

Werken als bouwkostendeskundige in het buitenland (2)

Kostenraming Qatar

Erik Schulte Fishedick

Erik Schulte Fishedick werkt als bouwkostendeskundige in het gehele werkveld van de civiele techniek: van infrastructurele werken, havens en waterbouw tot planontwikkeling en utiliteitsbouw, vaak in het buitenland. Hij doet verslag van een prestigeproject in Qatar.

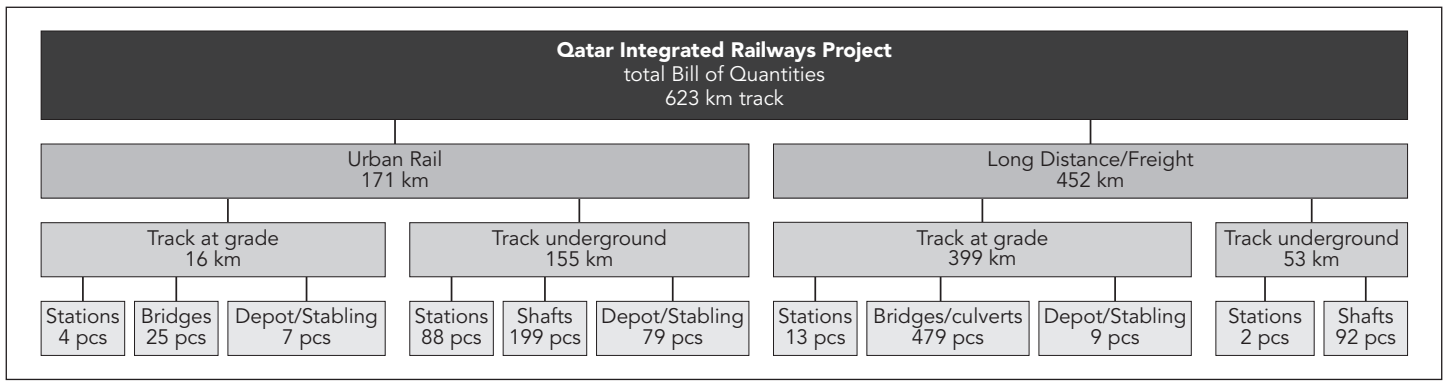


ing. E. Schulte
Fishedick MSc.,
Witteveen+Bos,
docent Bouwkosten-
deskundige Infra

Als subconsultant van Deutsche Bahn International (DB-I) heeft Witteveen+Bos geadviseerd bij de civiele werken van het nationaal 'Transport Master Plan Qatar' (TMPQ), een schetsontwerp voor de gehele railinfrastructuur voor Qatar. Qatar is een klein schiereiland grenzend aan Saoedi-Arabië met een oppervlakte van ongeveer een derde van Nederland. Het land heeft circa anderhalf miljoen inwoners, waarvan ruim 80% in de hoofdstad Doha woont. Qatar heeft op dit moment nog geen railinfrastructuur en is voornemens een metronet voor de hoofdstad aan te leggen, goederenlijnen en een aantal hogesnelheidslijnen naar de buurlanden.

Het 'Integrated Railway Systems' omvat circa 450 km goederen- en hogesnelheidsspoor, 170 km metrolijnen en meer dan 100 (voornamelijk ondergrondse) stations. De bouw van dit totale railnet zal naar schatting 20 jaar duren. Overal in Doha verrijzen enorme kantoor- en woontorens (zie foto hierboven). Openbaar vervoer in de vorm van de metro is snel nodig omdat het huidige wegennet niet toereikend is, en de stad al zijn eerste files heeft.

Een kort verslag van dit megaproject in het Midden-Oosten. Geraamde bouwkosten: tientallen miljarden euro's (exclusief belastingen).



Figuur 1.
WBS met indicatieve hoeveelheden.

Veel vrijheid

Anders dan we in Nederland gewend zijn, kende deze kostenraming veel vrijheid voor wat betreft de structuur en het format. Voor de Emir als opdrachtgever is alleen de uitkomst van de kostenraming van belang, niet de coderingstructuur of standaardssystematiek voor kostenramingen. Om tot een goed en werkbaar kostenmodel te komen is het van belang een goede structuur op te zetten. Verschillende doorsneden van de raming moeten gemaakt kunnen worden om vragen te beantwoorden als: ‘wat kost de rode metrolijn?’ of ‘wat kost de hogesnelheidslijn naar Bahrein?’. Ook is het belangrijk om wijzigingen snel te kunnen doorvoeren in bijvoorbeeld het arbeidsloon of de betonprijzen.

