Neue Schrägseilbrücke in Bankok

Autor(en): **Langweiler, Roy / Kaufmann, Eric**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **128 (2002)**

Heft 45: **Bernina - Bankok**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-80503

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

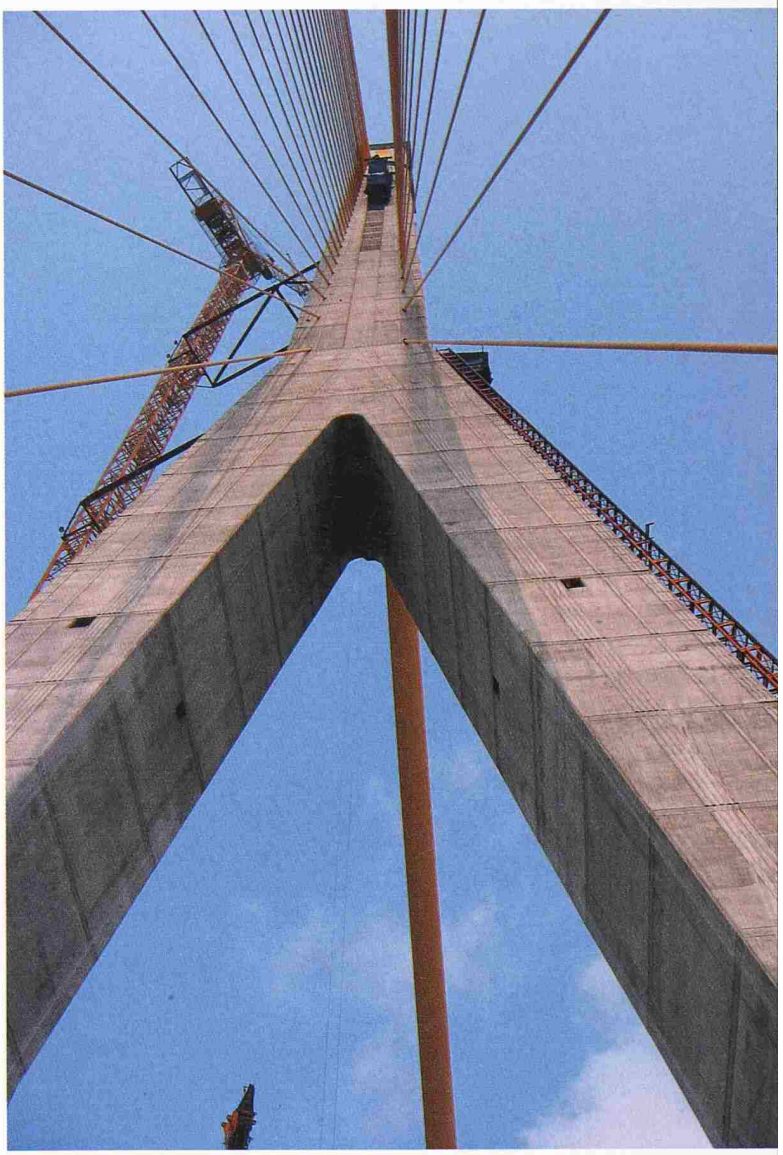
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Roy Lengweiler, Eric Kaufmann

Neue Schrägseilbrücke in Bangkok





Im Mai dieses Jahres wurde die Rama-VIII-Schrägseilbrücke (benannt nach dem Vorgänger und verstorbenen Bruder des thailändischen Königs) über den Chao Praya River in Bangkok dem Verkehr übergeben. Eine ausgeklügelte Koordination der Arbeitsabläufe ermöglichte ihre Fertigstellung innert lediglich drei Jahren.

Die neue Brücke ist die jüngste Überquerung des Chao Praya River ins Zentrum von Bangkok und soll den täglichen Verkehrsstau auf der nahen Pinklao-Brücke reduzieren helfen. Sie verfügt in jeder Richtung über zwei Fahrspuren, eine separate Fahrspur für Motorräder sowie einen Gehsteig. Die 475 m lange Schrägseilbrücke, die den Fluss mit einer Hauptspannweite von 300 m überquert, ist asymmetrisch, mit einem einzelnen Pylon, der auf der Thonburi-Seite des Flusses am Ufer platziert ist (Bild 1). Damit ist sie eine der längsten Einzel-Pylon-Schrägseilbrücken der Welt. Gebaut wurde sie von einer Unternehmer-Arbeitsgemeinschaft bestehend aus einer thailändischen, einer chinesischen und einer Schweizer Bauunternehmung.

