



Digitala tvillingmodeller underlättar bedömning av risker

Downloaded from: <https://research.chalmers.se>, 2025-01-13 12:45 UTC

Citation for the original published paper (version of record):

Blomfors, M., Lundgren, K., Zandi, K. (2019). Digitala tvillingmodeller underlättar bedömning av risker. *Samhällsbyggaren*: 24-25

N.B. When citing this work, cite the original published paper.

Digitala tvillingmodeller underlättar bedömning av risker

Digitala tvillingmodeller är digitala simuleringar som kombinerar information om en fysisk verklighet med avancerade beräkningsmodeller.

I ett pågående samarbete mellan Chalmers och Stanford utvecklas digitala tvillingmodeller av broar, vilket kommer att leda till förbättrade tillståndsbedömningar och beslutsunderlag i framtiden; se digitaltwinslab.com.

Många av dagens tillståndsbedömningar av broar består av trafikstörande och tidskrävande aktiviteter som kan vara riskfyllda för inspektörer och trafikanter samt ge subjektiva bedömningar.

För att minimera koldioxidavtrycket och öka effektiviteten hos infrastrukturkonstruktioner är användning av avancerade digitala verktyg en mycket intressant väg mot hållbar, kostnadseffektiv och pålitlig infrastruktur.

Byggindustrin har anammat byggnadsinformationsmodellering (BIM), men har mycket att vinna på att driva digitaliseringen vidare. Spjutspets-teknologin inom området är digitala tvillingmodeller som sömlöst kopplar ihop informationsinhämtning, informationstolkning och kapacitetsbedömning. De uppdateras ständigt under hela konstruktionens livslängd för att spegla sin fysiska tvilling och används för att bedöma möjliga risker från exempelvis oväder, tunga transporter och konstruktionens åldrande.

Senaste årens utveckling av beräkningsmodeller och datorkraft möjlig-

gör automatiserade flöden från datainhämtning till informationstolkning vidare till ökad förståelse för konstruktionens beteende och bärförmåga.

För att de olika delarna ska kunna kommunicera med varandra behöver språket och systemarkitekturen anpassas; digitala tvillingmodeller, BIM, finita elementmodeller (FEM) såväl som tidigare inspektionsdata kopplas ihop och visualiseras med virtuell och förstärkt verklighet.

Föreslaget koncept för digitala tvillingmodeller

Digitala tvillingmodeller utgör en depå för information och beräkningsmodeller. Dessa är viktiga för en omfattande strategi för tillståndsbedömning och beslutstöd. Konceptet utgörs av två grundstenar, se del A-B i Figur 2.

Del A - informationsinhämtning: samordning av satellit-, mark- och luftburna inspektionsmetoder kombinerat med prognostiserade klimatdata samt information om konstruktionen från tidigare inspektioner. I vårt arbete har vi valt att prioritera

informationsinhämtning med hjälp av drönare (det vill säga obemannade luftfarkoster) för att effektivt kunna täcka stora och svårtillgängliga områden.

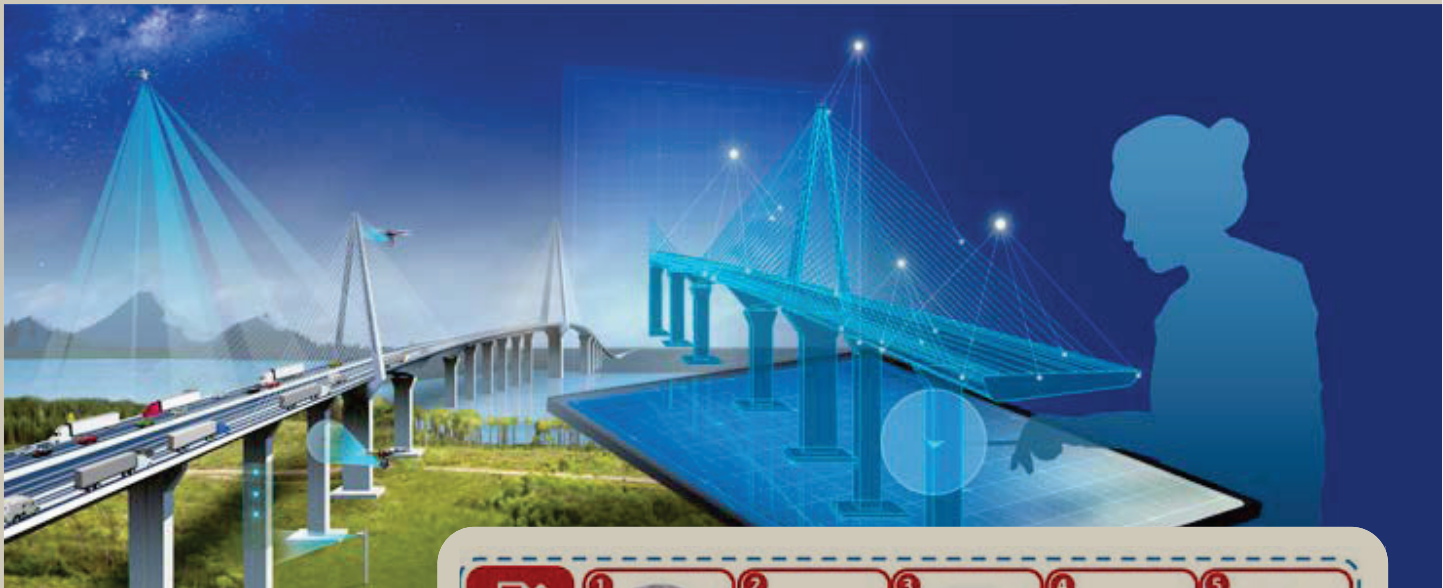
Del B - informationstolkning: information från del A tolkas genom datadrivna modeller och konstruktionsberäkningsmodeller. De datadrivna modellerna upptäcker automatiskt avvikelser och bestämmer dess storlek, till exempel vid sprickbildning.

