

Feasibility study of Air Traffic Control Tower around the globe

Interview report

J. H. Hartmann

Delft University of Technology



Cover: This photo has been taken at Amsterdam Schiphol Airport. In the back (left) the main air traffic control tower with a height of 100 meter is shown and the secondary tower (right) is the old control tower and operates at this moment as air traffic controller training facility. The main tower is constructed by Bureau De Weger in cooperation with architect Netherlands Airports Consultants (NACO) in 1991. In front an Airbus A320-200 of Swiss International Air Lines is taxiing and ready for departure. [www.airchive.com]

Interview report

“Feasibility study of air traffic control towers around the globe”

“International research regarding the local influences providing an optimal structural design for air traffic control towers around the globe in an economical perspective”

J.H. Hartmann

Department of Building Engineering
Faculty of Civil Engineering and Geosciences
Delft University of Technology
2628GN/2600GA Delft
The Netherlands
www.tudelft.nl

August, 2014

© Copyright 2014 Joost Hartmann Delft University of Technology, Delft, the Netherlands

All rights reserved. No part of this document may be reproduced for commercial purposes without written consent from the author. Permission is granted to reproduce for personal and educational use only with the use of proper citation. Commercial copying, hiring, lending and selling are prohibited without written consent from the author.

For inquiries regarding this thesis research please contact the author via e-mail:
joosthartmann@gmail.com

Preface

This interview report summarizes all the findings made during conversations, interviews and questionnaires with several experts during the master thesis research “Feasibility study of air traffic control towers around the globe”.

It can be seen as an extensive information source for the thesis research and includes interviews and questionnaires with architects, engineers, and other professionals in the global construction industry as well as the air traffic control tower related business.

The majority of the documents in this report are written in Dutch and the remaining in English. The reason to present this report not entirely in English is because many interviews were held in the Dutch language, with Dutch people. By documenting their experiences in Dutch, this report gives them the opportunity to read this report in their native language and, in addition, it limits translation errors. The English international questionnaires are the original documents, whereby the grammar is not always correct.

This interview report was carried out in cooperation with Royal HaskoningDHV, Netherlands Airport Consultants B.V, ATN-Nooitgedagt B.V. Rönésans Holding and Polimeks instaat.

My gratitude goes to all the experts for providing me with all the information. Especially my colleagues from Royal HaskoningDHV, who assist and inspired me by telling their personal experiences about the international building industry and global cultures.

The Hague, August 2014

Joost Hartmann

Keywords: interviews, questionnaires, consults, air traffic control tower, airport control, structural tower design, structural engineering, international construction industry, The Netherlands, Japan, China, Turkey, Indonesia, Nigeria, wind engineering, earthquake engineering

Table of Contents

1.	Interview Mr. Ringersma.....	9
2.	Interview Mr. Marey	11
3.	Interview Mr. Boon	13
4.	Interview Mr. Woudenberg.....	15
5.	Interview Mr. Nooitgedagt.....	17
6.	Interview Mr. Vorselman.....	21
7.	Interview Mr. Brouwers	23
8.	Questionnaire Ms. Tano	29
9.	Questionnaire Mr. Fang.....	33
10.	Interview Mr. Gröning.....	37
11.	Questionnaire Mr. Kurt	41
12.	Questionnaire Mr. Igbedion	43
13.	Questionnaire Mr. Bektaş	45
14.	Consult Mr. Visscher.....	47
15.	Consult Mr. de Graaf	49
16.	Consult Mr. Hengstmangers.....	51
17.	Overig	55

This page has been left blank intentionally

1. Interview Mr. Ringersma

Naam: Piet Ringersma
Bedrijf: Netherlands Airport Consultants B.V (NACO)
Functie: Senior architect
Expertise: Architect luchthavens
Locatie: Kantoor NACO, Den Haag
Datum: 26-09-2013

Inhoud

1. Zou u mij meer kunnen vertellen over NACO in het algemeen en de rol die NACO speelt bij het ontwerp van verkeerstorens op luchthavens? Design, advies engineering?

NACO is een organisatie die op allerlei technische facetten kennis heeft van luchthavens. NACO bestaat uit 3 afdelingen, een afdeling die zich fulltime bezig houdt met Schiphol, de BCN groep. Daarnaast is er een civiele afdeling die al het ontwerp en engineering op zich nemen waarbij in de grond wordt gewerkt. Te denken aan de landingsbanen, drainage maar ook de verlichting van de banen. De derde afdeling is de afdeling; masterplanning en building. Hierin is Piet actief. Hij houdt zich bezig met de design van passagiersterminals en de passagiersstromen in deze gebouwen.

2. Welke verkeerstorens heeft u/NACO allemaal ontworpen?

NACO heeft de volgende torens ontworpen of aan meegewerkt. Koeweit, Schiphol, Frankfurt en op dit moment zijn de torens van Bonaire en Turkmenistan in ontwerpfase.

3. Wat zijn de belangrijkste (architectonische) ontwerpaspecten van deze gebouwen? Hoogte, vorm, design?

Er zijn geen echte belangrijke ontwerpaspecten voor luchtverkeerstorens. Er zijn geen echte ontwerpregels opgesteld of normen waarmee rekening dient gehouden te worden. Eén regel is bijvoorbeeld wel dat het eind van de runway zichtbaar moet zijn onder een hoek van minimaal 1°.

4. De dynamica, stijfheid, logistiek en uitvoering zijn constructieve aspecten. Weerhouden deze aspecten de ontwerp vrijheid van architecten? Welk constructief aspect levert de grootste frustraties op bij een architect.

Een constructief aspect dat tot grote frustraties leidt bij een architect bestaat niet echt, want vanuit deze ontwerpfilosofie wordt niet gewerkt. Architect en ingenieur werken nauw samen om tot een haalbaar ontwerp te komen. Elk gebouw is weer anders en elke locatie heeft weer andere moeilijkheden.

5. Welke vraagstukken zijn nog onbeantwoord in het architectonisch ontwerp? Of dienen nog verder onderzocht te worden, zoals misschien parametrisch ontwerpen?

Of er onbeantwoorde vraagstukken zijn in het ontwerp van deze torens is moeilijk voor Piet om te beantwoorden. Zijn collega René Marey kan deze vragen hoogstwaarschijnlijk wel beantwoorden. Op de vraag over parametrisch ontwerpen van verkeerstorens, lijkt het hem dat parametrisch ontwerpen een goede ontwikkeling kan zijn, omdat je een optimalisatie in je ontwerp toepast.

Echter dan worden er (sneller) standaard vormen ontworpen, waardoor de identiteit van een toren verloren zal gaan.

6. De luchtvaarttechnologie ontwikkelt zich snel, kunnen deze gebouwen de ontwikkeling bijhouden, zo niet welke problemen zullen er in de toekomst ontstaan?

Dat de luchtvaarttechnologie snel ontwikkeld is duidelijk. Er zal altijd visueel contact tussen de vliegtuigen en de verkeersleiding moeten zijn. De ontwikkeling van camera's etc. zal deze functies nooit verdrijven, omdat je in een toren een goed overzicht hebt, 3D zichtveld. Voor de komende 20 jaar zullen de torens dan ook niet verdwijnen en zal de vraag van deze torens blijven en dus voorlopig zullen deze torens gebouwd blijven worden.

7. Wat is gangbaar, oude torens worden opgeknapt en verhoogd? Of worden juist totaal nieuwe torens ontwerpen en gebouwd?

Het is gangbaar om geheel nieuwe torens te bouwen. Dit omdat de oude torens operationeel moeten blijven gedurende de bouw van de nieuwe. Bij Schiphol gebeurde dit ook en dient de oude toren nu al secundaire toren.

8. Waar liggen de pijnpunten tussen RHDHV en NACO om deze gebouwen te ontwerpen? En hoe zien deze eruit?

Het is moeilijk om te zeggen of er pijnpunten zijn tussen RHDHV en NACO. Steeds meer mensen van RHDHV worden als constructeur betrokken bij het ontwerp van de vliegvelden.

9. Welke innovatieve belangen heeft RHDHV en NACO op dit moment ten aanzien van het ontwerp van dit gebouw? RHDHV wil international verder uitbreiden.

In het verleden heeft NACO niet erg veel torens ontworpen. Ze willen wel dit aantal verhogen. Op dit moment heeft NACO nog niet veel torens in zijn portofolio. Ten eerste omdat er in het verleden weinig behoefte was aan verkeerstorens wereldwijd. Daarnaast leveren terminals meer geld op, dus als er acquisitie wordt gelopen dan zijn de torens simpelweg minder rendabel en dus minder in trek. Een andere reden is dat NACO zich wel heeft ingeschreven voor bids maar helaas deze niet heeft gewonnen.

NACO heeft de ambitie om mee te doen aan de top van design van verkeerstorens en willen hun portofolio graag uitbreiden. Dus meer onderzoek is dus een goede zaak!

2. Interview Mr. Marey

Naam: René Marey
Bedrijf: Netherlands Airport Consultants B.V (NACO)
Functie: Architect
Expertise: Architect air traffic control towers
Locatie: Kantoor NACO, Den Haag
Datum: 10-10-2013

1. Welke verkeerstorens heeft u/NACO allemaal ontworpen? En met welke torens bent u op dit moment bezig?

René is op dit moment bezig met het ontwerp van de torens in Ashgabat en Bonaire. Dit zijn de eerste twee torens waar René aan werkt. In de toekomst zal NACO hopelijk meer torens ontwerpen en hun portfolio uitbreiden. Tenminste, dat is wel hun doel, want naast de terminals zijn de torens de belangrijkste gebouwen op een vliegveld.

2. Waar start u mee als u een toren gaat ontwerpen. Krijgt u een programma van eisen en zo ja wat voor eisen staan hierin? Of moet NACO zelf vooronderzoek plegen?

Er is geen standard programma van eisen die wordt gebruikt bij het ontwerpen van de torens. Dit omdat elk land zijn eigen invloeden en regelgeving heeft en tevens omdat het erg specifieke gebouwen zijn, die maar eenmalig in een land gebouwd worden. Er is geen alomvattend bouwbesluit. De lokale landen en architecten hebben weinig kennis van de functionele aspecten en kunnen kennis pakketten "kopen" bij NACO en andere concurrenten om zodoende tot een functioneel PvE te komen. In landen zoals Amerika bestaat er wel een soort bouwbesluit dat door de FAA is opgesteld, ook bestaat er de ICAO.

3. Wat zijn de belangrijkste ontwerpaspecten van deze gebouwen? Hoogte, vorm, functie, symbool.....? En ontbreken er nog aspecten?

Er zijn verschillende belangrijke ontwerpaspecten van deze gebouwen. Vaak worden de torens te hoog gebouwd, dit vanwege prestige. De kroon wordt vaak rond ontworpen omdat dit het beste visuele uitzicht geeft. Het glas staat onder een hoek van 15°. De Architect bepaalt voornamelijk de vorm, dit wel in overleg met het structurele adviseurs. De schacht is belangrijk voor de liften en de vluchtwegen. Vaak zijn er meerdere trappen naar beneden, maar deze Fire safety eis is minder streng dan voor bijvoorbeeld High-Rise buildings.

