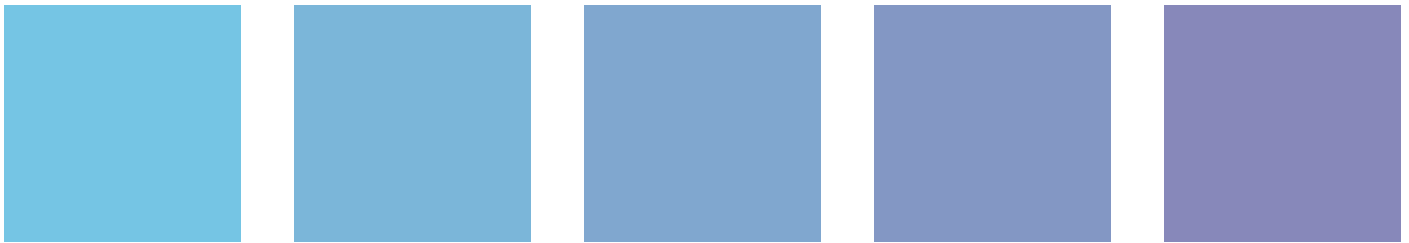


11. Kosten constructie

KERN		Materiaal	Prijs materiaal	Opp
	Fundering	Gewapend beton	82,19 m3	0,25
	Beganegrondvloer	Gewapend beton d = 200mm	82,19 m3	4,0
	Verdiepingsvloer	U-profielen	n.v.t.	n.v.
		Bamboe heel, h.o.h. 300mm	0,23 M1	4 m
		Bamboe half h.o.h. 100mm	0,115 m1	4 m
		Schuimbeton d= 40mm	49,31 m3	4,0
	Dak	U-profielen	n.v.t.	n.v.
	Gevel	C- profielen	n.v.t.	n.v.
	3 bouwlagen, 2 app.			
	5 bouwlagen, 4 app.			
AANBOUW		Materiaal	Prijs materiaal	Opp
	Fundering	Gewapend beton	82,19 m3	0,40
				0,30
				0,30
	Beganegrondvloer	Gewapend beton d = 200mm	82,19 m3	4,0
	Verdiepingsvloer	Bamboe heel, h.o.h. 200mm	0,30 M1	4 m
		Bamboe half h.o.h. 100mm	0,15 m1	4 m
		Schuimbeton d= 40mm	49,31 m3	4,0
	Dak	Bamboe heel, h.o.h. 350mm	0,30 M1	4 m
		Bamboe half h.o.h. 100mm	0,15 m1	4 m
	Gevel	Bamboe heel, kolom	0,30 M1	5 m
		Bamboe heel, windverband	0,30 M1	3,5
	2 bouwlagen, 2 app.			
	3 x 2 bouwlagen, 5 app.			

Zie bijlage!

oppervlakte / lengte	aantal	Totale oppervlakte / lengte	Totale prijs	Prijs per app.
6 x 0,30 x 4,00 = 0,30 m3	4	1,2 m3	€ 98,63	
1 x 4,0 x 0,2 = 3,2 m3	1	3,2 m3	€ 263,00	
t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 438,89	
1	13	52 m1	€ 11,96	
1	40	160 m1	€ 18,40	
1 x 4,0 x 0,04 = 0,64	1	0,64 m3	€ 31,56	
t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 438,89	
t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 468,77	
		Totaal	€ 3.270,37	€ 1.635,19
		Totaal	€ 5.147,61	€ 1.286,90
oppervlakte / lengte	aantal	Totale oppervlakte / lengte	Totale prijs	Prijs per app.
2 x 0,40 x 0,50 = 0,08 m3	2	0,16 m3	€ 13,15	
3 x 0,30 x 0,40 = 0,036 m3	3	0,108 m3	€ 8,88	
2 x 0,30 x 0,20 = 0,018m3	2	0,035 m3	€ 2,88	
1 x 4,0 x 0,2 = 3,2 m3	1	3,2 m3	€ 263,00	
1	20	80 m1	€ 24,00	
1	40	160 m1	€ 24,00	
1 x 4,0 x 0,04 = 0,64	1	0,64 m3	€ 31,56	
1	12	48 m1	€ 14,40	
1	40	160 m1	€ 24,00	
1	14	70 m1	€ 21,00	
1 m1	12	42 m1	€ 12,60	
		Totaal	€ 439,47	€ 219,74
		Totaal	€ 1.318,41	€ 263,68



12.1. Kosten C-en U profielen

De kosten voor staalframe is volgens leverancier FeNB2 Staalframebouw bv. dhr. N. Bresser, berekend.