Work breakdown structure

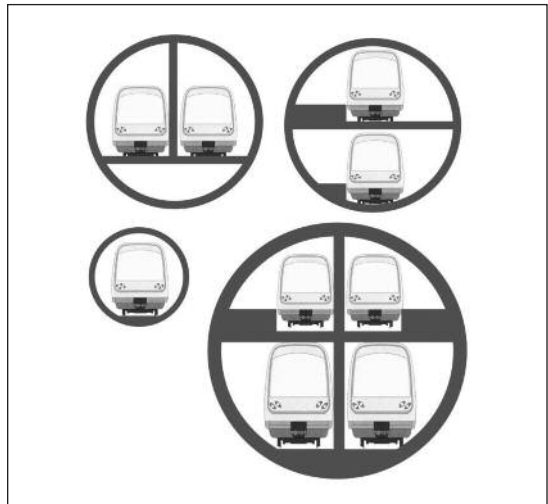
Om die vragen te kunnen beantwoorden is het project als volgt onderverdeeld: een eerste splitsing van alle spoorlijnen is gemaakt naar metro (Urban Rail) en langeafstandsspoor (Long Distance en Freight). Een logische vervolgstap is om onderscheid te maken naar ondergronds spoor en bovengronds spoor. Het daaronder liggende niveau in deze structuur zijn alle knooppunten (stations, bruggen, viaducten, depots, schachten, etc.) met daartussen alle spoorverbindingen. Deze boomstructuur is weergegeven in figuur 1. Hierin zijn ook de indicatieve hoeveelheden aangegeven.

Feitelijk is deze structuur geografisch opgezet maar helaas niet toereikend. Er moeten ook andere doorsneden van de kostenraming gemaakt kunnen worden, zoals de kosten per discipline (civiel, installaties, rollend materieel en architectuur) of de kosten per route (van Doha naar Saoedi-Arabië of van Doha naar Bahrein). Dit heeft geresulteerd in een coderingssysteem waarbij alle onderdelen van de raming een unieke code kregen. Met deze code was het mogelijk te filteren op locatie, type knooppunt, maar ook op discipline.

Een team van land surveyors heeft met behulp van een 4WD en GPS dwars door de woestijn alle toekomstige tracés afgereden. Het grootste deel van het land bestaat uit kalksteen, slechts een klein deel in het zuiden heeft zandduinen. Wanneer het toekomstige tracé een 'weg' kruiste (of kamelenspoor) is de exacte locatie ervan vastgelegd en is in het ontwerp een ongelijkvloerse kruising opgenomen. In het landelijke gebied zijn naast de stations maar liefst 479 bruggen en viaducten voorzien.

Ontwerpafwegingen

Tijdens het ontwerpproces werkten ruim 40 ingenieurs aan het project in Doha. Zij waren gespecialiseerd in alle spoorse zaken zoals het horizontaal en verticaal alignment en de bovenbouw. Tot de bovenbouw behoren bijvoorbeeld de rails, energievoorzieningen en beveiliging. Alle ondergrondse constructies maken maar liefst 87% uit van de totale bouwkosten. Het was voor het ontwerpproces van de civiele constructies dan ook belangrijk hen met kostenadviezen te ondersteunen. Kleine variantenstudies binnen het schetsontwerp moesten bijvoorbeeld uitwijzen of een gecombineerde metrobus goedkoper zou zijn dan twee kleinere losse metrobusen.



Figuur 2.
Vier verschillende doorsneden metro- en treintunnels.

In een gecombineerde geboorde tunnel kunnen de sporen boven elkaar of naast elkaar geplaatst worden (zie figuur 2). Beide varianten hebben zowel voor- als nadelen bij aankomst in ondergrondse stations die verband houden met de plaatsing van de perrons en de voetgangersverbindingen. In een paar van de grootste stations in de stad komen veel meer spoorverbindingen bij elkaar. Treinen van en naar het vliegveld, metrolijnen en hogesnelheidslijnen kruisen elkaar. Hier zijn grote gecombineerde tunnelbuizen gepland met daarin wel vier sporen.

