



The Shard: Londons neue Skyline

von James Whitworth

Als in London Europas höchstes Gebäude entstehen sollte, wurde Byrne Bros, ein weltweit führendes Unternehmen im Schalungsbau, von Mace, der verantwortlichen Baugesellschaft, mit der Herstellung der Betonkonstruktion für «The Shard» (Die Scherbe) beauftragt, das seinen Namen seiner ungewöhnlichen Fassadenform verdankt. Die Auftragssumme betrug über 64 Millionen Euro. Im Sommer 2009 wandte sich Byrne Bros an Leica Geosystems, da man zum Bau des Betonkerns ein Echtzeit-Positionierungssystem für die Gleitschalung benötigte.

Der Kern des Gebäudes wurde mit paralleler Gleitschalungsfertigungstechnik betoniert. Das brachte erhebliche Vorteile, da die Gleitschalungsfertigung vermutlich eines der sichersten, schnellsten und ökonomischsten Verfahren zum Bau hoher Gebäude ist – pro 24 Stunden können bis zu acht Meter errichtet werden. Herkömmliche Verfahren zur Kontrolle der Position der Gleitschalung während des Betonierens sind oft sehr zeit- und arbeitsaufwändig: Üblicher-

weise berechnet ein Vermessungsteam vor Ort Polygonzüge aus Messungen, die mit Totalstationen und präzisen optischen Loten durchgeführt wurden. So wird die Sollposition der Gleitschalung im Koordinatensystem der Baustelle ermittelt. Da der Versatz des vertikalen Betonkerns von der Gleitschalung bekannt ist, kann gewährleistet werden, dass der Betonkern in Bezug auf die Sollkoordinaten absolut vertikal hochgezogen wird.

Geringe Toleranzen

Die Toleranzvorgabe für den Bau von The Shard lautete jedoch, dass die Position der Gleitschalung nicht mehr als ± 25 mm von den Sollkoordinaten abweichen durfte. Nach einem regen Austausch zwischen Leica Geosystems und Byrne Bros wurde ein kombiniertes System aus Totalstationen, GNSS-Sensoren und Zwei-Achs-Neigungsmessern gewählt. Mittels GNSS-Echtzeit-Positionierung konnte die Position der Gleitschalung bestimmt werden. Sowohl die Verschiebung als auch die Rotation der Gleitschalung konnten mit Hilfe der Leica Geosystems GNSS-Technologie ermittelt werden. Allerdings konnten die Daten der Neigung der Gleitschalung nicht erfasst werden, die



theoretisch bis zu ± 75 mm betragen konnte – abhängig von den angewandten Korrekturfaktoren über die 20 Meter Seitenlänge der quadratischen Schalung. Die Neigung der Gleitschalung musste daher berechnet werden.

Zu diesem Zweck wurden mit vier Zwei-Achs-Neigungsmessern Daten gesammelt, und mit der virtuellen Sensorfunktion der Leica GeoMoS Monitoring-Software konnte eine neigungskompensierte Position aller vier Ecken der Gleitschalung berechnet werden. Die Neigungssensoren wurden im Hinblick auf den großen zu erwartenden Neigungsbereich gewählt und über einen Datenlogger von Campbell Scientific in die Systeme integriert.

Zuverlässiger Monitoring-Aufbau

Die Arbeit mit GNSS-Technologie erwies sich in London – wie in jeder Stadt – als Herausforderung, denn bestehende Gebäude und Infrastrukturen können die Satellitensignale verfälschen, was wiederum dazu führen kann, dass die Ergebnisse unzuverlässig sind oder erst gar keine Berechnung möglich ist. Aus diesem Grund wurden auf den präzisen Leica Geosystems 360°-Prismen Leica AS10 GNSS-Antennen aufgesetzt, um die Prismen jeweils gleichzeitig mit Totalstationen und GNSS zu beobachten, was wiederum eine Kontrolle der GNSS-Ergebnisse erlaubte. Dies war insbesondere wichtig, solange sich die Gleitschalung in Bodennähe befand und Probleme mit dem Satellitenempfang zu befürchten waren. Zum Korrelieren der GNSS- und Totalstationsergebnisse wurde in Leica GeoOffice ein Transformationsparametersatz berechnet.

Abgesehen von den Schwierigkeiten beim Einsatz von GNSS-Sensoren in den Straßenschluchten war es auch äußerst problematisch, in der Stadt zuverlässige und stabile Referenzstationen aufzustellen. Der Zugang zu einer stabilen Position, die auch noch die erforderliche Stromversorgung und die benötigten Kommunikationsmöglichkeiten bot, war schwierig bis unmöglich, entsprechende Verhandlungen mit den Eigentümern anderer Gebäude und mit Unternehmen hätten sich als sehr teuer erweisen können.