Staalframe	30 blokken van 3 lagen	1 blok van 3 lagen	per laag
wanden C-profiel	42189,00	1406,30	468,77
vloeren U-profiel	39500,00	1316,67	438,89
Totaal staalframe			907,66

De prijzen van staalframebouw is uitgerekend met de Nederlandse productiekosten, exclusief transportkosten. De productiekosten worden geschat op 20% ($-20\% * 907,66 = 726,128$ euro)

de transportkosten:

- Zeetransport US \$1696,00 = 1353,23 euro (valuta.nl, 28 mei 2012)
- Afhandeling in Rotterdam en transport in Nederland en opmaken documenten = 749,00 Per 20 ft container.

Montage kosten:

Montage tot frames is geschat (voor 30 kernen) op 871 manuur /40 uur per week = 22 wk x € 2,00 = € 44,00 productie kosten.

12.2. Kosten behandeld bamboe

De kosten van bamboe per meter in Bangladesh is 0,23 euro, met een levensduur van 1 tot 3 jaar. Behandeld bamboe is ongeveer 30% duurder, maar de levensduur zal verhogen naar 15 jaar. In de tabel hiernaast is gerekend met behandeld bamboe, 0,30 euro per meter.

12.3. Totale kosten constructie:

	Prijs p/app.
1. Kern 3 bouwlagen, 2 appartementen, 1 gemeenschappelijke ruimte	1.635,19 euro
2. Kern 5 bouwlagen, 4 appartementen, 1 gemeenschappelijke ruimte	1.285,90 euro
3. Aanbouw, 2 bouwlagen, 2 appartementen	219,74 euro
4. Aanbouw, 3x 2 bouwlagen, 5 appartementen	263,68 euro
- Kern 1. + Aanbouw 3. totaal 4 appartementen	927,47 euro
- Kern 1. + aanbouw 4. totaal 7 appartementen	655,54 euro
- Kern 2. + aanbouw 3. totaal 6 appartementen	930,51 euro
- Kern 2. + aanbouw 4. totaal 9 appartementen	718,00 euro



12. Conclusie en aanbevelingen

Hoofdvraag onderzoek:

Welke bouwmaterialen en -methoden zijn milieutechnisch en kosten technisch gezien geschikt voor goedkope huisvesting in Dhaka?

Bangladesh heeft een tropisch moessonklimaat met droge warme winters en hete, klamme en zeer natte zomers. Daarnaast heeft Bangladesh ook vaak last van overstromingen en aardbeving.

Voor de constructie is het belangrijk dat het ontwerp solid en betrouwbaar moet zijn, met afmetingen die niet groter zijn dan nodig. Grotere afmetingen brengen hogere kosten en visuele beperkingen met zich mee.

Bamboe is een bouw materiaal dat vaak in de sloppenwijken van Bangladesh voorkomt. Door de snelle groei van bamboe is het materiaal in overvloed beschikbaar en zeer goedkoop. Daarnaast heeft het materiaal een hoge treksterkte als eigenschap, een hoge elastische modulus en omdat het materiaal ver kan doorbuigen is het zeer bestand tegen aardbeving.

Er zijn veel onderzoeken gedaan naar bamboe, onder andere door dhr. Jules Janssen, expert in bamboe. Tot heden zijn er geen exacte berekeningen voor het materiaal, een van de redenen hiervan is omdat elke bamboe een andere afmeting, dikte en eigenschappen heeft en van elkaar verschillen.

Door contact op te nemen met dhr. Jules Janssen zijn wij tot conclusie gekomen dat men niet hoger dan twee bouwlagen met bamboe moet bouwen. Naast deze benoemde voordelen heeft bamboe een groot knelpunt, namelijk de verbindingen. Door de holle binnenkant heeft het materiaal minder contact oppervlakte, waardoor afschuiving groter is dan bij bijvoorbeeld massief hout. Door de ronde vorm is het ook moeilijker om verbinden te maken, er zijn door de jaren heen vele verbindingen voor bamboe constructies ontwikkeld.

Het gebruik van schroeven of spijkers leidt tot beschadiging en scheuren in het materiaal. In Bangladesh worden verbindingen gemaakt met behulp van touwen, gerecyclede C&G banden en andere vezel materialen die om bamboe heen worden gewikkeld. De verbindingen zijn goedkoop, duurzaam, demontabel en stevig. De stevigheid blijft echter niet voor een lange periode. Na verloop van tijd gaan de verbindingen losser zitten en zal het bamboe rotten.

Ook hiervoor zijn technieken ontwikkeld die de levensduur van bamboe van één tot drie jaar kunnen verlengen naar 15 jaar.