Het ontwerp van de doorsnede van de tunnelbuis is dus kostenbepalend. Enkele centimeters besparing op de diameter heeft derhalve grote gevolgen op de totale bouwkosten bij een project als dit met honderden kilometers tunnel. De eerste stap is dan ook het vaststellen van het type metrostel en het bijbehorende profiel van vrije ruimte. Er zijn verschillende systemen bekend, het een compacter dan het ander. Hier werd gekozen voor een Europees treinsysteem. Aan de hand van de vereiste binnenafmetingen van de tunnel is de grootte van de tunnelboormachine te berekenen aan de hand van een paar vuistregels. De wanddikte is circa 6% van de binnendiameter plus een kleine oversnijdingsruimte waarin grout geïnjecteerd wordt. Nu de oppervlakte van de tunneldoorsneden bekend zijn, is de totale hoeveelheid beton ten behoeve van de tunnelwand te berekenen en het volume van af te voeren bodemmateriaal.

Naast kleine kostenstudies voor de ondergrondse sporen is ook gekeken naar varianten voor de

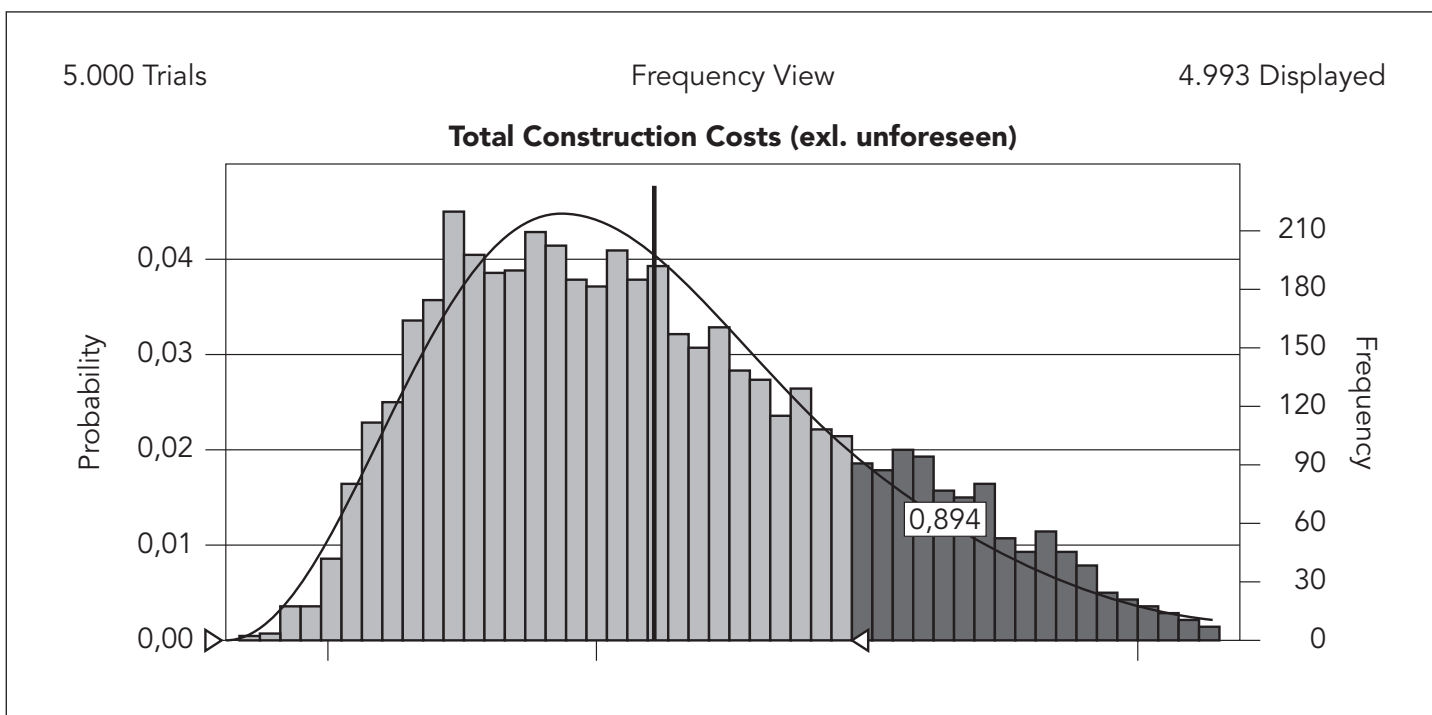
langeafstandslijnen. Er zijn hogesnelheidslijnen met een zogenaamd *slab track* of met een *ballast track*. Bij een slab track zijn de traditionele ballastlaag en dwarsliggers vervangen door een doorgaande gewapend betonnen fundering. Een ballast track is traditioneler, goedkoper, maar minder maatvast voor de hoge snelheden van deze treinen.