4. Hoe wordt de hoogte van een toren bepaald, zijn hier normen voor en waar vind ik de algemene ontwerpnormen voor air traffic control towers?

De hoogte van de torens worden bepaald door 2 dingen. Ten eerste moet de ground control een goed zicht hebben over het platform. Vaak is een lagere positie beter omdat de invalshoek dan niet te groot is, omdat het platform vaak onder de toren gelokaliseerd is. Een andere eis is dat het einde van de runway onder een hoek van minimaal 1° staat. Dit betekent vaak dat de toren minder hoog hoeft dan daadwerkelijk gebouwd. Soms worden er wel terminals / hangars tussen runway en toren geplaatst van 30 meter hoog. De hele hoge nieuwe torens zijn dan ook prestige projecten, zowel Las Vegas.

5. In hoeverre is de uiteindelijke vorm van een gebouw in het voorontwerp bepaald? Of is deze ook afhankelijk van de constructieve mogelijkheden?

De vorm van het gebouw is een samenspel tussen de architect en constructeur. De slankheid, de aansluiting tussen kroon en schacht is bijvoorbeeld erg belangrijk, maar ook wat zijn de functies boven in de toren. Vaak zijn de technische ruimten en secundaire ruimtes belangrijker en groter dan de control room zelf. Ook is het van belang welk apparatuur in de toren staan, zoals de radar bol. Deze radar is zwaar en beweegt. Vele dynamische oplossingen dienen dan onderzocht te worden.

6. Welke functies / ruimten bevinden zich in deze torens. Kunt u mij een orde van grootte geven. In hoeverre bepalen zij het ontwerp?

Ten eerste bevindt zich boven in de toren de control center. Deze is vaak rond en de controllers werken hier gegroepeerd. Deze is vaak verhoogd opgesteld. In deze ruimte mogen weinig of geen kolommen staan waardoor de krachtafdracht en stabiliteit geregeld dient te worden in de stijlen en glas. Onder de control center bevinden zich de technische ruimten en secundaire ruimten. Te denken aan een keuken, wc's, relax ruimten. Aan technische ruimten moet gedacht worden; koelinstallaties, Data rekken -> erg grote ruimten die veel data verkeer regelen en veel koelnodig hebben. Ook een secundaire UPS is nodig. Dit zijn grote accu's die gaan werken als het stroom wegvalt. Mr. Nooitgedagt weet precies welke functies en materieel in een toren moet worden opgenomen.

7. Wordt de architect weerhouden in zijn ontwerp door de lokale bouw omstandigheden? Te denken aan lokale bouwsystemen, materiaal of technieken?

De architect wordt niet weerhouden in het ontwerp door de lokale bouw omstandigheden, maar wel beperkt in sommige mogelijkheden waarmee rekening gehouden dient te worden.

8. Wordt de architect weerhouden in zijn ontwerp door de lokale klimatologische omstandigheden? Te denken aan wind, aardbevingen en klimaat.

De architect wordt niet weerhouden in het ontwerp door de lokale klimatologische omstandigheden, maar wel beperkt in sommige mogelijkheden waarmee rekening gehouden dient te worden.

9. Wordt er bij het ontwerp ook rekening gehouden met de beoogde bouwsnelheid? Zo ja, op welke manier en wat is het streven daarnaar?

Het is belangrijk om rekening te houden met de beoogde bouwsnelheid. Getracht wordt om zo veel mogelijk de overlast te beperken.

10. Welke innovatieve belangen/ideeën heeft u/NACO op dit moment ten aanzien van het ontwerp van dit type gebouw?

Vormgeving is niet meer innovatief, de laatste jaren werden veel twisters ontworpen, maar deze trend is alweer voorbij.

11. De luchtvaarttechnologie ontwikkelt zich snel, kunnen deze gebouwen de ontwikkeling bijhouden, zo niet welke problemen zullen er in de toekomst ontstaan?

Verkeersleiding is een klassiek vak dat voorlopig nog zal blijven. De groei van torens zal dus blijven en wie weet hoe de techniek er over een decennium eruit ziet

3. Interview Mr. Boon

Naam: Jaap Boon
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Structural Engineer / Project Manager
Expertise: Nigeria
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Rotterdam
Datum: 02-12-2013

1. In welke Afrikaanse landen bent u allemaal werkzaam geweest? En welke projecten heeft u gedaan? Eventueel ook torens?

Jaap is werkzaam geweest in meerdere Afrikaanse landen. Hij heeft projecten gedaan in Nigeria, Burundi, Rwanda in de food-beverage industrie. Hun grote opdrachtgever in deze landen is Heineken.

2. Welke normen, bouwbesluiten worden gebruikt in Nigeria? Of worden de British standards, UBC of de Eurocode gebruikt. En wat is gebruikelijk voor Afrika?

In de Afrikaanse landen worden vaak de British standards gebruikt. De British standard is verlopen en is aangepast aan de Eurocode met de Britse nationale annex. Op dit moment gebruiken de Afrikaanse ingenieurs de British standards omdat deze op hun boekenplanken hebben staan. Maar wij (RHDHV) gebruiken nu de Eurocode met de Britse nationale annex. Het is gewoon een kwestie van tijd dat de Eurocode helemaal wordt ingevoerd.

3. Hoe worden deze normen nageleefd en hoe gaan ze ermee om? Mijn onderzoek zal zich (ook) richten op de Hurricane / earthquake engineering, zijn dit aspecten waar rekening wordt gehouden in Nigeria? Gezien de typografische ligging, verwacht ik dat niet.

Je moet alles voorkauwen gedurende de bouw en de normen worden, door gebrek aan kennis, in mindere mate opgevolgd. Er dienen ervaren constructeurs van Royal HaskoningDHV op site te zijn om er zeker van te zijn dat alles goed gaat, volgens design en planning. Voor Nigeria zijn de hurricane en earthquake engineering codes niet nodig.

4. Welke invloeden zijn typerend voor arme landen op het constructief ontwerp van projecten. Of wat is er anders dan bouwen in rijke landen?

Nigeria heeft niets betreffende constructie materialen. Ze hebben misschien zand en grind. Mergel moet geïmporteerd worden. Wapeningsstaal moet ook geïmporteerd worden. Ze gebruiken veel Framework structures gevuld met Hollow Bricks. Bij het berekenen van de betonwaarde wordt geadviseerd B35, maar er wordt gerekend met B25. Je weet dat de kwaliteit van storten, produceren lager zal liggen in arme landen. Nigeria beschikt over een paar betoncentrales. Dus grotere batches zijn mogelijk. Daarnaast is er bijna geen hoogbouw in Afrika. Ze hebben alle ruimte, dus de hoogte hoeft niet te worden opgezocht, daarnaast hebben ze de kennis niet.

5. Lokale labour cost, lage lonen en daardoor arbeids intensiever ontwerpen? Wat is de gang van zaken?

Er wordt erg veel met de hand gebouwd. Ze kiezen hier zelf voor. Ten eerste haalt de aannemer veel mensen van de straat. Deze zijn goedkoop en doen het makkelijke werk. Als er iets uitgegraven dient te worden dan gebeurt dit met de hand i.p.v. van een graafmachine. Zodoende helpt de aannemer de mensen aan werk en dus eten. Maar dit heeft voornamelijk mee te maken dat deze arbeidskrachten goedkoper zijn dan materieel en dus niet vanuit sociale motieven.

6. Lokale bouw materialen, in hoeverre heeft deze invloed op het constructief ontwerp. En welke materialen zijn gebruikelijk in Afrikaanse landen.

De lokale bouwmaterialen hebben erg veel invloed op het constructief ontwerp. Zoals gezegd dient bijna alles te worden geïmporteerd. De gebruikelijke materialen zijn hollow bricks, betonnen vloeren en kolommen. Alles wordt bekist met plankjes, want hier geldt ook weer, een hogere arbeidsintensiteit maakt niets uit voor de prijs. Je kunt ontwerpen in staal, maar bijv. de verbinding van in het werk gestorte vloer met stalen kolommen en balken is moeilijker construeerbaar.

7. Is het gebruikelijk om materialen te importeren, indien deze niet beschikbaar zijn? Zo ja, hoe verloopt dit proces, wordt er gekeken naar materialen in buurlanden?

Lagos is een grote haven en het is dus mogelijk om de materialen te importeren. Deze materialen komen voornamelijk uit Europa en China. Andere landen die vooruitstrevend zijn in Afrika zijn Kenia en Zuid-Afrika. Via de weg of water kunnen ook materialen via deze landen worden ingevoerd.

8. Welke bouwsystemen zijn gebruikelijk, veel in-situ? Prefab? En welke fundering technieken zijn gebruikelijk?

Er wordt niets gedaan met prefab, ze kennen deze systemen gewoon niet en dienen te worden geïmporteerd. Ze maken veel gebruik van Shallow fundaties, waar dat natuurlijk mogelijk is. Indien er wordt gebouwd in drassige gebieden dan kan er ook gekozen worden voor geïmporteerde palen. Vaak maken ze een funderingsplaat (600mm) met daaronder soil improvement tot 1500 mm onder maaiveld. De bovenste 1500 wordt geschat als geroerd grondpakket. Ook de shallow fundaties worden op deze hoogte geconstrueerd.

9. Bouw equipment, in hoeverre speelt dit een rol op het constructief ontwerp? Hebben ze in arme landen dezelfde equipment. Te denken aan zwaar materieel, maar ook glijbekisting, hijsloods?

Hier lopen ze ook op achter. Natuurlijk alles is mogelijk, maar het dient te worden geïmporteerd. Dus het beste is om een ontwerp zo makkelijk mogelijk te houden, omdat ook de kennis beperkt is. Ze beschikken over kranen en dergelijke, vaak 2^{de} hands. Maar high-tech systemen kennen ze niet.

10. Zijn de contractvormen dezelfde in arme landen als in rijke landen? En wat is de invloed van de overheid, aannemer op het constructief ontwerp?

De contractvormen zijn naar Jaaps weten nog nooit beïnvloed door overheden. Misschien dat dat binnen luchthavens anders ligt. Ook de invloed van de aannemers is gering. Op dit moment hebben de ontwerpers alle vrijheid en kijken de Afrikaanse landen op naar de Westerse bouwwereld.

4. Interview Mr. Woudenberg

Naam: Ivar Woudenberg
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Project Manager
Expertise: Indonesië
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Rotterdam
Datum: 02-12-2013

- 1) In welke landen bent u allemaal werkzaam geweest? En welke projecten heeft u gedaan? Eventueel ook torens?