Staalframebouw daarentegen is een bouwsysteem wat niet bekend is in Bangladesh. Het is een bouw materiaal dat vele voordelen heeft. De constructie is licht van gewicht, maatvast, minder gevoelig voor klimaatinvloeden en bestand tegen ongedierte en schimmels.



De eigenschappen van staalframe maken het zeer geschikt als constructiemateriaal om voor goedkope huisvesting in ontwikkelingslanden toe te passen.

Duurzaamheid is erg belangrijk in het opwaarderen van de sloppenwijken, de koudgewalste staalprofielen hebben een langdurige karakter, zijn flexibel, demontabel en licht van gewicht.

Om de levensomstandigheden van de mensen in de sloppenwijken te verbeteren moet aan vele aspecten gedacht worden.

De gemeenschap in de sloppenwijken, en vooral in Dhaka groeit ieder moment, er is een tekort aan woningen en de grondprijzen zijn erg hoog. Horizontaal uitbreiden in de sloppenwijken is een bestaand probleem waardoor een tekort aan ruimte ontstaat. Staalframe biedt de mogelijkheid om makkelijk de woningen uit te breiden tot wel acht bouwlagen. Ook het afbreken en hergebruiken van het systeem is mogelijk.

In Nederland wordt staalframebouw vaak toegepast bij het optoppen van projecten. Dit om de lichte en zeer sterke eigenschappen van staalframe.

Het langdurige en demontabele karakter van staalframe zorgt er ook voor dat het materiaal lang te gebruiken is. Het is gemakkelijk uit te breiden en ook eenvoudig om af te breken. De C- en U profielen worden zodanig opgebouwd dat deze bij een andere gemeenschap te gebruiken zijn en dus niet verwaarloosd worden in de omgeving.

Kijken we naar de prijzen dan is staalframe vergeleken met bamboe en andere bouwmaterialen in Bangladesh is dit niet de goedkoopste methode om een complex neer te zetten. Dit omdat Bangladesh niet over ijzerertsminen beschikt en geen fabrikanten heeft die staalframe verkopen. Dit betekent dat het product getransporteerd moet worden, en door de transport kosten zal het product ook een stuk duurder worden.

Hiermee komen wij snel tot de conclusie, dat het al snel rendabel is om ter plekke te produceren, met een rolformer en toebehoren, benodigd hiervoor zijn twee containers. Vervolgens hoeft er alleen coils staal vervoerd te worden.



Literatuur

Bibliografie

Engr S M Anwar Hossain, Advanced Development Technologies

MD. Abdus Salam, Senior Research Engineer, Housing And Building Research Institute

Building With Bamboo, geraadpleegd op 3 mei 2012, van Jules J.A. Janssen

Bamboe als alternatief bouw materiaal in West-Europa? Pablo van der Lugt

BAMBOE ALS CONSTRUCTIEF BOUWMATERIAAL IN NOORDWEST EUROPA, Chiel Koenen, (april 2010) geraadpleegd op 20 april 2012

Handboek staalframebouw (Zoetermeer, 2004), geraadpleegd op 10 april 2012, van Bouwen met staal.

Jules J.A. Janssen, Technical University of Eindhoven

Khondaker Hasibul Kabir, Senior lecturer, Department of Architecture, BRAC university, Dhaka, Bangladesh. khkabar@bracu.ac.bd

Marco Pauw, Bouwen met Staal (2012) marco@bouwenmetstaal.nl van www.bouwenmetstaal.nl

Nico Bresser, Partner Butterfly Housing and Founder FeNB2 steel frame construction. FeNB2 Staal-framebouw bv (2012), nico@staalframebouw.nl

Sujaul Islam Khan, B.Arch, M.Arch Member, Institute of Architects, Bangladesh Associate Member, American Institute of Architects and lecture of Ahsanullah University of Science and Technology Tejgaon, Dhaka. sujaulkhan1971@gmail.com

Steel Frame Construction Guide (2012), Geraadpleegd op 25 april 2012, van Finish Profiles: <http://www.finish-profiles.nl/>

Tabellen voor bouw- en waterbouwkundigen (Utrecht/Zutphen 2006), van ThiemeMeulenhoff

The LIFT House: Waterloo, Ontario, Canada, 2011. Geraadpleegd op maart 2012, van Prithula Prosun

Veerhuis Bouwsystemen B.V. (2012). Volendam. Geraadpleegd op 20 april 2012, van Veerhuis.biz

Verrijp, A. (2011, Augustus). Bangladesh. Geraadpleegd op 3 april 2012, van Landenweb: <http://www.landenweb.net/bangladesh/>

