

Att representera belastningar i transienta förlopp med föreskrivna krafter är inte helt rättfram, om man vill bevara både strukturbeteende och resulterande påkänningar. Ibland kan man därför behöva ta ett steg bakåt och simulera även den fysikaliska processen bakom belastningen där hastigheter, geometriförändringar, masströgheter, vågutbredning, impedansskillnader och kontakt mellan mekaniska kroppar.

Det transienta förloppet då ett fordon kör på ett bärverk är starkt olinjärt och är över på typiskt i storleksordningen 1/10 s. I det ögonblick som fordonet kommer i kontakt med bärverket skapas stötvågor i båda strukturerna. Dessa stötvågor dämpas dock snabbt ner till accelerationsvågor som, om de är elastiska, färdas med ljudhastigheten och informerar succesivt hela fordonet och bärverket om att en stöt har inträffat. Fordon och bärverk svarar med att acceleras/retarderas och deformeras till dess att den initiella rörelseenergin hos fordonet har tagits upp som inre energi i strukturerna eller dissiperats som värme. Styvheten (material och geometri) hos både fordon och bärverk förändras under hela förloppet, ibland diskontinuerligt när kontakter uppstår eller förloras. För att få en känsla för denna typ av förlopp kan man se till exempel

<http://www.youtube.com/euroncapcom>

för filmer från krockprovning med personbilar. Se även [Svängningar](#), [deformationspåverkan och olyckslast](#) från Boverket där det finns lite data från ett krockprov med lastbil och personbil mot en betongpelare.

Global betraktelse

Det mest övergripande angreppssättet för att analysera påkörningsproblemet är givetvis en global betraktelse av energier samt att göra antaganden om strukturella deformationsmoder för en enskild byggnadsdel. Ur en sådan betraktelse kan en ekvivalent statisk kraft som svarar mot belastningen på bärverket härledas. En sådan modell säger dock inget om det lokala beteendet vid till exempel området för stöten. Detta kan vara viktigt att undersöka, eftersom ökade hastigheter och masströgheter leder till att deformationerna lokaliseras till området för stötkontakten. Strukturen "hinner" inte

med att deformeras i sin helhet. Denna lokalisering blir ännu tydligare vid ännu snabbare förlopp såsom projektilpenetration. Med en enkel modell kan man visa på några svårigheter som bör beaktas vid hantering av påkörning med kraftformulerad belastning. I Fig. 1 visas ett förenklat påkörningsproblem med en projektil och en pelare. Tre olika modeller, under antagande om plan spänning, sätts upp för att analysera problemet:

- Med verkan av projektilen på pelaren representerad som en statisk kraft, med storlek vald så att den utför ett arbete på pelaren motsvarande rörelseenergin hos projektilen.
- Med verkan av projektilen på pelaren representerad som en föreskriven krafthistorik i enlighet med SS-EN 1991-1-7.
- Med projektilen som en elastisk kropp med initiell hastighet som samverkar med pelaren genom en friktionsfri kontakt.

För den första modellen löses alltså jämviktsekvationen (statik), och för de två andra rörelseekvationen (dynamik). Skillnaden mellan de två dynamiska modellerna är att det i den första är ett kraftformulerat randvillkor som föreskrivs, och i den andra är det två kroppar med kontakt och initiell hastighet/rörelsemängd. I samtliga analyser beaktas geometriförändringar ("oändliga ordningens teori") och två olika inspänningar av pelaren. För modellen med föreskriven krafthistorik på randen används en stel platta för att fördela ut kraften. Med den tredje modellen är tiden mellan den initiella kontakten och då kontakten slutligen förloras igen ungefär 20 ms. En jämförelse mellan resulterande plastisk jämförande-töjning vid största utböjning visas i Fig. 2. Ur figuren kan man se att strukturbeteende och plasticering, både avseende nivåer och fördelning, beror på vilken modell man valt. Modellen med föreskriven krafthistorik ger ett orimligt beteende, vilket endast visar att det aktuella faller utanför normmodellens giltighetsområde. Med den statiska modellen sker plasticeringen i huvudsak på pelarens baksida, medan den sista och mer verklighetstroga modellen ger störst plasticering på framsidan i

kontaktområdet. Denna lokalisering av plastisk deformation vid kontaktområdet, ett område med huvudsakligen kompressiva spänningar, kan vara viktig att beakta om pelaren till exempel utgörs av en stålprofil som är känslig för lokal instabilitet.

Krocksimulering

Om vi nu istället tittar på det verkliga problemet, kan man alltså ibland behöva göra den noggrannare analysen. Antingen för att på ett korrekt sätt fånga beteende och påkänningar i pelaren, både lokalt och globalt, eller för att förutse och ta hänsyn till effekter på andra byggnadsdelar än pelaren. Effekter och fenomen som man kanske inte först ser. I Fig. 3 visas en bildsekvens från en simulering med en komplett lastbil och en enkel stålstruktur med håldäcksplattor. Lastbilen har initieilt hastigheten 80 km/h och väger 8 ton. Strukturen är här förenklad i flera avseenden, men tjänar sitt syfte att visa på modelleringskonceptet. Bildsekvensen visar att pelaren böjer sig och med den även den ovanpåliggande balken. Balkens funktion som upplag faller då bort med resultatet att bjälklaget börjar falla och glida av balken. Förloppet då bjälklaget faller är i relation till påkörningen mycket långsamt. Vid slutet av simuleringen (100 ms) kan man därför se endast små förskjutningar av håldäckselementen. I det aktuella fallet kör lastbilen på en pelaren, men man kan givetvis även prova andra fall. Till exempel fallet med att lastbilen kör mellan två pelare och in under bjälklaget, så att en hög hytt eller påbyggnad bakom hytten kolliderar med bjälklaget och upplagsbalken.

OBS! Figurerna visas i pdf:en som går att ladda ner nedan.

[Finita Elementsimuleringar - Påkörning.pdf](#)

Fakta

Det transienta förloppet då ett fordon kör på ett bärverk är starkt olinjärt och är över på typiskt i storleksordningen 1/10 sekund.

Läs mer

[TrueStress Engineering](#)

[Krocktest från Euro NCAP](#)