Effekten av eventuella skador analyseras genom konstruktionssimuleringar. Risker analyseras utifrån olika klimat- och nedbrytningsscenarioer och blir underlag för beslutfattare. Implementering av det föreslagna konceptet

Vid en konferens på Stanforduniversitetet i USA demonstrerades plattform 4 - "Autonom luftburen inspektion" och 6 - "Konstruktionssimuleringar" i Figur 2 vilket presenteras i korthet nedan. Presentationen återfinns på digitaltwinslab.com.

Autonom luftburen inspektion

Med dagens teknologi kan drönare programmeras att flyga enligt en specifik rutt och fotografera en konstruktion



Överst: Visuell beskrivning av en digital tvillingmodell

Till höger: De två nivåerna A och B visar fundamentala delar hos digitala tvillingmodeller, nämligen informationsinhämtning och informationstolkning. Nummer 1-9 indikerar olika plattformar på nivå A och B.

från luften. En drönare utrustades med en 3D scanner och dess förmåga att fånga relevant information testades på betongbalk i laboratoriemiljö.

Testet visade att en hoverande drönare är tillräckligt stadig; ett flera meter långt konstruktionselement kan scannas med tillräcklig kvalitet för att kunna upptäcka och storleksbestämma sprickor.

Automatisk informationstolkning

Det tredimensionella punktmoln som återfås från scanningen efterbehandlas så att ett beräkningsnät för FEM erhålls. Datadrivna modeller och maskininlärning används för att upptäcka och storleksbestämma sprickor.

Flera olika metoder har utvecklats och framgångsrikt använts för att identifiera sprickor hos på betongprovkroppar i labbmiljö. En utmaning kvarstår: det krävs ett större underlag (mått-satta sprickmönster för olika betongsprickor) att träna algoritmerna med för att de ska bli bättre på att upptäcka och kvantifiera sprickor.

Avancerad konstruktionssimulering

Chalmers tekniska högskola har i många år varit i framkant när det gäller



strukturanalyser av betongkonstruktioner, särskilt vid skador på grund av korrosion och frost. Kompetensen byggs vidare på i arbetet med digitala tvillingmodeller, där kopplingen mellan analysen och den uppdaterade information om konstruktionen är en viktig del.

I ett pågående doktorandprojekt undersöks olika metoder för att räkna med sprickbildning i konstruktionssimuleringar. Särskilda grepp tas också för att effektivisera simuleringarna, genom att anpassa detaljnivån beroende på konstruktionselementets form och skadebild.

Slutsats och vidare arbete

Ett koncept för digitala tvillingmodeller har översiktligt presenterats i denna artikel. Två viktiga delar har tillämpats i labbskala för spruckna betongbalkar

och resultatet har klargjort flera möjligheter men även utmaningar. Sammankoppling av informationsinhämtning, informationstolkning och avancerade simuleringar kan förbättra dagens tillstånds- och livslängdsbedömningar för betongkonstruktioner.

För att nå dit behöver bland annat kommunikationen mellan de olika plattformarna utvecklas och de databaser som används för träning av de datadrivna modellerna måste expanderas. Metoder för simulering av betongkonstruktioner med olika typer sprickmönster samt även andra skador behöver också utvecklas.

TEXT: MATTIAS BLOMFORS, DOKTORAND,
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA, blomfors@chalmers.se
KARIN LUNDGREN, PROFESSOR OCH
KAMYAB ZANDI, DOCENT, CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA;
GÄSTPROFESSOR, STANFORD UNIVERSITY