Weatherbase. (2012). Dhaka Bangladesh. Geraadpleegd op 12 februari 2012, van Weatherbase: <http://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=032914&refer=/>



Afbeeldingenlijst:

Afbeelding 3.1: Presentatie "Woonomstandigheden in snelgroeiende metropolen" B. van de Wiel.
Docent bouwkunde, hva

Afbeelding 3.2 : Presentatie "Story of three 'clients': Khondaker Hasibul Kabir , Docent architectuur, BRAC university, Dhaka, Bangladesh

Afbeelding 9.1:handboek staalframebouw (2004), van Bouwen met staal

Afbeelding 9.2: wandenwijzer (2005) van staalframebouw.eu

Afbeelding 9.3, 9.4 en 9.10 : Steel frame Construction Guide van Finish profiles group

Afbeelding 9.5 en 9.8 : filmopname van dhr. N. Bresser, FeNB2 Staalframebouw bv

Afbeelding 9.6: Veerhuis Bouwsystemen B.V. (2012), van Veerhuis.biz

Afbeelding 9.7: ecotec-africa.com en inspirationgreen.com

Afbeelding 9.9 en 10.3: The LIFT House: Waterloo, Ontario, Canada, 2011, van Prithula Prosun

Afbeelding 9.11: <http://acfar.pbworks.com/w/page/1309733/Historische%20achtergrond>

Afbeelding 10.1: Bamboo, people and the enviroment, Ganapathy, Jules A. Janssen and Cherla B. Sastry (1995)

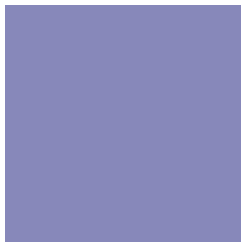
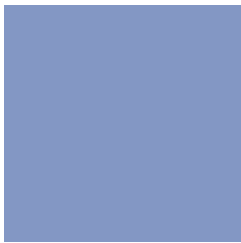
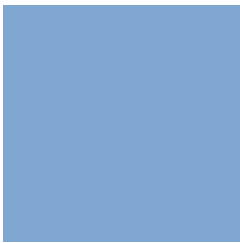
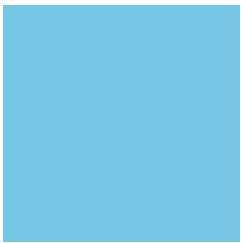
Tabellenlijst:

BAMBOO, PEOPLE AND THE ENVIRONMENT (1995), Geraadpleegd op 2 mei 2012,

<http://earthquake-report.com/2012/02/16/bangladesh-earthquake-list/>
http://www.staalframebouw.eu/__miracle/doc/wandenwijzer.pdf

<http://www.schuimbeton.nl/schuimbeton.html>

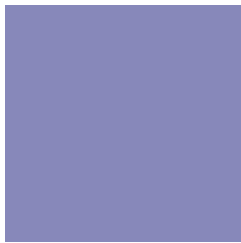
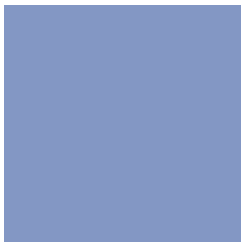
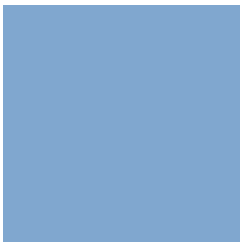
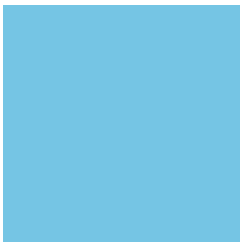
http://www.isobouw.nl/nl/2/138/verantwoorde_productie.aspx
http://www.geoblock.nl/files/01-EigenHuis_Artikel-ZoGepiept.pdf
<http://www.totalebliksembeveiliging.nl/Bliksembeveiliging/>





Bijlage A

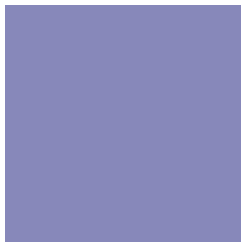
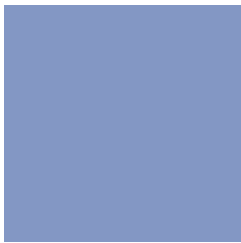
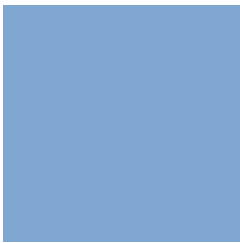
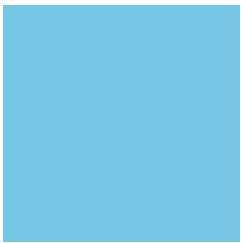
Vooronderzoek materialen, Ula Abed-Ali en Lamya Mohamed Mohamed





Bijlage B.