Ivar is in een aantal landen werkzaam geweest. Na zijn studie is hij begonnen bij Corsmit en is hij kort daarop vertrokken naar Indonesië. Daar heeft hij 5 jaar gewoond en is hij leider geweest van de constructieve afdeling. Een van zijn eerste opdrachten was het bouwen van de tweede verkeerstoren op Schiphol. Dit in samenwerking met Jan Font Freide. Op dit moment is Ivar ook bezig met een project in Nigeria. Dus hij heeft met beide landen werkervaring.

- 2) Welke normen, bouwbesluiten worden gebruikt in Indonesië? Of worden de British standards, UBC of de Eurocode gebruikt. En wat is gebruikelijk voor de zuidoost Azië regio?

Vaak worden de lokale Indonesische normen gebruikt. De SNI, maar vaak, als er gewerkt wordt voor internationale bedrijven dan wordt de Amerikaanse code gebruikt. IBC ontwikkeld door de ICC, International Code Council.

- 3) Hoe worden deze normen nageleefd en hoe gaan ze ermee om? Mijn onderzoek zal zich (ook) richten op de Hurricane / earthquake engineering, welke is maatgevend?

In Indonesië zijn veel aardbevingen, soms worden Pacific standards gebruikt. Ook worden er windkaarten gebruikt.

- 4) Welke invloeden zijn typerend voor ontwikkelingslanden op het constructief ontwerp van projecten. Of wat is er anders dan bouwen in rijke landen.

Indonesië wordt gezien als een ontwikkelingsland. Het is een groot land waar grote verschillen zijn. Jakarta is een erg rijke stad, maar ken ook erg arme delen. De normen worden strikt nageleefd, vaak zijn de earthquake codes maatgevend en daarop worden de torens gedimensioneerd.

- 5) Lokale labour cost, lage lonen en daardoor arbeids intensiever ontwerpen? Wat is de gang van zaken?

De arbeidskrachten in Indonesië zijn erg goedkoop. Daarom wordt er arbeidsintensief ontworpen. Daarnaast wordt er veel met beton gewerkt.

- 6) Lokale bouw materialen, in hoeverre heeft deze invloed op het constructief ontwerp. En welke materialen zijn gebruikelijk voor de zuidoost Azië regio? Welke materialen kunnen gemaakt worden in Indonesië?

Indonesië is rijk naar delfstoffen. Er zijn veel staal en beton fabrieken. Hoge sterkte staal en beton is haalbaar. Er wordt veel in-situ gewerkt omdat dit arbeidsintensief is. Alleen prefab elementen worden in de infra-structuur gebruikt. Voor de rest, prefab bestaat wel, maar is niet echt doorontwikkeld. Bepaalde producten worden wel geïmporteerd, de opdrachtgever wil dan de Europese kwaliteit hebben. Of indien er specifieke constructieve systemen benodigd zijn.

- 7) Is het gebruikelijk om materialen te importeren, indien deze niet beschikbaar zijn? Zo ja, hoe verloopt dit proces, wordt er gekeken naar materialen in buurlanden?

Veel bouwkundige materialen worden geïmporteerd, zoals dakpanelen, goten en dergelijke.

- 8) Welke bouwsystemen zijn gebruikelijk, veel in-situ? Prefab? En welke fundering technieken zijn gebruikelijk in Indonesië?

Veel prefab-palen worden gebruikt voor de funderingen. Vergelijkbaar met Nederland.

- 9) Bouw equipment, in hoeverre speelt dit een rol op het constructief ontwerp? Hebben ze in Indonesië landen dezelfde equipment. Te denken aan zwaar materieel, maar ook glijbekisting, hijsloods?

Ze hebben dezelfde equipments, vanwege de vele internationale aannemers, zoals Japanse en Chinese aannemers met hun hightech technieken.

- 10) Zijn de contractvormen dezelfde in ontwikkelings landen als in rijke landen? En wat is de invloed van de overheid, aannemer op het constructief ontwerp?

De lokale aannemers hebben geen design capaciteit. Japanse bedrijven echter kennen wel design & built contracten.

- 11) Zijn er nog andere aspecten die niet belicht zijn, maar wel van belang zijn?

Grote projecten worden door de overheid uitgevoerd. Corruptie gebeurt in Indonesië. Daarnaast is Nigeria een land dat erg achter loopt.

5. Interview Mr. Nooitgedagt

Naam: Sjoerd Nooitgedagt
Bedrijf: ATN-Nooitgedagt B.V.
Functie: Director, Senior Aerodrome Engineer
Expertise: Air traffic control towers
Locatie: Sneek
Datum: 06-12-2013

1. Welke verkeerstorens heeft u allemaal ontworpen? (constructief) En met welke torens bent u op dit moment bezig?

Sjoerd heeft aan vele torens gewerkt. Waaronder meer: Lagos, Nigeria, Azerbeidzjan, Ivoorkust, Indonesië, Jemen, Egypte, Bahrein, Virgin Islands, Frankfurt Maine, Gambia, Bonaire, SXM, Turkmenistan, Mauritanië en Twente.

2. Wat is de rol van ATN-nooitgedagt B.V. binnen het ontwerpproces?

ATN-Nooitgedagt houdt zich niet bezig met constructies. Hij is verantwoordelijk voor alle elektronische functies voor de air traffic controller. Zowel binnen als buiten de toren en bepaald de functionele eisen voor alle elektronische apparatuur.

3. Waar start u mee als u een toren gaat ontwerpen. Krijgt u een programma van eisen en zo ja wat voor eisen staan hierin? Of moet u zelf vooronderzoek plegen?

ATN-Nooitgedagt gaat in gesprek met de opdrachtgever en specialisten en stelt vervolgens de vraag, wat wilt u allemaal in de toren hebben? Hoeveel man zullen er werkzaam zijn in de cab, dus voor hoeveel mensen moet de toren worden ingericht. Er worden Terms of References opgesteld en aan de hand daarvan functionele eisen opgesteld.

4. Wie zijn voornamelijk, de opdrachtgevers? En in hoeverre hebben zij invloed op het design? Verschillen in Afrika, Midden-Oosten en Azië?

De toren valt nooit onder de verantwoordelijkheid van een luchthaven. Elk land heeft een ministerie, zoals in Nederland Rijkswaterstaat. Een onderdeel daarvan is de LVNL, luchtverkeersleiding Nederland. Het ministerie levert dus als het ware een lege toren en de luchtverkeersleiding zorgt voor de invulling. Op dit moment is er ook een caribische LVNL, waar rekening wordt gehouden met het onderwerp van de toren van Bonaire en de toekomstige toren van Curaçao.

5. Welke normen en guidelines worden gebruikt? Ik ben in het bezit van het document, FAA - 6480.7D, Facility design guidelines. Wordt deze op dit moment internationaal gebruikt voor verkeerstorens? Of zijn er andere documenten of is een vernieuwde versie?

De FAA is voornamelijk op Amerika gericht. De ICAO wordt gebruikt door ATN-Nooitgedagt en wordt internationaal veel gebruikt.

6. Ik zal me voornamelijk richten op het structural design van de torens. In FAA-6480.7D staat dat deze guidelines gecombineerd moet worden met lokale codes. Is dat zo, dus de combinatie vloerloads uit dit document en de external load uit Eurocodes zoals de wind en seismisch loadings?

Het is gebruikelijk om de ICAO codes te gebruiken voor functionele eisen van de toren, ook de FAA normen kunnen worden toegepast. Daarnaast worden de constructieve eisen opgesteld vanuit de lokale nationale normen.

7. Op welke constructieve aspecten wordt de toren ontworpen? Natuurlijk wind (hurricanes) en aardbevingen belastingen maar worden deze torens ook ontworpen ook terroristische aanslagen, te denken aan bommen en eventueel invliegen van vliegtuigen?

Nee, op de impact van vliegtuigen kun je niet bouwen. Hier wordt dan ook bij het ontwerp geen rekening mee gehouden.

8. Hoe wordt de hoogte van een toren bepaald? Welke internationale normen zijn hiervoor opgesteld? Welke zichtlijnen en bijbehorende hoeken worden gebruikt?

De locatie van de toren op het vliegveld wordt door de architect bepaald. Dit wordt aan de hand van een aantal zichtlijn studies gedaan. De hoogte wordt bepaald door de regel van Active pavement. Dit houdt in dat de controller vanuit zijn positie overal active pavement, het oppervlakte wat gebruikt wordt door vliegtuigen en andere belangrijke voertuigen, moet kunnen zien (observeren).

9. Welke functies / ruimten bevinden zich in deze torens. Kunt u mij een orde van grote geven. In hoeverre bepalen zij het ontwerp? Zijn hier richtlijnen voor, omdat elke toren een andere capaciteit heeft?

Control Cab:

De tower cab is de kroon van de toren. Daarin is de bovenste verdieping de controller verdieping dat zoveel mogelijk kolom vrij dient te zijn. De VCR (Visual control room) heeft geluidseisen van 35 dB voor binnen en buiten maximaal 82 dB. Wanneer een vliegtuig opstijgt, is de maximale binnen geluidseis 60 dB. De akoestische eigenschappen voor een verkeerstoren control cab zijn belangrijk. Sjoerd past veel vloerbedekking en plafondtegels toe. De airco wordt niet in het plafond toegepast om de volgende redenen. Airco's gaan op ten duur lekken en daarnaast wordt de koude geblazen lucht in de nek van de controller als onplezierig ervaren. De vloeren in de control cab zijn computer vloeren. Zodoende kunnen snel veranderingen in de bekabeling geregeld worden.

Onder de control cab zijn diverse functies aanwezig. Technische ruimten zijn aanwezig voor de rekken met apparatuur. Deze zijn 750 x 750 x 2000 mm. Aan de hand van wat de opdrachtgever wil worden het aantal rekken bepaald. Te denken aan meteo, radio etc. De brandbeveiliging van deze ruimte gebeurt droog, dus met "stikkende" dovende gassen, voorbeeld stikstof/Argon gas. Te allen tijde wordt water vermeden, omdat elektronisch apparaat kapot zal gaan. Vaak is de algemene regel, rekken + 50% extra ruimte. En zo klein mogelijke afstand tussen de receivers en rekken.

Ook zullen er relax en andere faciliteiten onder de cab worden ontworpen. De controllers werken 2 uur op en 2 uur af en dienen snel bij de cab te zijn indien er calamiteiten zijn. Zodoende kunnen ze snel invallen. De algemene brandbeveiliging wordt geregeld met hand apparatuur. Dus brandhaspels en brandblussers worden gebruikt.

Tower shaft:

In de tower shaft zijn, in het algemeen, alleen maar functionele eisen. Ten eerste zorgt hij voor de draagkracht van de control cab. De liften en de brandtrappen zijn aanwezig in de tower shaft. De lift moet groot genoeg zijn om materialen naar boven te brengen, dan te denken aan de elektronische rekken (75x75x200). Ook moet de lift groot genoeg zijn om iemand met een stretcher of rolstoel te vervoeren. De trappen dienen beveiligd te zijn voor brand, door middel van overdruk in de trap compartiment.