Pylon und Fahrbahnplatte

Der 159 m hohe Pylon in Form eines umgekehrten Y besteht aus Beton und weist hohle Kastenquerschnitte auf. Die äusseren Dimensionen betragen an der Spitze 5×7 m, bei der Kreuzung der Beine 7,5×7 m. Die Konstrukteure haben eine untypische Anordnung der Schrägseilverankerungen gewählt, indem sie diese sowohl für die Haupt- als auch für die Nebenspannweite in der zwei Meter dicken, flussseitigen Wand des Pylons platzierten (Bild 2). Dadurch werden die lokalen Biegemomente und Schubkräfte direkt aufgenommen. Andererseits garantiert die Hohlkastenausbildung die notwendige Steifigkeit und Stabilität für den hohen Turm.

Der Fahrbahnquerschnitt besteht in der Hauptspannweite aus Stahlrahmen und vorfabrizierten Betonplatten. Die Brückenunterseite wird aus ästhetischen und

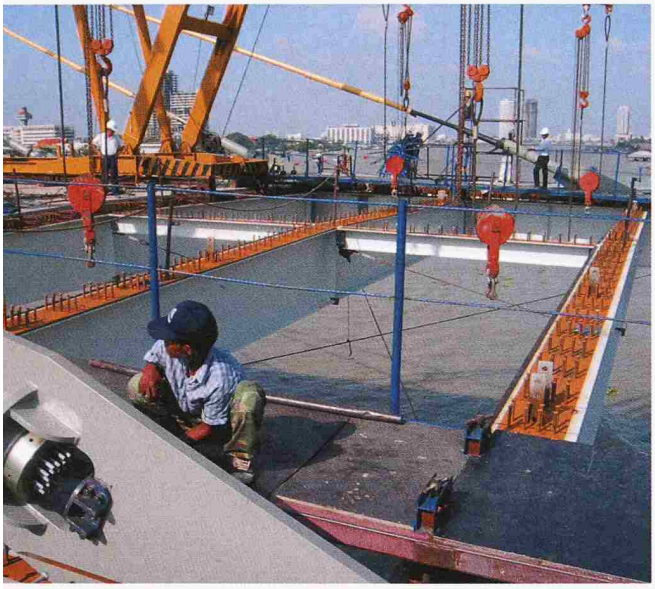
1

Ansicht der fast fertig gestellten Brücke flussaufwärts. Rechts die City von Bangkok. Die Hauptspannweite misst 300 Meter, die gesamte Länge der Brücke 475 Meter (Alle Bilder: Roy Lengweiler)

2

Pylon (äussere Abmessungen in der Mitte: 7,5×7 Meter) mit zwei Meter dicker flussseitiger Betonwand, in der die paarweisen Hauptschrägseile (oben im Bild) und auch die Rückhaltekabel (unten, in einer Ebene) verankert sind







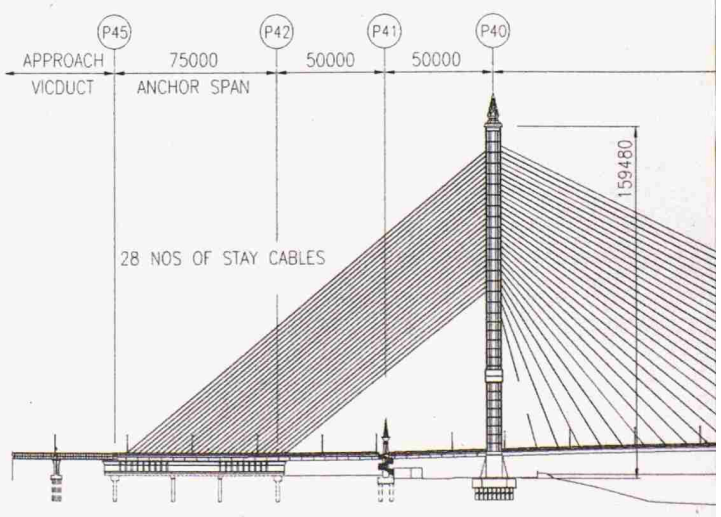
3, 4 und 5

Arbeitsschritte innerhalb eines 3-tägigen Montagezyklus: Anheben der eingeschifften Stahlrahmen (Gewicht 60 Tonnen). Montieren und Spannen der Hauptschrägseile. Einschiffen und Verlegen der vorfabrizierten Fahrbahnplatten auf dem Stahlrahmen und Vergiessen der Fugen zwischen den Fahrbahnplatten. Nachspannen der Schrägseile

aerodynamischen Gründen mit Faserverbundwerkstoff-Paneelen verkleidet.
Die rückseitige Spannweite besteht aus zwei 50 m langen Ortbeton-Kastenträgern sowie aus dem 75 m langen Teilstück, in dem die Rückhalte-Spannkabel verankert sind (Bild 6).

