



Kantbalkar på broar

Projektet visar att det möjligt att utveckla tekniska lösningar för kantbalkssystemet så att effektivare produktion möjliggörs samtidigt som arbetsmiljön förbättras. Detta gäller för såväl nybyggda som för befintliga broar. De studerade lösningarna har potential att reducera behovet av underhålls- och reparationsåtgärder och därmed störningarna på trafiken. De totala kostnaderna för samhället har därför förutsättningar att minska markant.

Bakgrund

Kantbalkar med dagens utformning kräver mycket resurser såväl för byggande som för drift, underhåll och reparationer. Till detta kommer användarkostnader på grund av de trafikstörningar som underhålls- och reparationsarbetena orsakar. Sammantaget är kostnaderna stora.

Med kantbalkssystemet avses det system som består av alla de funktioner som krävs längs kanten på en bro, det vill säga kantbalken och räcket samt de delar av brobaneplattan som ansluter mot detta system. På grund av de stora underhålls- och reparationskostnaderna för detta system initierade Trafikverket projektet *Optimala Kantbalkssystem* som genomfördes på KTH under perioden 2012 - 2014 och slutrapporterades i [1].



I projektet *Optimala Kantbalksystem* presenterades alternativa förslag för utformning av kantbalken och kantbalkssystemet med målet att finna en samhällsoptimal lösning. Framtagna förslag sorterades in i fem grupper: platsgjutna kantbalkar, förslag utan egentlig kantbalk, stålkantbalkar, prefabricerade kantbalkar och kantbalkar med inspektionsbanor.

Syfte

Projektet *Bridge Edge Beams: LCCA and Structural Analysis for the Evaluation of New Concepts* startades i anslutning till projektet *Optimala Kantbalkssystem* med målet att genomföra detaljerade analyser av de presenterade förslagen med avseende på såväl livscykelkostnad som statistiskt verkningssätt. Projektet genomfördes som ett licentiatprojekt [2].

Genomförande och Resultat

Med stöd från SBUF har arbetet utförts genom ett licentiatprojekt som startades i oktober 2013 och presenterades vid ett licentiatseminarium i februari 2016. Projektet genomfördes i tre huvuddelar:

- Litteraturstudier
- Livscykelkostnadsanalyser (LCCA)
- Analys av statistiskt verkningssätt och bärförmåga med hjälp av finita elementberäkningar

LCCA

De olika kantbalksförslagen som tagits fram i *Optimala kantbalkssystem* provades på typiska svenska broar. Beställar- och trafikantkostnader inkluderades i analysen. En LCC-modell i form av en Excel-applikation utvecklades. En lösning utan kantbalk visade låga investeringskostnader. En kantbalk i stål har högre investeringskostnader men livscykelkostnaderna blir lägre. En analys med olika livscykelstrategier visade att de här förslagen skulle kunna bli samhällsoptimala. De bedömdes vara intressanta för mer detaljerade studier. Livscykelanalyserna visade också att en traditionell platsgjuten kantbalk med rostfri armering skulle kunna leda till lägre kostnader eftersom den sannolikt kräver mindre underhåll och reparationer.

Analys av bärförmågan med hjälp av finita elementberäkningar

Som nämnts ovan var ett alternativ utan egentlig kantbalk av stort intresse. Eftersom kantbalken fördelar koncentrerade laster var detta ett särskilt fokus i de fortsatta studierna. Genom avancerade icke-linjära finita elementberäkningar (FE-beräkningar) kunde kantbalkens bidrag till lastspridningen studeras i detalj. En fallstudie baserad på laboratorieprovningar tillgängliga i internationell litteratur användes för att validera FE-modellerna.

Slutsatser

De praktiska tillämpningar och möjliga konsekvenserna av projektet listas nedan i punktform.

- Tillämpad på kantbalkssystemet har metodiken med livscykelanalys (LCCA) visat att den kan användas för att värdera nya tekniska förslag, och identifiera vilka som har potential att reducera samhällets totala kostnader, såväl för investering som för kostnader under drifttiden i form av exempelvis underhålls- och reparationskostnader.

- LCCA visade att den typiska platsgjutna kantbalken i Sverige har fördelar vid långa broar. För korta broar kan prefabricerade kantbalkar vara en lämplig lösning.
- Kantbalkar med rostfri armering kan förlänga kantbalkens livslängd och i så fall leda till betydligt lägre livscykelkostnader.
- Lägre kalkylräntor uppmuntrar beställare att använda rostfritt stål.
- Analyserna har visat att en teknisk lösning för kantbalkssystemet helt utan kantbalkar har potential för betydligt effektivare produktion av brobaneplattor än dagens lösningar. Till detta kommer att möjlighet finns att avsevärt förbättra de ergonomiska förutsättningarna och därmed arbetsmiljön vid produktion av kantbalkssystemet.
- En teknisk lösning för kantbalkssystemet helt utan kantbalk respektive med en kantbalk av stål bedöms ha möjlighet att kunna reducera behovet av underhåll och reparationsåtgärder och därmed störningarna på trafiken.
- De genomförda analyserna har visat vilka möjligheter som finns för att ersätta befintliga konventionella kantbalkar med kantbalkar av stål. Denna tekniska lösning har potential att minska tiden då trafiken över en bro behöver begränsas vid ett byte av kantbalkarna. Med sin högre produktivitet jämfört med dagens metodik finns möjlighet att minska kostnaderna betydligt såväl under produktionen (kantbalksbytet) som för samhället i stort. Av denna anledning har Trafikverket beslutat att genomföra ett kantbalksbyte med denna lösning för att kunna studera den närmare.
- Projektet har visat att avancerade icke-linjära FE-beräkningar kan fås att nära följa uppmätta brottförlopp för armerade betongkonstruktioner provade i laboratieförsök.
- De genomförda analyserna har visat att det finns potential att förbättra dagens beräkningsmetodik vilket i sin tur kan innebära bättre materialutnyttjande.

Sammantaget visar projektet att det möjligt att utveckla tekniska lösningar för kantbalkssystemet så att effektivare produktion möjliggörs samtidigt som arbetsmiljön förbättras. Detta gäller såväl för nybyggda som för befintliga broar. De studerade lösningarna har potential att reducera behovet av underhålls- och reparationsåtgärder och därmed störningarna på trafiken. De totala kostnaderna för samhället har därför förutsättningar att minska markant.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Lars Pettersson, Skanska, tel 010-448 11 56,

e-post: lars.g.pettersson@skanska.se.

Litteratur:

1. Pettersson, L. och Sundquist, H., *Optimala kantbalkssystem, Rapport 151, KTH Avd. för bro- och stålbyggnad, Stockholm 2014. Kan laddas ner från www.sbuf.se – Projekt 12687.*
2. Veganzones Muñoz, J. J., *Bridge Edge Beams. LCCA and Structural Analysis for the Evaluation of New Concepts, Licentiatavhandling, KTH, Avd. för bro- och stålbyggnad, Stockholm, 2016. Kan laddas ner från www.sbuf.se – Projekt 12687.*