Workshop en presentatie, tijdens verblijf in Bangladesh samen met de studenten uit de universiteit van Bangladesh





Bijlage C.

Masterplan en ontwerp

Tekeningen architect: Student architectuur hva, Sebastiaan van Gastel

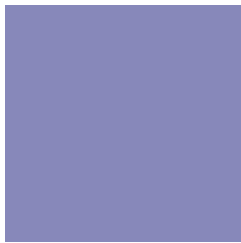
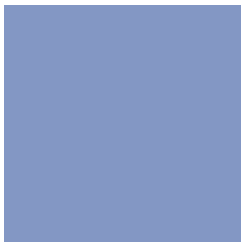
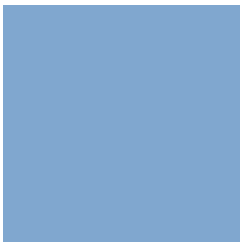
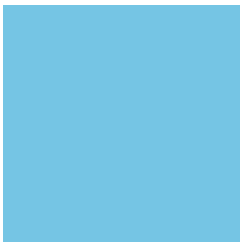
- | | | |
|-----|-----------------------------------|------------------------|
| D.1 | Voorlopig ontwerp kern | - A.02 Begane grond |
| | | - A.01 Verdieping |
| | | - A.02.1 Noord gevel |
| | | - A.02.2 West gevel |
| | | - A.02.3 Oost gevel |
| | | - A.02.4 Zuid gevel |
| | | - A.03.1 Doorsnede 1 |
| | | - A.03.2 Doorsnede 2 |
| D.2 | Definitief ontwerp Kern + aanbouw | - DO.03.04 Oost gevel |
| | | - DO.03.03 Zuid gevel |
| | | - DO.03.02 West gevel |
| | | - DO.03.01 Noord gevel |

Constructie tekeningen, student constructie hu, Ula Abed-Ali

- | | | |
|-----|-----------------------------------|--------------------------------------|
| D.3 | Definitief ontwerp kern + aanbouw | - DO.05.01 Fundering en begane grond |
| | | - DO.05.02a Eerste verdieping |
| | | - DO.05.02b Tweede verdieping |
| | | - DO.05.03 Dak constructie |
| | | - DO.05.04 Isometrie |
| | | - DO.05.05 Doorsnede 1 |
| | | - DO.05.06 Doorsnede 2 + 3 |
| | | - DO.05.07 Doorsnede 4 |

Details, student constructie hu, Ula Abed-Ali

- | | | |
|-----|------------|---|
| D.4 | - Detail 1 | |
| | - Detail 2 | staalframe, fundering en begane |
| | - Detail 3 | staalframe, wand en verdiepingsvloer |
| | - Detail 4 | staalframe, dak |
| | - Detail 5 | bamboe fundering en beganeground |
| | - Detail 6 | bamboe, wand en verdiepingsvloer |
| | - Detail 7 | bamboe, dak |
| | - Detail 8 | verbinding bamboe en staalframe, fundering |
| | - Detail 9 | verbinding bamboe en staalframe, verdieping |





Bijlage D.

Constructie Berekeningen **Staalframebouw, Kern:**

- D1. Toetsing funderingsbalk
 - D1.a Omschrijving kern
 - D1.b. Belastingaannamen
 - D1.c. Veranderlijke belasting
 - D1.d. Soortelijke massa
 - D1.e. Permanente belasting
 - D1.f. Wind belasting
 - D1.g.. Materialen
 - D1.h. Bepalen totale belasting op funderingsbalk
 - D1.i. Toetsing funderingsbalk
- D.2 Toetsen stijl (C-profiel) uit staalframe wand
 - D.2a Toetsen van de stijl zonder beplating
 - D.2b Toetsing van de stabiliteit
 - D.2c Toetsing C-profiel op drukspanning
 - D.2d Toetsing C-profiel op trekspanning
- D.3 Type profielen
- D.4 Overspanningstabel van de vloerliggers

Bamboe, aanbouw:

- D5.1 Omschrijving, uitbouw
- D5.2 Belastingaannamen
- D5.3 Veranderlijke belasting
- D5.4 Soortelijke massa
- D5.5 Wind belasting
- D5.6 Materialen
- D5.7 Toetsing bamboe ligger, verdiepingsvloer
- D5.8 Toetsing bamboe ligger, dak
- D5.9 Permanente belasting
- D5.10 Belasting bepalen