Bauprozess

Die Hauptspannweite wird mit der Freivorbaumethode erstellt und die Montagearbeit unterteilt in typische Montagezyklen, aus denen ein Baufortschritt von jeweils 10 m fertiger Fahrbahn resultieren. Jeder Zyklus ist unterteilt in mehr als 30 Arbeitsschritte. Zuerst werden Stahlrahmen von 29 × 10 m Grösse und 60 Tonnen Gewicht eingeschifft und angehoben. Nach der Montage der zwei Hauptschrägseile (die den neu angefügten Stahlrahmen stützen) und des einen Rückhalteschrägseils auf der anderen Seite des Pylons werden die vier vorfabrizierten Fahrbahnplatten aus Beton mit einem Gewicht von je 30 Tonnen versetzt und die Fugen vergossen (Bilder 3 bis 5).
Im Streben nach einem effizienten Bauablauf führten die beteiligten Firmen (Schrägseile, Fahrbahn und Konstruktionsingenieur) eine Optimierungsphase durch. Dabei wurde versucht, die Anzahl der parallel möglichen Arbeitsschritte zu maximieren, diejenige der hintereinander folgenden jedoch zu minimieren. Zusätzlich mussten die gewöhnlich starken Monsun-Regenfälle, die gewisse Arbeitsschritte erschweren, berücksichtigt werden. Es gelang schliesslich, einen Arbeitsrhythmus einzurichten, der es erlaubte, einen vollständigen Zyklus in drei Tagen abzuwickeln. Im Spitzenmonat konnte so ein Baufortschritt von 90 m erreicht werden, und die gesamte Bauzeit für die Hauptspannweite von 300 m betrug lediglich fünf Monate. Dabei hat sich im Rückblick gezeigt, dass die Installation der Schrägseile entgegen anfänglicher Befürchtungen im Bauprozess nie kritisch war.



6

Rechts: Längsschnitt mit Ansicht der Schrägseile. Rechts die halbfächerförmig angeordneten, paarweisen Hauptschrägseile, links die Rückhaltekabel in Harfenanordnung. Der Abstand der Hauptschrägseil-Verankerungspunkte neben der Fahrbahn beträgt jeweils zehn Meter (Grafik: BBR)

Schrägseile

Die 56 Hauptschrägseile sind in 28 Paaren halbfächerförmig angeordnet und zwischen 65 m und 325 m lang. Jedes besteht aus 15 bis 29 hochfesten siebendrahtigen Stahllitzen von je 15 mm Durchmesser. Die Hauptschrägseile sind mit ihren unteren Endpunkten an den Rändern der Fahrbahn verankert. Die 28 Rückhaltekabel hingegen liegen in einer vertikalen Ebene in der Mitte der Fahrbahn und sind harfenförmig angeordnet. Sie werden in einem Ankerbalken gehalten, der in der Mitte der Fahrbahn verläuft. Er ist, um den hochhebenden Kräften der Rückhaltekabel zu widerstehen, teilweise mit Ballast gefüllt.

Für die Schrägseile wurde ein Multi-Litzen-System gewählt, das auf der Baustelle Litze für Litze zusammengebaut wird (Bilder 7 und 8). Die hochfesten Litzen sind gewachst und mit PE beschichtet. Jedes Seil ist in den Ankerköpfen individuell gesichert durch dreiteilige Keile. Bild 9 zeigt den Aufbau der Verankerung mit Ankerplatte, Ankerkopf und einem Stahlrohr. In diesem werden die Litzen zu einem kompakten Kabel gebündelt, indem jede in einem separaten Führungsröhrchen läuft. Der Hohlraum zwischen den PE-Führungsröhrchen wird mit Vergussmörtel gefüllt. Diese Technik erlaubt es, die Ankerteile in der Fabrik zusammenzustellen und sie vorgängig im Pylon einzubetonieren bzw. in der Stahlstruktur der Fahrbahn zu integrieren. Die Schrägseilhüllen hingegen bleiben unverfüllt, damit die Litzen später einzeln ausgewechselt werden können.

