

Marijn Bruurs MSc.

Witteveen + Bos

Gerben van der Meijde BSc.

Masterstudent TU Eindhoven

1 Burj Khalifa in Dubai

Maatafwijkingen Burj Khalifa beheerst

De Burj Khalifa in Dubai is met een totale hoogte van 828 m al zes jaar officieel het hoogste gebouw ter wereld. Bij constructies van dergelijke hoogte en eigen gewicht zijn maatafwijkingen erg belangrijk. Zij kunnen immers zorgen voor scheefstand en daarmee voor een groter tweede-orde-effect. Daarnaast leiden scheefstand en te grote maatafwijkingen tot problemen tijdens de uitvoering en het gebruik. Op de TU Eindhoven is een casestudy uitgevoerd, met als onderzoeksvraag: "Hoe is de uitvoerder gedurende de bouw van de Burj Khalifa omgegaan met maatafwijkingen en -toleranties?"

Burj Khalifa heeft een kenmerkende Y-vormige plattegrond. Deze is het gevolg van het *buttressed-core*-constructieprincipe, een systeem waarbij een centrale kern wordt gesteund door drie constructieve vleugels. Tot een hoogte van 575 m is de constructie uitgevoerd in beton, het bovenste deel is een geschoorde staalconstructie. Onder het gebouw bevindt zich een zware fundering die er samen met het stabiliteitssysteem voor zorgt dat de maximale verplaatsing in de top beperkt is tot 1,25 m in alle richtingen. Om de natuurlijke scheefstand van de toren te beperken, liggen het geometrische middelpunt en het

fysieke zwaartepunt op dezelfde positie en wordt de plattegrond naar boven toe kleiner. Ook is er een herverdelingsplaat in de fundering toegepast om scheefstand van de fundering te voorkomen. Om het effect van elastische verkorting, krimp en kruip mee te nemen is een volledig 3D-model van het gebouw gemaakt voor verschillende bouwfasen. Tijdens de uitvoering is vervolgens gecorrigeerd voor deze verkortingen. Ook bij de keuze voor het gevelsysteem is rekening gehouden met maatafwijkingen en de enorme hoogte van het gebouw. De gevel bestaat uit volledig

geprefabriceerde elementen die zijn bevestigd met behulp van speciale ingestorte bevestigingsbeugels die in drie richtingen verstelbaar zijn om het verschil tussen gevelement en ruwbouw te overbruggen.

Tijdens de bouw is gebruikgemaakt van een zeer geavanceerd GPS-systeem om afwijkingen te monitoren. Op de klimbekisting zijn drie antennes bevestigd en op de grond is een referentiepunt gemaakt. De realtime locatie van de bekisting werd vergeleken met het 3D-model van de constructie gedurende alle bouwfasen. Hiermee werden de verwachte verplaatsingen berekend op basis van de werkelijk gemeten materiaaleigenschappen, windbelasting, funderingszetting en eventuele asymmetrische belastingen. Bij iedere verdieping is de bekisting opnieuw uitgelijnd op het geometrische middelpunt met een nauwkeurigheid van 15 mm. Om de twintig verdiepingen werden nieuwe hellingshoekmeters met zeer hoge precisie geplaatst om de scheefstand nog nauwkeuriger te kunnen monitoren.

De combinatie van een ontwerp waarbij rekening is gehouden met maatafwijkingen en het gebruik van geavanceerde modellen en meetmethoden tijdens de uitvoering heeft ervoor gezorgd dat de maatafwijking bij de top beperkt is gebleven tot 25 mm en dat er tijdens uitvoering en gebruik geen grote problemen zijn ontstaan. ☒



Meer over Burj Khalifa en maatafwijkingen

Dit artikel is een samenvatting van een casestudy die de auteurs hebben gedaan naar aanleiding van een studiereis van de studievereniging KOers naar Dubai en Abu Dhabi in 2015. De volledige casestudy is beschikbaar op www.cementonline.nl/burj_khalifa Daar zijn ook artikelen te vinden die eerder in *Cement* zijn verschenen.

