

Sammanfattning av SBUF projekt 09042

Möjligheten att använda sannolikhetsbaserad tillförlitlighetsanalys som ett verktyg för utvärdering av säkerhet och återstående livslängd av skadade betongkonstruktioner har undersökts. Det visar sig att tillförlitlighetsteori är väl lämpat för utvärdering av existerande konstruktioner då man bland annat får tillgång till känslighetsanalyser som ger bra beslutsunderlag för både säkerhetsutvärderingar och livslängdsuppskattningar.

Den sannolikhetsbaserade tillförlitlighetsanalysen är ett verktyg som idag används i alla utvecklade länder för att fastställa partiella säkerhetsfaktorer i beräkningsreglerna för nya konstruktioner, såsom Boverkets bestämmelser för Betongkonstruktioner (BBK) och Stållkonstruktioner (BSK) och Europeanormerna. Metodiken är emellertid särskilt användbar för att individuellt utvärdera befintliga konstruktioner, där den ger utvärderaren möjlighet att på ett rationellt sätt integrera specifik information för ett givet objekt. Samtidigt fås också goda möjligheter att på ett logiskt sätt kvantifiera värdet av successivt tillkommande information som rör objektet. Avdelningen för Konstruktionsteknik vid Lunds Tekniska Högskola genomför för närvarande (mars 2004) på uppdrag av Vägverket ett projekt kring sannolikhetsbaserad utvärdering av befintliga vägbroar för bärighetsklassning. I denna typ av tillämpning kan man utnyttja resultat t ex från provning av materialegenskaper i befintlig konstruktion samt data från mätning av trafiklaster och andra laster. Banverket har använt sig av metodiken för att förlänga den återstående livslängden av Forsmobron och Vattenfall håller (i mars 2004) på att initiera ett doktorandprojekt med utgångspunkt i detta SBUF projekt.

Metodiken för sannolikhetsbaserad dimensionering och värdering har standardiserats via internationella organisationer som ISO, Joint Committee of Structural Safety (JCSS) samt CEN-Eurocode. Man har därvid fastlagt principer för hur statistiska modeller bör formuleras, samt sammanställt generiska data för vanliga typer av laster, materialegenskaper, måttosäkerheter etc. Vidare ges riktlinjer för acceptabla gränser för brottrisk i olika situationer.

Tillförlitlighetsanalysen bygger på att man kan identifiera gränstillstånd som definierar distinkta händelser. En sådan distinkt händelse är till exempel det jämviktstillstånd som råder innan en dammkropp börjar glida. Gränstillståndet beskrivs som en gränsfunktion beroende av stokastiska variabler. Exempel på stokastiska variabler för den glidande dammen är betongens egenvikt, bergets friktionsvinkel, islastens storlek etc. En stokastisk variabel definieras med en fördelningsfunktion samt tillhörande parametrar. Den mest kända fördelningsfunktionen är normalfördelningen, som beskrivs med parametrarna medelvärde och varians.

Om aktuella variabler kan beskrivas statistiskt kan brottsannolikheten, d v s sannolikheten att det icke önskade gränstillståndet uppnås, beräknas med olika metoder. På så sätt får man ett objektivt mått på säkerheten hos konstruktionen. Detta mått gör att man kan jämföra säkerhetsnivå mellan olika objekt. Analysen ger också information om vilken eller vilka av ingående parametrar som har störst vikt för resultatet. Denna rangordning av de viktigaste parametrarna kan används som beslutsunderlag, man har en möjlighet att se vilka parametrar som behöver undersökas för att minska osäkerheten i bedömningen och därmed öka säkerheten. Beslutsunderlag gör det också möjligt att jämföra säkerhetsökningen med avseende på kostnaderna för varje undersökning av en parameter.

Det framhålls i avhandlingen att tillgängliga riktlinjer och stödjande dokument är öppna för tolkningar och detta kan leda till resultat med oacceptabelt stora skillnader. Tolkningar av föreskrifter förekommer även vid vanliga beräkningar men tillförlitlighetsteorin är känsligare för gjorda antaganden och skillnaderna i resultaten blir därför större.

En litteraturstudie visar att livslängdsprediktioner inte är pålitliga mer än 10 till 15 år fram i tiden beroende på de stora osäkerheter som ofta är kopplade till analyserna. Baserat på dessa förutsättningar föreslås livslängdsmodeller som är öppna för införandet av ny information samt metoder för att göra detta.

Två testfall har använts, en betongdamm och en järnvägsbro. Från fallet med betongdammen kan man fastslå att de riktlinjer som används för utvärdering av säkerheten för existerande dammar bör utvecklas vidare. Undersökningen visar också att det statistiska underlaget som behövs för att kunna beskriva islaster och friktionskoefficienter för berg saknas. Arbete har initierats på KTH med avsikt att kunna beskriva bergegenskaperna statistiskt.

Järnvägsbron visar att osäkerheten för vissa av de modeller som används för dimensionering av betongkonstruktioner är okänd. Denna kunskap är viktig i samband med tillförlitlighetsanalyser och behöver utredas vidare. En detaljerad studie görs av utvärderingen av betonghållfastheter i befintliga konstruktioner. Det framgår att BBK's och Vägverkets rekommendationer bör nyanseras. En alternativ metod baserad på betingade sannolikheter, så kallad Baysisk uppdatering, föreslås. Denna metod kräver kännedom om hur betonghållfastheter utvecklas med tiden, samt kunskap om hur säkra dessa modeller kan anses vara.