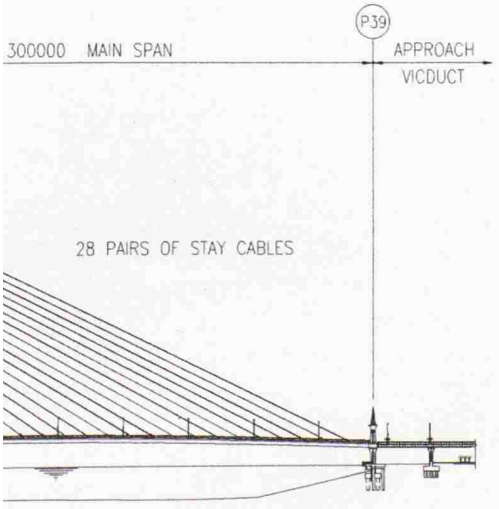
Die Schrägseile werden mit der so genannten «Unstressed Length»-Methode installiert und gespannt. Dabei werden alle Litzen eines Kabels mit einer Genauigkeit von +/– 2 mm abgelängt. Beim Installieren und Spannen werden die Litzen dann (jede einzeln) auf exakt die gleiche Länge gezogen. Es hat sich in Versuchen gezeigt, dass die resultierenden Spannkräfte bei diesem Verfahren höchstens 1,5 % von einem vorgegebenen Mittelwert abweichen. Zulässig wären Abweichungen bis 2,5 %.

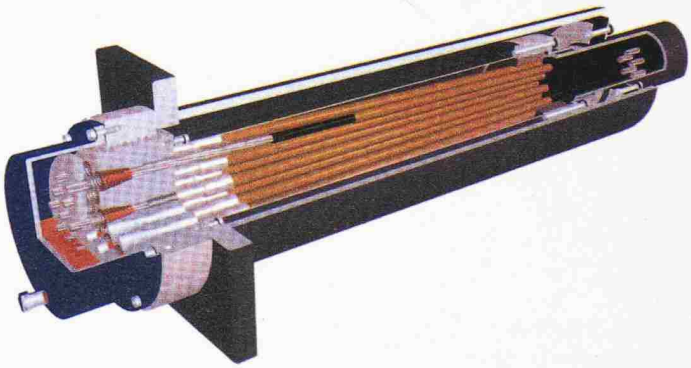




7 und 8

Die Schrägseile werden Litze für Litze eingezogen. Ein Schrägseil besteht aus 15 bis 65 Litzen mit einem Durchmesser von je 15 mm. In Bild 7 hängt das leere Hüllrohr noch ungespannt durch





9

Verankerung der Schrägseile. Die Litzen werden einzeln in der Ankerplatte verankert, mittels Führungsröhrchen gebündelt und gehen dann über den Dämpfer in die gelben Hüllrohre. Links sind die Verankerungskeile sichtbar, die die Litzen in der Ankerplatte festhalten (Grafik: BBR)

Dämpfungselemente für Schrägseile

Verglichen mit anderen Brücken sind bei der Rama VIII relativ kleine Hüllendurchmesser vorgesehen, was, zusammen mit an der Aussenseite helixförmig angeordneten Rippen, das Risiko von unerwünschten, Wind-Regen-induzierten Schwingungen verringert. Darüber hinaus werden in allen Spannkabeln Dämpfer installiert. Es kommen zwei Typen zum Einsatz:

- Typ Standard Neopren Donut für die kurzen Hauptschrägseile und alle Rückhaltekabel
- Speziell entwickelte Sylo-Dämpfer für die langen Hauptschrägseile.

Für die Berechnung der Dämpfungsfähigkeit wird ein Kabel von 269 m als typisch ausgewählt. Gemäss den spezifizierten Anforderungen, die auch lokalen Gegebenheiten Rechnung tragen, soll der äquivalente viskose Dämpfungskoeffizient des Kabels 0,34 % betragen, was einem logarithmischen Dämpfungskoeffizienten von 2 % entspricht. Im Labor und auf der Baustelle werden diese Werte überprüft und mittels Versuchen viskose Dämpfungswerte im Bereich zwischen 0,25 % und 0,55 % ermittelt.

Damit und mit den oben genannten Massnahmen kann auf sekundäre Seilverspannungen verzichtet werden.

Roy Lengweiler, Projektmanager für die Rama-VIII-Brücke, BBR Systems Ltd. (Partnerunternehmen in der Arbeitsgemeinschaft). royleng@ksc.th.com.
Eric Kaufmann, Entwicklungs- und Projektingenieur Schrägseile, BBR-Systems Ltd.