Base building:

Deze wordt voornamelijk bepaald door wat de opdrachtgever wil. Functies die in ieder geval erin moeten zijn de Interface-Room, UPC systeem die indien de stroom uitvalt direct in werking treedt (accu's), een back-up generator en VIO / ARO services.

10. In hoeverre kunnen de functies herverdeelt worden over de 3 "gebouwen", zit daar ontwerp vrijheid in? Ook te denken aan eventuele toekomst uitbreidingen?

De wc + relax moet direct onder de cab geplaatst worden, dit is een must! Vanwege de 2 uur durende shifts. Maar de functies verschillen per toren, vaak wel dezelfde indeling, misschien kunnen hier verbeteringen in worden gebracht.

11. Welke normen worden aangehouden voor brandveiligheid. Veiligheid voor de werknemers, maar ook voor operationele doeleinden? Stalen constructies zijn in mindere mate geschikt, wordt hier rekening mee gehouden?

Geen water wordt er gebruikt in de elektronische ruimten. De interface room en equipment room worden geblust met gassen. Dus geen automatische sprinklers die afgaan bij het branden van een prullenbak. Alleen slangen met haspels en brandblussers worden gebruikt.

12. In hoeverre speelt de bereikbaarheid van een toren een rol in de locatie bepaling?

Alleen de gebruikers van de toren kunnen hun auto dicht bij de toren zetten. De locatie van de toren wordt door de architect bepaald, aan de hand van zichtstudies en economische redenen.

13. In hoeverre is de bouwsnelheid belangrijk? Vaak worden nieuwe torens naast oude torens gezet, dus er zal nooit sprake zijn van non-capaciteit?

Bouwsnelheid is afhankelijk van de economie en locatie. Wordt de toren landside of airside gebouwd. Vaak worden nieuwe torens gebouwd op een betere locatie. Als de nieuwe toren klaar is, dan treedt een overgangs periode in. De nieuwe toren wordt voor een bepaalde tijd slaaf en de oude toren master. Na 2 / 3 / 4 weken worden de rollen verwisseld. Voor wederom 2 / 3 / 4 weken. Dit om alle kinderziekten eruit te halen.

14. Welke innovatieve belangen/ideeën heeft u op dit moment ten aanzien van het ontwerp van dit type gebouw?

Verkeerstorens zullen altijd nodig zijn. Vroeger waren er veel verschillende fabrikanten met ieder een apart system. Dit functioneerde vaak niet goed. Aansluitingen pasten niet, software conflicteerde met elkaar. Op dit moment zijn er 3 fabrikanten voor 2 systemen. De ontwikkeling op dit moment zorgt voor een all-in systeem. De systemen worden steeds groter en meer integraal.

15. De luchtvaarttechnologie ontwikkelt zich snel, kunnen deze gebouwen de ontwikkeling bijhouden, zo niet welke problemen zullen er in de toekomst ontstaan?

Hoge torens zijn inderdaad prestige projecten. De hoogte van de toren is ook afhankelijk van de 1:7 regel. Vanuit het midden van de baan, + 150 meter strip dient obstakel vrij te zijn. Vanaf dit punt loopt een 1:7 lijn. Hierbinnen mag gebouwd worden, daarbuiten niet of er dienen maatregelen worden getroffen. De toren dient te worden voorzien van lichten maar ook gemarkeerd/gepubliceerd te worden d.m.v. rode witte vlakken op de toren.

6. Interview Mr. Vorselman

Naam: Sander Vorselman
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Director Business Development
Expertise: China
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Rotterdam
Datum: 17-12-2013

- 1) In welke landen bent u allemaal werkzaam geweest? En welke projecten heeft u gedaan? Eventueel ook torens?

Sander is voornamelijk werkzaam geweest in China. Hij heeft 3.5 jaar in Shanghai gewerkt. Hij was daar projectleider en project ontwikkelaar en heeft veel in China gezien en gedaan. Op dit moment is hij Business developer en verantwoordelijk voor India en Zuid-Afrika. Ook geeft hij leiding aan een ziekenhuis op Bonaire.

- 2) Welke normen, bouwbesluiten worden gebruikt in China, de GB500.....? Of is het gebruikelijk dat ook de British standards, UBC of de Eurocode worden gebruikt. Bent u toevallig ook in het bezit van deze Chinese bestanden (Engels)?

De GB500 codes worden alleen in China toegepast. Deze worden gezien als maatgevend. Het is gebruikelijk om hier in Nederland een voorontwerp te maken of een rough design, dat wordt vervolgens lokaal uitgewerkt en dus met de Chinese norm.

- 3) Hoe worden deze normen nageleefd in de Chinese bouwcultuur en hoe gaan ze ermee om? Mijn onderzoek zal zich richten op de Hurricane / earthquake engineering. Vaak is de earthquake code maatgevend, is dit verschillend per regio?

De Chinezen zijn heel formeel met hun codes en strikt. Het is dan ook erg lastig om daar te werken als bedrijf. Ze zien hun code als leidraad en daar kan niet van worden afgestapt. Het verkrijgen van vergunningen is dan ook erg lastig. RHDHV huurt lokale design instituten in (1000 man, fabriek stijl) en zij produceren het werk. RHDHV fungeert meer als een consultant in de voorfase. Per fase, VO, DO, etc. dient er veel papierwerk geregeld te worden, waarvoor je weer een licentie moet hebben die tot voor kort niet aan internationale bedrijven werd uitgegeven. Als het papierwerk "democratisch" is goedgekeurd worden er pas stempels uitgegeven. Per regio verschillen de codes vanwege de magnitude van het natuurverschijnsel.

- 4) Wat zijn de gebruikelijke contractvormen in China? En wat is de invloed van de overheid, aannemer op het constructief ontwerp?

De contractvormen in China zijn erg traditioneel. Dus tendering. Er zijn veel staatsbedrijven en die kunnen wel invloed hebben op het design van sommige constructies, te denken aan de gas company. Het constructieve ontwerp wordt zoals gezegd gedaan door design instituten. Er is 1 centrale overheid die invloed uitoefent op de verschillende provincies van China en geeft tevens directe aansturing op de top 5 steden.

- 5) Welke invloeden zijn typerend voor het constructief ontwerp van projecten in China. De bouwsnelheid, materiaal, prestige, hightech, of hele andere aspecten?

Het is erg typerend dat de Chinese cultuur de westerse kennis en expertise snel onder de knie wil hebben om het vervolgens zelf te gaan produceren. Dit in allerlei facetten. Ze zijn dan ook erg leergierig maar betalen weinig. Dus eigenlijk willen ze alle kennis overnemen voor niets. Als er gekeken wordt naar constructieve aspecten dan willen ze het hoogste mooiste en snelste voor de laagste prijs.

- 6) Kan China beschouwd worden als een laag lonen land? Wat is de lokale labour cost en wordt er daardoor arbeids intensiever ontworpen? Wat is de gang van zaken?

Dit is erg afhankelijk op de plek waar je bent in China. China is een erg groot land met de grootste steden voornamelijk aan de oostkust. De lonen in en rond deze steden, zoals Beijing, Shanghai, Guangzhou, Changsha, Chengdu is hoog vergeleken met het platteland. Maar er is wel een verschuiving aan de gang, in het algemeen zijn de lonen lager in de iets kleinere steden dan de grote top 5 en op het platteland nog veel lager.

- 7) Lokale bouw materialen, in hoeverre heeft deze invloed op het constructief ontwerp. En welke materialen zijn gebruikelijk voor China? Veel beton, staal? Worden er materialen geïmporteerd, of is China in staat om al zijn eigen materialen te produceren?

Er wordt erg veel met beton gewerkt. Een groot probleem met bouwen in China is de mindere materiaal kwaliteit. Na 2 jaar lijkt het wel of de gebouwen minstens 10 jaar oud zijn. Dit heeft vooral te maken met de lokale Chinese kwaliteit. Vaak zijn deze goedkoper en dus minder kwalitatief. Hoogbouw wordt ook in staal uitgevoerd. Er worden wel materialen geïmporteerd uit Europa indien de kwaliteit dusdanig hoog is. Het kwaliteitsbesef loopt dus achter. Een verklaring gegeven door Sander is de (te) snelle ontwikkeling van het land. Binnen 1 (familie) generatie zijn er grote verschillen te zien. Reed men vroeg op paard en wagen, nu rijden ze in een auto. Het heeft tijd nodig om tot het kwaliteitsbesef te komen.

- 8) Welke bouwsystemen zijn gebruikelijk, veel in-situ? Prefab? En welke fundering technieken zijn gebruikelijk in China?

Ze lopen achter op het gebied van Prefab en hebben op dit gebied niet zoveel ervaring. Ze bouwen erg veel in-situ. Een van de redenen kan zijn dat de prefabricatie niet is opgenomen in de GB500 codes.

- 9) Bouw equipment, in hoeverre speelt dit een rol op het constructief ontwerp? Hebben ze in China dezelfde equipment als in Nederland, of hebben ze daar beter

De bouwsystemen in China zijn dezelfde als in Nederland. Echter is dit wel afhankelijk van de plek waar gebouwd wordt en met welke aannemer met het aanwezige materieel.

- 10) Zijn er nog andere aspecten die niet belicht zijn, maar wel van belang zijn?

In het algemeen krijgen de arbeiders een goed salaris. Echter wordt dit eenmalig per jaar uitbetaald. Namelijk tijdens het Chinese Nieuwjaar. De arbeiders wonen en werken voor een jaar lang op het project en krijgen weinig loon gedurende het jaar, om zodoende de arbeidskrachten te binden. Als het Chinese Nieuwjaar begint gaan ze terug naar hun families op het platteland met het geld. In deze periode zal er niet gewerkt worden. Sommige werknemers zullen daarna ook niet terugkeren naar het werk. Dus het is altijd afwachten hoeveel werknemers terug keren naar het werk. Dit is een Chinese gewoonte waar rekening dient te worden gehouden in de bouwindustrie.

7. Interview Mr. Brouwers

Naam: Roel Brouwers
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Senior architect
Expertise: China en Nigeria
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Eindhoven
Datum: 02-05-2014

- 1) In which countries did you worked besides the Netherlands? And on what kind of projects, also Tower design?

Roel heeft veel projecten gedaan in China, zoals industrie projecten voor Philips en andere multinationals, kantoren en R&D centers. Roel is werkzaam geweest in Nigeria voor industrie gebouwen, Duitsland voor een elektriciteitscentrale en in Saudi-Arabië.

- 2) What are the most important starting points for an architect starting a design? Next to the LoR also local conditions such as climate, construction industry?

Om te beginnen aan een ontwerp zijn 2 aspecten erg belangrijk, namelijk de specifieke context van het project en de mindset van de opdrachtgever. De specifieke context wordt bepaald door de klimaats factoren, PvE, lokale beschikbaarheid van materialen en kennis. De mindset bepaald wat de opdrachtgever wil en op welke manier.