Deshalb wurde beschlossen, auf GNSS-Echtzeitdaten des Leica SmartNet RTK-Korrekturdatendienstes zu vertrauen: Die vier Leica GMX902 GG Empfänger wurden mit dem Baustellencomputer auf der Gleitschalung verbunden. Leica GNSS Spider empfing sowohl die eingehenden Datenströme dieser Empfänger als auch einen Echtzeit-Feed des SmartNet-Dienstes. Der Internetzugang dafür wurde über ein aus zwei Richtantennen bestehendes WLAN-Brückensystem hergestellt, das den Baustellencomputer an der Gleitschalung verlässlich mit dem Internet verband.

Die Position der beiden Antennen auf der Gleitschalung wurde in Bezug auf die nächstgelegene SmartNet-Referenzstation berechnet, die sich in 2,4 Kilometern Entfernung befand. Daraus ergab sich eine dreidimensionale Koordinatenqualität, die sogar noch besser als die geforderten ± 25 mm war.

Positionsberechnung im Sekundentakt

In Leica GNSS Spider wurden jede Sekunde GNSS-Positionen berechnet, und der Medianwert dieser Beobachtungen daraufhin alle zehn Sekunden an



The Shard

Renzo Piano, der planende Architekt von The Shard, ist überzeugt davon, dass der schlanke, spitz zulaufende Wolkenkratzer die Londoner Skyline aufwertet. Die einprägsame Fassade mit der schräg angebrachten, raffinierten Verglasung reflektiert das Licht und den Himmel. So sieht das Gebäude je nach Wetter und Jahreszeit anders aus. The Shard

ragt 306 Meter und über 70 Stockwerke in den Himmel über London und ist damit seit seiner Fertigstellung im April 2012 das höchste Gebäude in der Europäischen Union. Im Gebäude sind die Büros der Londoner Verkehrsbetriebe, ein Hotel und Luxuswohnungen untergebracht – mit atemberaubendem Blick über die Hauptstadt.

«Bei der Bauüberwachung können wir kein Risiko eingehen. Deshalb haben wir uns für Leica Geosystems entschieden und deshalb konnten wir ein so enormes Bauvorhaben mit absoluter Präzision begleiten.»

Donald Houston, Byrne Bros

Leica GeoMoS übermittelt, wo die Daten mit jenen der Zwei-Achs-Neigungsmesser und der Windgeschwindigkeit synchronisiert wurden. Gleichzeitig wurde in Leica GeoMoS eine Berechnung ausgeführt, bei der die durch die vertikale Neigung der GNSS-Antenne verursachte seitliche Verschiebung angebracht wurde.

Die Positionierungsschnittstelle für die Gleitschalung nutzte die offene Architektur der Leica GeoMoS Software, die auf einer Microsoft-SQL-Datenbank basiert. Zwischen der GeoMoS-Datenbank und der maßgeschneiderten Schnittstelle wurde eine ODBC-Verbindung (Open DataBase Connectivity) eingerichtet, die die Ergebnisse als Grafik darstellte, die der Hochbauleiter einfach interpretieren konnte, woraufhin er

die Schalungsposition mit Hilfe von Hydraulikpumpen justieren konnte. In der Software wurde zudem ein Ampel-Warnsystem angezeigt. Zeigten die berechneten Ergebnisse eine seitliche Verschiebung von mehr als ± 25 mm im Vergleich zur Sollposition, leuchtete die «Ampel» orange. Eine schematische Darstellung der Schalung und eine Libellenanzeige ermöglichten die Visualisierung der Ergebnisse in Echtzeit.

Fazit

Diese neue und innovative Lösung zur Kontrolle der Position einer Gleitschalung hat sich beim Bau von The Shard als äußerst erfolgreich erwiesen. Dass die berechneten Ergebnisse überprüft und zu den mit herkömmlichen Verfahren ermittelten Daten in Beziehung gesetzt werden konnten, ließ die Verantwortlichen auf das System vertrauen. Das Monitoring Support-Team von Leica Geosystems konnte zudem das System rund um die Uhr aus der Ferne überwachen. Diese Unterstützung sorgte bei allen Beteiligten, gerade in den frühen Phasen des Projekts, für ein gutes Gefühl der Sicherheit. Für weitere hohe Gebäude in London, die ebenfalls nach dem Gleitschalungsverfahren gebaut werden, wurde das System bereits übernommen, und auch die Baugesellschaft Byrne Bros wird das System weiterhin einsetzen. ■

Über den Autor: James Whitworth ist Vermessungsingenieur. Das Studium hat er an der Universität Newcastle absolviert. Ihm obliegt die technische Leitung des Bereichs Monitoring bei Leica Geosystems Ltd UK. james.whitworth@leica-geosystems.com