Ankertest

Am CTL Laboratory in Chicago wurde für das Projekt ein Test gemäss den PTI Recommendations for Stay Cable Design durchgeführt. Spezifiziert wurde ein Seil mit 73 Litzen und einer nominalen Bruchkraft von 19 500 kN. Die Versuchsparameter lauteten:

- Obere Lastgrenze: 45 % von Streckgrenze (UTS = 797 MPa (119,5 kN/Litze)
- Ermüdungsstressamplitude: 160 MPa (24,0 kN/Litze)
- Lastwechsel: 2 Millionen Zyklen mit 1,0 Hz

Akzeptanzkriterien:

- Nicht mehr als 2 % der Einzeldrähte dürfen versagen, also höchstens 10 von total 511 Drähten (73 Litzen zu je 7 Drähten).
- Kein Versagen irgendeiner Komponente der Verankerung.
- Im abschliessenden Zugfestigkeitstest sollte das Versuchskabel eine Mindestzugfestigkeit aufweisen von 95 % der garantierten Zugfestigkeit, was 18 400 kN entspricht.

Diese Anforderungskriterien wurden in den Tests alle erfüllt. Es gab keinen Drahtbruch im Ermüdungsversuch, kein Versagen in der Verankerung, und im abschliessenden Zugversuch wurden 98 % der garantierten Zugfestigkeit erreicht.





STANDPUNKT

Daniel Engler





Wenn die Zeit drängt

Zwei in Dimension und Aufgabenstellung ganz unterschiedliche Brückenprojekte haben uns in der vorliegenden Ausgabe von tec21 beschäftigt. Wobei ihnen doch etwas gemeinsam ist: Beide mussten unter grossem Termindruck fertig gestellt werden und zeigen exemplarisch die zunehmende Wichtigkeit des Faktors Zeit im Bauprozess. Terminsteuerung und -überwachung gehören zu denjenigen Teilaufgaben der Planung, denen heute ein immer grösseres Gewicht zukommt.

Unser erster Beitrag handelt von der Bahnlinie, die vom Engadin über den Berninapass hinunter ins Puschlav führt und auf dieser Reise bautechnisch schwierige Rutschhänge durchquert. Bereits in den 60er-Jahren wurde ein Tunnel infolge von Hangbewegungen eingedrückt und musste daraufhin ersetzt werden. Bei verschiedenen Brücken machten sich Zwängungen bemerkbar, die durch langsam talwärts rutschende Widerlager entstanden. So hatte sich auch die Steinbogenbrücke Cavagliasco II von blossem Auge sichtbar aufgewölbt, und zwar so weit, dass geplant war, sie im Herbst dieses Jahres zu ersetzen. Die Planungsarbeiten dazu waren auch bereits im Gange, als sich im Sommer die Ereignisse zu überstürzen begannen. Die schon längere Zeit vorhandenen Risse in der Brücke hatten sich in kurzer Zeit stark ausgeweitet. Die Überfahrt wurde schliesslich so gefährlich, dass am Abend des 15. Juli eine Totalsperrung angeordnet werden musste. Keine leichte Entscheidung am Anfang der Hochsaison, wo dies für die Rhätischen Bahnen einen wöchentlichen Einnahmenausfall von rund 400 000 Franken bedeutete. Eine schnelle Lösung, irgendeine, musste gefunden werden. Wie in praktisch unzugänglichem Gebiet und in kurzer Zeit die über 30 Meter lange Eisenbahnbrücke abgebaut und durch eine neue, längere ersetzt wurde, lesen sie ab Seite 6. Nur drei Wochen nach dem Unterbruch, am 5. August, konnte der Bernina-Express den fahrplanmässigen Betrieb wieder aufnehmen.

Unter völlig andersartigen äusseren Bedingungen wurde ebenfalls dieses Jahr eine neue Brücke über den Chao Praya River ins Zentrum von Bangkok fertig gestellt. Sie ist mit einer Hauptspannweite von 300 Metern eine der längsten Schrägseilbrücken der Welt und konnte nach einer Bauzeit von nur drei Jahren im Mai dem Verkehr übergeben werden. Dank einem ausgeklügelten Arbeitsablauf wurde ein sehr schneller Baufortschritt erzielt. Nur gerade drei Tage dauerte ein Zyklus, der die Brücke dem anderen Ufer im freien Vorbau um jeweils zehn Meter näher brachte. Die Litze-für-Litze-Montage der Schrägseile, die Massnahmen zur Dämpfung von Schwingungen, das Einschiffen der Fahrbahnteile – mehr darüber in unserem Bericht ab Seite 13.

Aldo Rota

6 Die Brücke aus der Kiste

Einsatz einer eingemotteten Militär-Notbrücke an der Berninalinie

Roy Lengweiler, Eric Kaufmann

13 Neue Schrägseilbrücke in Bangkok

Erstellung einer Brücke von 300 m Spannweite in nur drei Jahren

24 Magazin