Context Nigeria → beschikbaarheid van materialen en kennis

Context Saudi-Arabia → geloofsaspecten

Context China → Stap terug in de tijd, nog niet zo geautomatiseerd en geavanceerd als in Nederland.

Ook speelt de lokale regelgeving een belangrijke rol in het ontwerp. De ene wind code is niet de andere en kan grote invloed hebben op het ontwerp.

- 3) What is your general experience working in countries like Nigeria?

Nigeria is geen favoriete land van Roel. Het is er erg gevaarlijk, je wordt elke keer vervoerd door speciale bedrijven om je veiligheid te garanderen. Daarnaast heeft het land bijna niets om mee te bouwen.

- 4) What is your general experience working in countries like China?

Is het andere uiterste vergeleken met Nigeria. Het is een fantastisch land en er gebeurt veel. Het land groeit hard en dat is ook te zien aan de bouwcultuur. De duurzaamheid moet je niet onderschatten, daarnaast maken ze een zodanig grote groei mee, dat ze nergens het voorbeeld kunnen nemen. Overigens vele gebouwen worden met een gold/platina label opgeleverd.

Nigeria

Construction materials

- 5) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 100 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Het belangrijkste aspect voor de keuze van het bouw materiaal in Nigeria is dat het aanwezig moet zijn. Hoofdzakelijk wordt alles in beton uitgevoerd omdat dit voor handen, er zijn enkele betonfabrieken in het land. Beton is een low-tech materiaal en ze hebben hier de meeste ervaring mee. Omdat dit materiaal niet geïmporteerd hoeft te worden is het een stuk goedkoper. Vaak zie je betonnen kolommen en balken structuur gevuld met masonry.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Beton

2: Masonry

3: Staal

4: Hout

5: Composite

- 6) Are all construction materials available in Nigeria, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

Alleen beton en masonry blokken zijn aanwezig in Nigeria. Alle overige materialen moeten worden geïmporteerd worden wat het duur maakt, overigens is Nigeria een heel duur land. 1 kg tomaten is 40 euro en een hotelovernachtig is +- 200 a 300 euro. Steeds vaker wordt pre-engineering buildings toegepast. Dit houdt in dat een gebouw in Azië in zijn geheel gemaakt wordt, om vervolgens naar Nigeria te worden verscheept en daar als een bouw pakket wordt opgebouwd.

- 7) Are prefabricated concrete elements often used in Nigerian construction projects? Yes/No and why?

Nee, ze hebben de fabrieken en kennis niet voor handen om prefab-elementen te produceren. Wel wordt er op kleine schaal semi-prefab elementen toegepast. Dit houdt in dat kleine betonnen elementen on-site worden gemaakt in een bekisting, om vervolgens later in het gebouw te worden gehesen.

- 8) How does Nigeria deal with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

Nee, er wordt weinig rekening gehouden de duurzaamheid aspecten. Alleen als de opdrachtgever dit expliciet eist, dus de mindset van de opdrachtgever. Dus ook in Nigeria worden er gold-labels behaald voor duurzaamheid. Vaak worden de punten behaald op andere aspecten dan op materiaal, zoals het sorteren van bouwafval, of veiligheid.

9) As an architect, how are you dealing with these material aspects?

Keep it simple! Kies voor simple vormen, het moet makkelijk construeerbaar zijn. Ook erg belangrijk voor Nigeria, het mag niet kapot gaan, het moet erg robust zijn, want de mensen doen de raarste dingen en als iets eenmaal kapot is wordt het niet meer gerepareerd.

Structural systems

10) What are the most common structural systems for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 100 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Helaas kon Roel geen antwoord op deze vraag geven.

11) What are the most common foundation systems for constructing towers in Nigeria? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

Nigeria kent een goede grond, het is dan ook mogelijk en vaak toegepast om op poer-constructies te funderen. Daarnaast is een paalfundering in Nigeria veel complexer om te realiseren, dit wordt dan ook sneller vermeden. Tevens is er ook niet veel hoogbouw (of zware constructies) en is een shallow fundatie voldoende.

Knowledge and equipment

12) What is the knowledge level of a local contractor? E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

De lokale aannemers hebben weinig kennis. Dus hier geldt ook weer, keep it simple. Alles moet op een tekening erg duidelijk en gedetailleerd worden uitgelegd. Niet zoals in NL, veel uitgebreider.

13) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

Nee, ook hier geldt dat de aannemers flink achter lopen wat betreft bouwtechniek

14) As an architect, how are you dealing with these aspects?

Keep it simple

Prices and costs

15) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

Helaas kon Roel geen antwoord op deze vraag geven.

16) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Nigeria? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Pre-engineering buildings worden steeds vaker toegepast in Nigeria, mede omdat de lokale bouwmaterialen veel geld kosten. Het hele gebouw wordt dus als het ware geïmporteerd en in elkaar gezet.

17) What is the average labor cost of a construction worker in Nigeria (Abuja area)?

Helaas kon Roel geen antwoord op deze vraag geven.

18) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Nigeria?

Helaas kon Roel geen antwoord op deze vraag geven.

China

Construction materials

19) What are the most common construction materials used for (slender) towers in China, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Er wordt veel met beton en staal gebouwd. Er zijn namelijk veel staal en beton fabrieken in China en dus goed beschikbaar. Masonry kennen ze niet in China, daarnaast wordt hout niet als constructief materiaal gebruikt.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Beton

2: Staal

3: Staal / Beton

4: Hout

5: Masonry

20) Are all construction materials available in China, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

In China hebben ze alle constructieve materialen. Dat maakt hen onafhankelijk van andere landen.

21) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Prefab wordt op zeer kleine schaal toegepast, semi-prafab wordt veel meer toegepast.

22) How does China deals with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

Het is heel moeilijk te bepalen of duurzaamheid bepalend is voor een keuze van een materiaal. Je dient zorgvuldig met het materiaal om te gaan en het is dus de keus die je zelf maakt.

23) As an architect, how are you dealing with these material aspects?

Alles is mogelijk in China

Structural systems

24) What are the most common structural systems for (slender) towers in China, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Helaas kon Roel deze vraag niet goed beantwoorden, omdat hij niet thuis is in het constructief ontwerp van torens. Maar hij gaf wel aan dat core-structures vaak worden toegepast.

25) What are the most common foundation systems for constructing towers in China? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

Ligt geheel aan de locale situatie en het design van het gebouw. Er dient wel rekening worden gehouden met aardbevings gevoelige gebieden.

Knowledge and equipment

26) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

In China zijn alle High-tec techniques voorhanden

27) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

Aannemers in China zijn erg goed georganiseerd, het werkpersoneel zelf is vaak ongeschoold. Ze hebben wel alles in huis of leren het. Hier loopt China voorop vergeleken met NL.

28) As an architect, how are you dealing with these aspects?

In Nederland draait het op dit moment in de architectuur voornamelijk om de kosten, waardoor de ontwerp vrijheid beperkt wordt. In China hoeft hier geen rekening mee worden gehouden,

Prices and costs

29) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

Als we de percentages naast elkaar zetten dan is het: NL 100 % / Nigeria 120 % / China 40-50 %

30) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in China? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Helaas kon Roel geen antwoord op deze vraag geven.

31) *What is the average labor cost of a construction worker in China?*

De kosten van de Chinese werknemers is erg laag en ze zijn daarom erg goedkoop.

32) *In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in China?*

Veel arbeidsintensiever wordt er gewerkt in China. Maar in de huidige tijd neemt dit wel af.

8. Questionnaire Ms. Tano

Name: Sherly Tano
Company: Royal HaskoningDHV
Fuction: Project manager / Department head structure
Expertise: Indonesië
Location: Jakarta Indonesia
Date: 03-05-2014

- 1) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Indonesia, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Generally, the concrete structures are the most common used in Indonesia. We have been using the concrete structures to make the tall building structures. The steel structures are common in the industrial facility industry and are low rise structures. The masonry structures are used for the typical residential housing. The timber structures are common for the roof structures for housing.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: Concrete
2: Steel
3: Composite
4: Masonry (not suitable for tower design)
5: Timber (not suitable for tower design)

- 2) Are all construction materials available in Indonesia, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

All the materials are available in Indonesia. The high strength concrete is used in the infrastructure project like bridges and fly-overs.

- 3) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Recently, prefabricated structures are mostly used in the infrastructure projects. The reason is to have an efficient construction time, maintain the concrete quality and to minimize the traffic impact. In the high rise building industry prefabricated systems are rarely used, since the conventional systems are still preferable to minimize the cost.

- 4) How does Indonesia deals with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

There are fewer issues with the durability aspects in the construction industry. For the high strength concrete, normally we mix little bit with additive materials (such as fly ash) and add some the admixtures to achieve the durability requirements.

- 5) What are the most common structural systems for (slender) towers in Indonesia, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Rigid frames, combined with shear walls.

Mostly, we are using the concrete structures, the rigid frame and the shear walls are always used to stabilize the building from the lateral force. It is also used the combination between the rigid frame and shear walls which is called as dual systems. Recently we also use the core - outrigger system in the highrise structures.

The earthquake force is the major lateral force to be considered in every high rise structures. Normally for the building more than 150 m, it is also used the wind tunnel modeling to consider the wind load. But the wind tunnel modeling is done in other countries depend on the client requirements.

Can you rank the following 5 structural systems; core, rigid frame, shear wall, braced frame and tube structure in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Rigid frame

2: Shear wall

3: Core

4: (Eccentrically) braced frame

5: Tube structure

Suggestion:

As far as I know, for towers CBF (Concentric Braced Frame) structures are not very common, but EBF (Eccentrically Braced Frame) structures are. These frames contain bracings, but in between there is a small beam or column part designed, which can act as a plastic hinge in case of an EQ. If you think EBF structures are interesting you can include it in your thesis.

- 6) What are the most common foundation systems for constructing towers in Indonesia? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

Deep foundations using bored piles or diaphragm walls are most common, especially in Jakarta area. But also rafts (shallow foundations) are sometimes used, if the geotechnical conditions are good. In Jakarta both systems occur, sometimes not too far from each other.

- 7) Which load action, wind or earthquake loading, is more normative for the choice of structural system, for a tower with a height range of 50 – 150 meters? And why?

As said before, the earthquake loading is the major one to be considered. It is because Indonesia is located on the active seismic region. Some cities in Indonesia are located on active fault zones.

Onshore wind loads in Indonesia are 25 kg/m² (40 kg/m² near the sea, in coastal area's). These loads have almost no effect to the structural design compared to the earthquake loads in this country. For high towers, wind models may be used.

- 8) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

The pretensioning and post tensioning are mostly used in the infrastructure projects. We have some suppliers and contractors which have experiences in doing the prestressed concrete structures (DSI for example). Slip forming is not very common as far as we know.