Verschillen met Nederland

Het moeilijkste bij het ramen van projecten ver buiten je vertrouwde werkomgeving is grip te krijgen op de lokale prijzen en productienormen. Enkel de kostenraming vermenigvuldigen met 4,66 om te komen tot de lokale munteenheid 'Qatar Riyal' is niet juist. Vrijwel alle constructiematerialen in Qatar moeten geïmporteerd worden. Het land heeft zeer beperkte resources (behalve olie en gas). Zelfs het zand voor het beton moet geïmporteerd worden omdat het woestijnzand niet geschikt is. Gelukkig worden prijzen voor bouwmaterialen regelmatig gepubliceerd in de Engelstalige Gulf Times. Hieruit zijn verhoudingen te berekenen tussen de materiaalprijzen onderling en met het West-Europese prijsniveau.

Meer dan de helft van de inwoners in Qatar heeft een buitenlands paspoort. Een groot deel daarvan zijn Indiërs en Filipino's die als gastarbeiders werken aan de hoogbouw, wegen en andere bouwprojecten. Het was voor de kostenraming erg moeilijk grip te krijgen op de arbeidslonen en de productiesnelheden. Het zijn voornamelijk lage lonen, maar ook lagere productie-

Figuur 3. Spreiding kostenraming.



snelheden. Bij een bouwplaats zijn op een kleine vloer waar wapening wordt gevlochten wel tientallen arbeiders te tellen. Of soms zie je naast de weg 15 man in een sleuf 'werken' aan een rioleringsbuis. Vermoedelijk werken er drie daadwerkelijk aan de riolering en zijn alle anderen toezichhouders of uitvoerders leunend op hun schep. Uiteindelijk heeft de kostenraming het uurloon als variabele. Hiermee zijn de effecten tussen een lokale arbeider van circa € 4,- per uur of een West-Europese arbeider van € 37,- per uur te berekenen en het aandeel arbeid in relatie tot de totale bouwkosten.

Het ontwerp is erg gedreven vanuit prestige van de opdrachtgever. Het komt misschien door gewedijver met emiraten Abu Dhabi of Dubai want het metronet van Doha moet en zal beter en geavanceerder worden. Zo is er bijvoorbeeld een stadje enkele tientallen kilometers buiten Doha dat verbonden moet worden met het metronet. Het gebied ertussen is leeg, vlak en van kalksteen. Als technicus denk je: 'prima fundering voor rails'. Mis! Het station moet met een ondergrondse geboorde tunnel worden verbonden! Geld speelt kennelijk geen rol. De meeste kostendeskundigen zijn gewend om bij een ontwerp te streven naar kostenoptimalisaties en eventuele besparingen. Hier telt vooral het resultaat, in mindere mate de investeringskosten.

Analyse

Nadat het kostenmodel redelijk gevuld was met de berekende hoeveelheden, de eenheidsprijzen en alle variabelen, is een uitvoerige kostanalyse gemaakt. Gevoeligheden van de raming zijn onderzocht en er is gerekend aan de kosteneffecten. Wat zijn de kostenverschillen bij besparing van enkele centimeters op de tunneldiameter of enkele meters van de stationlengte? Ook is inzichtelijk gemaakt wat de besparingen zijn van een deel van het metronet boven maaiveld in plaats van ondergronds (in buitenwijken).

Al deze onzekerheden zijn tenslotte met behulp van een Monte Carlo doorgerekend om de spreiding te berekening van de kostenraming (zie figuur 3).

Uit deze computerberekening volgde wat de grootste onzekerheden in de kostenraming waren. In de top-10 van risicobijdrage stonden het arbeidsloon, vastgoedkosten en de afmetingen van de diepwanden (van de ondergrondse stations).



*Figuur 4.
Bouwplaats in
Qatar bij nacht.*

Ten tijde van ons project werd naast het kantoor van de opdrachtgever Qatari Diar een nieuwe hal gebouwd ten behoeve van een presentatie van het project. Vanuit Duitsland werden vele zeecontainers verstuurd met daarin het 'presentatiemateriaal'. In de hal komen op – ware grootte – treinstellen van de metro en hogesnelheidstrein! Een team nóg groter dan het ontwerpsteam zal de komende tijd werken aan computeranimaties, films en ander promotiemateriaal. Zo zie je maar weer hoe betrekkelijk techniek en bouwkosten zijn. Voor sommigen is een mooie animatiefilm belangrijker.