- 9) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

A very small number of contractors that is able to give feed back in the structural design to make efficient design. But for the big company, sometimes they have an engineering team to review the design and give an input to the design consultant. For small projects definitely we keep the design easy because of the level of the contractors. But for big (highrise) projects there are professional contractors active in Indonesia with sufficient knowledge management. Sometimes they are actually side branches from Korean / Japanese / Australian contractors, but they operate in Indonesia.

- 10) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

- Concrete per volume insitu (m^3) : EUR 100 / m^3
- Concrete per volume/element prefab : Depends on the item \pm EUR 325/ m^3
- Steel per kg or per volume : EUR 2
- Timber per m^3 of per volume : EUR 1000 - 1200
- Rebar per kg : EUR 1

The unit price included the labor cost, waste material

The unit price excluded VAT, preliminary

- 11) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Indonesia? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Since the concrete is cheaper, the concrete structures are always considered at the beginning. It is because the source of concrete components are much available within the country.

- 12) What is the average labor cost of a construction worker in Indonesia (Jakarta area)?

The cost is EUR 10 / 8 hours

- 13) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Indonesia?

Normally prefabricated system are used due to other than the labour cost reason. In the building structures, it is cheaper to have more labour compare than the prefabricated system. If the construction time is the consideration, the more labour used are the first option.

This page has been left blank intentionally

9. Questionnaire Mr. Fang

Name: Leo Fang
Company: Royal HaskoningDHV
Fuction: Senior Structure Engineer
Expertise: China
Location: Shanghai China
Date: 05-05-2014

- 1) What are the most common construction materials used for (slender) towers in China, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

As I known, the most common material for tower of 50m-150m are concrete, steel and composite material in China because of the availability and experience.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: Concrete
- 2: Steel
- 3: Composite material
- 4: Timber and masonry
- 5: -

- 2) Are all construction materials available in China, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

Generally all the common materials are available in china.

- 3) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Usually, prefabricated concrete elements are not used in tower design.

- 4) How does China deals with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

The design period for general building is 50 years according to Chinese code. For steel material it should be painting.

- 5) What are the most common structural systems for (slender) towers in China, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

The common structural systems for towers of 50m – 150m in china are core structures, shear wall and steel braced structures. And I think the reasons of the chosen are the loading by wind/earthquake, cost and the experience.

Can you rank the following 5 structural systems; core, rigid frame, shear wall, braced frame and tube structure in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Core structure

2: Shear wall

3: Braced steel structure

4: Rigid frame

5: -

6) What are the most common foundation systems for constructing towers in China? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

In the most areas of china, the foundation for tower design of 50m-250m is deep foundation with piling.

7) Which load action is more normative for the choice of structural system, wind or earthquake loading, for a tower with a height range of 50 – 150 meters? And why?

For the horizontal load, we usually take the bigger one of the wind and earthquake loading.

8) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

In some big cities in china, such as Shanghai, Beijing ect., some bigger contractor is very experienced in the high-building construction, but I cannot supply more detailed information about it.

9) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

In generally, some big contractor can complete complex structures. So anyway, the designers don't need to make less complex structures to meet the contractor's knowledge level.

10) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

- Concrete per volume insitu (m^3) : 500RMB/ m^3
- Concrete per volume/element prefab : -
- Steel per kg or per volume : 9500RMB/t
- Timber per kg of per volume : -
- Rebar per kg : 6500RMB/t

11) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in China? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Of course, some owners prefer to the concrete structures due to the cost saving.

12) What is the average labor cost of a construction worker in China (Shanghai area)?

In Shanghai area, the labor cost is around 200RMB/day.

13) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in China?

The labor cost in china is always increasing these years, so I think in the future prefabricated structures will more popular.

This page has been left blank intentionally

10. Interview Mr. Gröning

Naam: Peer Gröning
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Team Leader, Light industry and food and beverages
Expertise: Nigeria
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Rotterdam
Datum: 06-05-2014

- 1) In which countries did you worked besides Nigeria. And on what kind of projects?

Naast Nigeria is Peer ook werkzaam geweest in Nederland. In Nederland heeft hij meegewerkt aan utiliteitsprojecten zoals scholen, sport gebouwen en woningbouw (torens). Daarnaast is hij gedurende een lange periode al senior Heineken expert. Hierdoor heeft hij al vele fabrieken gebouwd in Burundi, Portugal, Nigeria, Congo, Rwanda, China en Haïti.

- 2) What is your general experience working in countries like Nigeria?

Hij vindt het een interessant land om in te werken, omdat je heel direct met de lokale aannemers aan het werk bent. In een Afrikaans land fungeer je als een constructie manager op de bouwplaats en zorg je voor de werkvoorbereiding, planning en kwaliteit. Dat is geheel anders dan in Nederland. Hoger management uit bijv. Nederland wordt op het werk gezet om in samenwerking met lokale goedkope aannemers en arbeiders het project te realiseren. Dit is vaak de goedkoopste oplossing.

- 3) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Voornamelijk worden betonnen constructies toegepast in de Nigeriaanse bouw industrie. Ook wordt staal toegepast, maar meer in de industrie bouw. Masonry bestaat uit hollow bricks, vaak worden deze in muren als opvulmiddel gebruikt en niet voor constructieve draagconstructies.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: Concrete
2: Steel
3: Masonry
4: Timber
5: Composite

- 4) Are all construction materials available in Nigeria, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

Er zijn veel materialen aanwezig in Nigeria, echter bijna alles dient geïmporteerd te worden, maar dit is een routine geworden en daardoor werkt het goed. Ze kennen geen voorgespannen beton. In Nigeria wordt op grote schaal hollow bricks geproduceerd. High strength concrete en staal is lastig en vaak wordt betonklasse C28/35 voorgeschreven. Deze sterkte is haalbaar. Nigeria heeft geen staalfabriek of cementfabriek. Bij grote projecten worden soms wel verplaatsbare betonfabrieken ingezet.

- 5) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Er worden geen geprefabriceerde elementen gebruikt in de Nigeriaanse bouwindustrie. Peer durft prefab niet aan in een land zoals Nigeria. Geprefabriceerde elementen zijn complexer gezien de uitvoering aspecten, daarnaast moet er bewust worden omgegaan met de kwaliteit. Het beste is om het eenvoudig mogelijk te houden, keep it simple principle.

- 6) How does Nigeria deals with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

De betonnen blokken (hollow bricks) zijn heel erg duurzaam omdat ze lokaal worden geproduceerd. Daarnaast moet er goed worden gekeken naar het gebruik van het gebouw om de duurzaamheid te bepalen.

- 7) What are the most common structural systems for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Het meest gebruikte constructieve systeem in Nigeria is het rigid frame systeem. Betonnen kolommen en balken worden moment vast met elkaar verbonden. Daarnaast worden er ook wel op kleinere schaal core systems gebruikt voor hoogbouw. Of een combinatie van beide. Met aardbevingen dient geen rekening te worden gehouden, echter wel met wind, deze kan pittig zijn. De Basic wind velocity is rond de 40 m/s.

Can you rank the following 5 structural systems; core, rigid frame, shear wall, braced frame and tube structure in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: Rigid frame
2: Core
3: Shear wall
4: Braced frame
5: Tube structure

- 8) What are the most common foundation systems for constructing towers in Nigeria? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

In Nigeria zijn grote verschillen in de grond eigenschappen, voor torens worden vaak deep foundations met palen gebruikt. Boorpalen worden het vaakst toegepast, waarbij de paal in het werk wordt gestort.

- 9) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

Er zijn in Nigeria een paar grote aannemers, die vaak onderdeel zijn van internationale ondernemingen. Deze aannemers nemen vaak alleen de grootste projecten aan. RHDHV werkt vaak samen met de middelgrote aannemers, maar in het algemeen is het niveau van de aannemer laag. Voorgespannen elementen komen niet voor, ook wordt er niet gewerkt met een klim-bekisting.

- 10) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

Alle aannemers hebben zoals gezegd een laag niveau, daarbij komt nog dat de lokale arbeiders geen basisopleiding hebben. Keep it very simple is dan ook de hoofdfocus.

- 11) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

- Concrete per volume insitu (m³) 380 euro
- Steel per kg or per volume 2500 euro
- Rebar per kg 1500 euro

In het algemeen zijn de prijzen in Nigeria iets duurder dan in Nederland.

- 12) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Nigeria? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Er wordt zeker rekening gehouden met de prijs met materialen. Vaak worden de vloeren en funderingen geconstrueerd met beton, de muren worden opgetrokken met metsel werk en de daken met staal.

- 13) What is the average labor cost of a construction worker in Nigeria (Abuja area)?

De gemiddelde kosten van een construction worker in Nigeria is 10 dollar per dag

- 14) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Nigeria?

Prefabricatie is totaal niet interessant in Nigeria. Alles ter plaatse gestort is de goedkoopste oplossing. Overigens, de mensen in Nigeria werken 6 dagen per week, 10 uur per dag

Overig

Een trend die zich voordoet in de internationale bouwwereld is de introductie van Pre-engineering design. Hierbij worden projecten in het buitenland gefabriceerd, in zee containers vervoerd, en lokaal als een bouwdoosje in elkaar gezet. Het is goedkoper, sneller en de kwaliteit van de materialen is beter. Is het wel rendabel voor meer standaard producten/projecten, zoals een (fabriek)hal.

This page has been left blank intentionally

11. Questionnaire Mr. Kurt

Name: Ersin Bora Kurt
Company: Polimeks instaat
Function: Structural engineer
Expertise: Turkey
Location: Istanbul Turkey
Datum: 08-05-2014

- 1) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Turkey, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Concrete is commonly used because of its price and availability.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1:Concrete

2:Steel

3:-

- 2) Are all construction materials available in Turkey, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

Nearly all construction materials are available. High Strength concrete and steel is commonly available.

- 3) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Prefabricated concrete elements are not preferred in tower construction. In situ concrete or steel is generally preferred. Since Turkey has high seismicity, prefabricated structures are believed to be less safe and not requested by owners.

- 4) How does Turkey deals with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

In common practice, durability concerns is not the major reason for choosing the construction materials. But according to the importance of the structure, durability becomes important. i.e. in for the construction of the third bridge, large scaled laboratory is designing concrete according to heavy durability requirements mentioned in technical specification.

- 5) What are the most common structural systems for (slender) towers in Turkey, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

In general, core structures and rigid/tube shaped structures are commonly preferred to overcome seismic affects

Can you rank the following 5 structural systems; core, rigid frame, shear wall, braced frame and tube structure in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Tube / Rigid
2 Core
3 Shear wall

- 6) What are the most common foundation systems for constructing towers in Turkey? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

MAT or deep foundations

- 7) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

No

- 8) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

Contractor follows design.

- 9) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

- Concrete per volume insitu (m³) : 100 usd
- Concrete per volume/element prefab :
- Steel per kg or per volume :1000 usd/ton
- Timber per kg of per volume :
- Rebar per kg : 800 usd/ton

- 10) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Turkey? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Concrete is most commonly used due to its price and low isolation costs compared with steel

- 11) What is the average labor cost of a construction worker in Turkey?

N/A

- 12) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Turkey?

Labor cost is a matter but this does not direct contractors to choose prefabricated.

12. Questionnaire Mr. Igbedion

Name: Nicholas Igbedion
Company: RHDHV
Function: Structural engineer
Expertise: Nigeria
Location: Lagos Nigeria
Datum: 12-05-2014

- 1) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Concrete is used due to its durability and availability.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: Steel
2: Composite concrete/steel
3: Concrete
4: Masonry
5: Timber

- 2) Are all construction materials available in Nigeria, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

All construction materials are available.

- 3) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Yes. Short construction time and less construction waste.

- 4) How does Nigeria deal with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

Electroplating, Galvanising of steel, epoxy painting of concrete.

- 5) What are the most common structural systems for (slender) towers in Nigeria, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Core Structure, braced frame and/or rigid frame

Can you rank the following 5 structural systems; core, rigid frame, shear wall, braced frame and tube structure in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

- 1: *Braced frame*
 2: *Rigid frame*
 3: *Core*
 4: *Tube*
 5: *Shear wall*

- 6) What are the most common foundation systems for constructing towers in Nigeria? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

Deep foundation

- 7) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

No

- 8) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

Yes, it does

- 9) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

- *Concrete per volume insitu (m³)* : =N35,000/ cum for Grade 25
- *Steel per kg or per volume* : =N=620/Kg
- *Timber per kg of per volume* : =N=2,500/Sqm
- *Rebar per kg* : =N=225/Kg

- 10) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Nigeria? E.g. more concrete structures due to a lower price?

Depending on the time of construction and the budget, that would influence the chosen structural system and construction materials.

- 11) What is the average labor cost of a construction worker in Nigeria (Abuja area)?

N=3,000/day

- 12) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Nigeria?

This affects the cost of installation. The use of machines/Equipment automation is gradually replacing the use of manual labour.

13. Questionnaire Mr. Bektaş

Name: Siddik Bektaş
Company: Rönesans Holding
Function: Structural engineer
Expertise: Turkey
Location: Istanbul Turkey
Datum: 12-05-2014

- 1) What are the most common construction materials used for (slender) towers in Turkey, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. Concrete, steel, composite concrete/steel, timber and masonry. And why is this material chosen, due to durability, price, availability, experience or other aspects?

Due to working for Energy Company, we don't have enough experience to reply this question.

Can you rank the following 5 materials; concrete, steel, composite, timber and masonry in appearance of tower design? 1 = most common, 5 = less common

1: Concrete

2: Composite concrete/steel

3: Steel

4: Masonry:

5: Timber

- 2) Are all construction materials available in Turkey, also high strength concrete and steel? If not, which materials are imported from other countries and does this influence the intended design?

Yes, all construction materials are available in Turkey.

- 3) Are prefabricated concrete elements often used in tower construction? Yes/No and why?

Yes, to decrease cost and gain time.

- 4) How does Turkey deal with durability aspects regarding the choice of construction materials? And which measurements are taken for maintenance of e.g. concrete and steel?

Due to working for Energy Company, we don't have enough experience to reply this question.

- 5) What are the most common structural systems for (slender) towers in Turkey, with a height range of 50 – 150 meters? E.g. core structures, rigid frame, shear walls, braced frame and tube structures. And why is this structural system chosen, due to constructability, loading by wind/ earthquake, costs or other aspects?

Due to working for Energy Company, we don't have enough experience to reply this question.

- 6) What are the most common foundation systems for constructing towers in Turkey? E.g. Shallow foundation or deep foundation using piles.

Deep foundations using piles and diaphragm walls

- 7) Does the local contractor possess and have experience with High-Tec construction techniques? Can you confirm the following techniques: pretension, post tension, slip forming?

Yes, pretension and posttension techniques are being used in Turkey

- 8) What is the knowledge level of a local contractor, does this influence the design. E.g. making less complex structures in order to make the tower constructible for the contractor.

Contractors are responsible for constructing the design. Since the design company and the contractor are chosen for different companies, they have no affect over the design.

- 9) Can you give me a price indication of the following construction materials (unit price)? Or can provide me with the current price tables?

These prices are changing according to the location of the project and the differences can be high. Also steel prices are affected by the US dollar rate.

- 10) How do these prices influence the chosen structural systems and construction materials in Turkey? E.g. more concrete structures due to a lower price?

It is correct we have more concrete structures because it will be cheaper than a steel structure. Also steel industry is not developed enough.

- 11) What is the average labor cost of a construction worker in Turkey?

1500 TL/month (gross)

- 12) In Europe (e.g. Netherlands) labor costs are in general high; therefore prefabrication is stimulated and labor intensive construction techniques are prevented. How does the labor cost influence the chosen structural system and constructability in Turkey?

Due to working for Energy Company, we don't have enough experience to reply this question.

14. Consult Mr. Visscher

Naam: Michiel Visscher
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Senior constructeur
Expertise: Air traffic control towers design & earthquake engineering
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Eindhoven
Datum: 02-05-2014

1) Wat zijn de belangrijkste uitgangspunten om te beginnen met het ontwerpen van een ATC tower?

- *Wind belasting*
- *Earthquake belasting*
- *Geotechniek*
- *Isolatoren*

2) In hoeverre wordt er rekening gehouden met de lokale bouw industrie? En wat voor invloed heeft dit op het constructief design?

Het is erg belangrijk om te weten wie het gebouw gaat bouwen, kunnen ze het wel, willen ze het wel en wat zijn de lokale bouw materialen. Als constructeur moet je ontwerpen wat mogelijk is in de context van de opdracht en locatie.

3) *Welke andere belastinggevallen dienen te worden meegenomen? Progressive collapse?*

Er worden geen specifieke maatregelen genomen voor progressive collapse. In dit geval worden er meer preventie maatregelen worden genomen die volgen uit de ontwerpfilosofie.

4) Wat zijn de drijvende factoren achter de grote van de diameter van de ATC tower schacht? Functionale indeling of stijfheid?

De toren in Ashgabat is gedimensioneerd op sterkte, niet op stijfheid. Dit resulteerde dat er in de schacht nog extra functionele ruimte over was voor leidingwerk. De toren wordt niet gedimensioneerd op stijfheid omdat aarbevingen in Asgabat vele malen maatgevender zijn. De toren mag op zich wel heen en weer bewegen, vooral tijdens een aardbeving.

5) Wat zijn de drijvende factoren achter de vloer tot vloer hoogte in de tower shaft?

De vloer tot vloer hoogte in de tower shaft wordt bepaald door de trappen. De architect heeft verschillende trap-studies gedaan. Bij een normaal gebouw ligt de hoogte vast, bij een ATC tower dus niet, wel dient er rekening worden gehouden met de aansluitingen op de junction niveaus.

6) Worden de betonnen tussen muren in de schacht meegenomen in de stijfheidsberekening

De tussenmuren en trappen worden niet meegenomen in de stijfheidsberekening, echter de massa moet wel worden meegenomen.

7) Zijn de shear forces en de momenten de enige 2 design values voor aardbevingen?

Ja, de enige belangrijkste rekenregels zijn; dwarskacht en moment. Deze dienen te worden getoetst waar de krachten aangrijpen. Bij een normaal gebouw is dat op vloerhoogte, aangezien dat het zwaarste gedeelte van een verdieping is. Bij een toren mag je de aangrijppunten zelf kiezen, ook het aantal. Michiel neemt de halve hoogte beneden en de halve hoogte boven een vloer aan als massa.

8) Hoe bereken je de eigenfrequenties van een gebouw en hoe pas je deze toe in de aardbevings berekening?

Ten eerste is het belangrijk om te bepalen of het gebouw een bending beam of een shear beam is. De volgende 2 formules worden vanuit de dynamica gebruikt voor de bepaling van de eigenfrequentie:

$$- \text{ Bending beam } w_n = C \times \sqrt{\frac{E \times I}{\rho \times A \times L^4}} \quad [\text{rad/s}] \quad \frac{w_n}{2 \times \pi} [\text{Hz}]$$

$$- \text{ Shear beam } w_n = (2 \times n - 1) \times \frac{\pi}{2 \times L} \sqrt{\frac{G \times A}{\rho \times A}} \quad \frac{w_n}{2 \times \pi} [\text{Hz}]$$

- With n = number of period

$$- n=1 \rightarrow C = 3,52$$

$$- n=2 \rightarrow C = 22,4$$

$$- n=3 \rightarrow C = 61,7$$

De eerste eigenfrequentie $n=1$ geeft een goede indicatie van de trilling t.g.v. een aardbeving en wordt vaak alleen toegepast voor de krachten bepaling. Dit aan de hand van de lateral force method. ESA een is software programma dat x eigenfrequenties van het gebouw door rekent met het gerelateerde aardbevings response spectrum, deze is veel nauwkeuriger. De lateral force method is conservatief, maar geeft wel een goede indicatie en is dus bruikbaar.

9) Hoe worden isolatoren toegepast in constructieve berekeningen?

Isolatoren berekenen voor een gebouw is erg complex, dit wordt gedaan door een externe partij. Enkele voorbeelden van isolatoren zijn; Rubber + lood, oliedempers en een pendule. Pendules zijn de effectiefste en duurzaamste isolatoren.

De isolatoren veranderen de plaatsing van het gebouw op de response spectrum. Vele gebouwen zitten vaak in het hoogste constante gedeelte van het spectrum, wat erg nadelig is. Door de isolatoren het gebouw verplaatst naar bijv. 4 sec waardoor de response factor erg afneemt.

15. Consult Mr. de Graaf

Naam: Silvester de Graaf
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Specialist building engineering
Expertise: Wind engineering
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Rotterdam
Datum: 08-05-2014

- 1) Heb je ook analyses gedaan voor slanke torens? Bijvoorbeeld luchtverkeerstorens?

Silvester is werkzaam geweest aan de Taiwan verkeerstoren. Bij dit ontwerp speelden tyfoons een zeer belangrijke rol in zowel het constructieve en dynamisch gedrag van de toren. Deze torens hebben een hele hoge importance factor, omdat luchthavens de belangrijkste toevoerhavens zijn van hulp bij calamiteiten. Daarnaast worden luchtverkeerstorens op sterkte gedimensioneerd en mogen deze torens flink bewegen bij een tyfoon. De mensen moeten wel op een veilige manier worden geëvacueerd en zullen na de storm weer terug keren in de toren. Vanwege de storm zijn er immers geen vliegtuigen.

- 2) Welke wind kenmerken zijn typerend voor slanke torens en waar dient dan ook in de conceptfase rekening mee gehouden te worden? Bijv. Vortex shedding?

Vortex shedding is een heel belangrijk aspect in de wind-engineering en dus ook voor slanke torens. Ook, indien het gebouw en rare vorm heeft dient er rekening gehouden te worden met CsCd factor. Echter deze CsCd factor is complex, roept discussie op en heeft weinig invloed op de totale windbelasting. Het gebouw gaat als het ware draaien en trillen.

Ook de orografie factor is een belangrijke factor. Alleen is deze factor van belang op zeer lokale afstand van de verkeerstoren. Bijvoorbeeld de Taiwan toren is verbonden met een base-building dat de vorm had van een heuvel, dan heeft deze factor invloed. Daarnaast hebben ook de omliggende terminal gebouwen invloed op de wind belasting. De verticale wind patroon is binnen 600 meter volledig hersteld, dus heuvels in de buurt van een luchthaven hebben geen invloed op windbelasting.

- 3) Wat zijn de belangrijkste uitgangspunten voor een constructeur om te beginnen met een wind analyse / berekening voor een constructief design? Peak velocity pressure, structural factor en shape factor?

Het belangrijkste is om te kijken naar het complete proces. De eurocode geeft benaderingen van de wind, echter roepen de complexe formules zoals de structural factor veel discussie op, waarom dit, zus en zo. Dit wil je niet, het beste en vooral voor een luchtverkeerstorens is het belangrijk om een windtunnel onderzoek toe te passen. Met deze resultaten is iedereen, opdrachtgever en aannemer snel tevreden en kan er snel "door" worden ontworpen.

- 4) Welke factor heeft het in het algemeen de meeste invloed op de wind belasting? Structural factor of shape factor? In hoeverre is dit ook het geval bij een slanke toren?

Zoals gezegd de Structural factor CsCd is erg complex aspect en roept veel discussie en vraagtekens op. Een goede benadering, vooral in conceptfase, is een waarde van CsCd 1, vanwege de niet rare vorm is dit zeker toegestaan.

De shape factor heeft wel enorm veel invloed op de windbelasting. Een driehoek is zeer nadelig en een cirkel is het meest optimaal.

- 5) Moet er naast Vortex shedding ook nog andere dynamische eigenschappen van het gebouw bekeken worden? En hoe bepaal je de acceleratie van het gebouw?

Galloping van gebouwen hoef je in het algemeen niet te modelleren, omdat dit voornamelijk voorkomt bij elektriciteit kabels en niet zozeer bij gebouwen. Dit wordt dan ook in de thesis uitgesloten. Daarnaast moet er zeker rekening worden gehouden met acceleraties.

- 6) Wat zijn de effectiefste design principes voor slanke torens.

Massa → Massa heeft geen invloed op stromingsleer, massa is een constructief aspect

Damping, welke soort? → De verkeerstorens zijn erg klein en er is weinig ruimte voor damping in een ATC tower. Damping wordt dan ook niet op grote schaal toegepast. Dit is wel het geval voor aardbevingen, zoals de isolatoren.

Shape, vierkant of juist rond? → In het algemeen is een ronde vorm een goede vorm om de wind belasting te verminderen. Vaak worden krullen toegepast bij schoorstenen, misschien is dit ook mogelijk bij de ATC tower, dit het vortex effect aanzienlijk te verminderen.

16. Consult Mr. Hengstmangers

Naam: Marc Hengstmangers
Bedrijf: Royal HaskoningDHV
Functie: Teamleader Costmanagement & RE services
Expertise: Kosten specialist
Locatie: Kantoor Royal HaskoningDHV, Amsterdam
Datum: 30-06-2014

- 1) Wat is de gemiddelde labour cost van een normale werknemer op een Nederlandse bouwplaats. Ik heb een bedrag van 23 euro gevonden en deze wordt aan de lage kant geacht. Dit bedrag heb ik gevonden in de international construction cost survey 2013 van Turner & Townsend, zijn er eventuele andere documenten die alle prijzen wereldwijd hebben opgesteld?

Wat erg belangrijk is bij het bepalen van de labour cost is de productiviteitsfactor. Deze verscheelt enorm per land, want niet iedereen (per land) werkt even efficiënt en deze brengt dat in kaart. Op kantoor in Rotterdam is een document beschikbaar waarin de productiviteitsfactoren per land zijn bepaald. Contact Erik de Boer hierover, 7^{de} verdieping industrie. Deze gaat uit van een factor van 1,0 voor de USA. De Turner & Townsend is een goed en betrouwbaar document en wordt ook gebruikt door RHDH.

De labour cost in NL is 38 euro x productiviteitsfactor, maar varieert tussen de 35 en 40 dollar.

- 2) Hoe is de hoogte van deze labour cost opgebouwd? Loonkosten werknemer + opslag aannemer/margin. Is het verstandig om het totaal bedrag te gebruiken voor mijn onderzoek? Want per land is dit (erg) verschillend lijkt mij.

De labour cost is zonder de opslag + margins. Om lokale concepten met elkaar te kunnen vergelijken kunnen deze opslagen + margins buiten beschouwing worden gelaten. Deze kunnen dan gewoon 1:1 bepaald worden. Andere opslagen zijn importheffingen, groot materieel, site cost en overhead kosten, algemene kosten op een bouwplaats. Indien je landen met elkaar wilt vergelijken dan dienen deze wel in rekening te worden gebracht.

- 3) Heb je ook internationale ervaring, betreffende Labour cost? Zoja, kloppen de waarden? Deze heb ik uit questionnaires vanuit het buitenland verkregen.

Opzich heeft Marc wel een internationale ervaring, De labour kosten kloppen opzich wel, dat China, Indonesia en Turkey erg laag zijn. Hij verwacht dat Japan hoger is en Turkije ook. Maar het ligt ook aan waar (per regio of stad) er wordt gebouwd. Istanbul is bijvoorbeeld een dure stad en is het loon waarschijnlijk ook hoger. Deze kosten vergelijken met het document van Erik en aanpassen indien nodig.

- 4) Voor mijn onderzoek richt ik mij alleen op de hoofddraagconstructie, verdeeld in kosten beton per m3 en staal per ton. Is dit een goede aanpak om een schatting te maken op concept niveau, of vergeet ik essentiële onderdelen?

Dit is een goede aanpak om op conceptniveau de belangrijkste kosten te definiëren en de eenheden zijn juist gekozen. Er zijn geen essentiële onderdelen vergeten.

- 5) Wat zijn de belangrijkste aspecten die de betonprijs beïnvloeden. Betonprijs, wapening en bekisting? En welke "eenheid" moet ik aannemen, in het werk gestort beton per kubieke meter? Hoe hoog is deze in NL?

Ten eerste wordt de betonprijs uitgedrukt in kubieke meter en wordt de beton prijs uitgedrukt in beton / wapening / bekisting die weer onderverdeeld zijn in materiaal + labour

Beton storten is verhoudingsgewijs het minste → 20 %

Wapening vlechten voor beton → 40 % tot 50 %

Bekisting fabriceren + stellen → 50 – 80 %, ligt aan het bekistingsmateriaal, Bamboe is bijvoorbeeld goedkoper en het aandeel labour wordt dan automatisch hoger.

De prijs wordt dus bepaald

Beton in kubieke meter

Bekisting in m²

Wapening per ton

Marc denkt dat de prijs rond de + - 1000 euro zal liggen voor een betonnen kern. Bijvoorbeeld een poer/fundering constructie is goedkoper, omdat minder bekisting en een eenvoudigere wapening benodigd is. De kosten kunnen dan op de 300 euro liggen. Een snelle optelsom is:

1/6	→	100	→	beton	→	Redelijk constant
2/6	→	200	→	Staal	→	Variërend van 150 t/m 250 kg per m ³
3/6	→	300	→	Bekisting	→	Redelijk constant, vorm afhankelijk

- 6) Mijn ontwerpen zijn betonnen kernen waarvan ik de benodigde m³ heb bepaald. Is dit voldoende om een goede inschatting te kunnen maken voor een betonnen variant?

Ja, dit is voldoende om een goede inschatting te kunnen maken.

- 7) Alleen in Nederland wordt prefab in grote mate toegepast in de building industrie. In welke eenheid worden deze kosten uitgedrukt en hoe hoog zijn deze in NL.

Ook prefab wordt uitgedrukt in kubieke meter. De prijs is ongeveer hetzelfde als in-situ om het concurrerend te maken. In het algemeen is de prijs 10 % tot 20 % hoger.

- 8) Hoe relateert prefab met insitu beton betreffende de kosten. Wanneer wordt prefab in het algemeen rendabeler dan insitu? Heeft dit alleen met loonkosten te maken in NL of ook met tijd (glijden vs prefab zal niet veel verschillen?).

De 10 % tot 20 % prijsverschil wordt goedge maakt door de snellere bouwsnelheid en de verhoogde kwaliteit. Glijden is als het ware ook prefab, een logistiek betonfabriekje. Glijden is waarschijnlijk de meest voor de hand liggende optie, mede omdat alleen een kern opgetrokken dient te worden en geen neven functies/gebouwd benodigd zijn waar prefab bouw sneller tijdswinst zal boeken.

- 9) Is de staalprijs een opzichzelfstaand bedrag, want staal is vergeleken met beton al een eindproduct? Hoe hoog is de staalprijs in NL?

De staalprijs is inderdaad een opzichzelfstaand bedrag dat bepaald wordt door de volgende factoren. Wereldhandelsprijs + import + montage. In de prijzen van Turner and Townsend zijn de wereldhandsprijs en de import al inbegrepen. Alleen de montage komt er nog bij, dat voor braced frame hoger is dan rigid, maar lager dan betonnen constructies.

- 10) Kun je misschien ook iets zeggen over de bouwsnelheid staal vs. Beton?

Dit is erg moeilijk om te zeggen.

This page has been left blank intentionally

17. Overig

Email

Eijsden, R.P.L van (Roy): Er zijn specifieke codes voor Turkije, deze zijn afgeleid van de Amerikaanse, Europese en andere codes. De codes zijn helaas niet beschikbaar in het Engels. Overigens zijn in alle codes de earthquake onderdelen verwerkt.

Fang, L (Leo): The buildings codes of China for wind engineering and earthquake engineering are: GB 50011 & GB 50009. No English version is available for the latest edition

Tano, S (Sherly): The latest Indonesian building code (2012) is not available in English. For feasibility study, the information in the 2002 version is sufficient.

The wind load in Indonesia is quite simple

40 kg/m² for area < 5 km radius from coastal area

25 kg/m² for the other areas

Woudenberg, I (Ivar):

Materiaal Nigeria

- Beton 40,000 NGN per m³
- Rebar 300 NGN per kg
- Steel 1400 NGN per kg

Materiaal Indonesie

- Beton 1,000,000 IDR per m³
- Rebar 12,000 IDR per kg
- Steel 17,000 per kg

1 euro = 220 NGN = 15,000 IDR

This page has been left blank intentionally