

Kollisionsdynamik

Lavenergikollisioner

Ofte indeholder et spørgetema eller et opdrag spørgsmålet, om den aktuelle kollision er en "lavenergikollision". Svaret er opræcist tangerende det politiske, idet en sådan definition ikke gives som en entydig grænse "under 7 km/t" eller "mindre end 340.000 Nm."

Ordet "lav" hæfter sig nemlig kun ved den ene af de to primære energier, der omsættes ved et uheld bestående af en kollision mellem to biler; deformationsenergien E_d .

Den anden (væsentlige) energi er den hastighed, som parterne har efter kollisionen.

$$\sum E = E_d + E_{kin}$$

Den samlede energi som den kørende part indeholder inden kollisionen omsættes i deformationsenergi samt den vektorielle hastighed, de respektive biler har efter kollisionen, multipliceret med de på tidspunktet aktuelle masser (vægte).

$$\frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot EES_1^2 = E_{D1} = \int_0^{S_{D1}} F \cdot ds_D = F_m \cdot S_{D1}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot EES_2^2 = E_{D2} = \int_0^{S_{D2}} F \cdot ds_D = F_m \cdot S_{D2}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{m_1 \cdot EES_1^2}{m_2 \cdot EES_2^2} = \frac{S_{D1}}{S_{D2}} \Rightarrow \frac{EES_1}{EES_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{S_{D1}}{S_{D2}}}$$

Sammenhængen ses her til venstre, hvor EES er den til deformationen svarende kongruente hastighed.

Dermed bliver ligningen den mere kendte $\frac{1}{2} mv^2 = Fs$ $\left[\frac{kgm^2}{s^2} \right]$

Den samlede specifikke ligning får følgende udseende:

$$v'_2 = \sqrt{\frac{(m_1 v_1^2) - (m'_1 v'^2_1 + EES^2_1 + ES^2_2)}{m'_1}}$$

Det betinger, at part 2 holder stille ved påkørslen samt at masserne er ens og uforandret gennem kollisionforløbet. Det bliver dermed nødvendigt at have et mål for energitabet ved deformation af begge køretøjer (at vurdere EES1 og EES2).

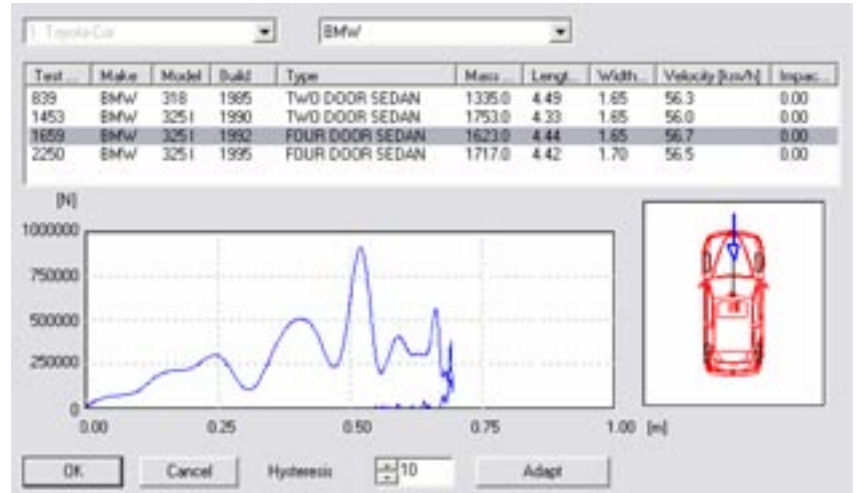


En pålidelig og teknisk ukompliceret måde at finde deformationsenergien er ved praktiske forsøg. Disse udføres i stadigt stigende grad af bilfabrikanterne til brug for dimensionering og justering af aktivt og passivt sikkerhedsudstyr (airbags, selestrammer, kollisionszoner), og udføres som dokumentation ved diverse godkendelser og klassificeringer såsom Euro NCAP, der må antages kendt af de fleste med blot perifer interesse for biler.

Dertil er der firmaer der foretager kollisionstest i forbindelse med forskning eller, som i vores tilfælde, hvor forsøgene udføres til brug for fastlæggelse af kollisionsdata.

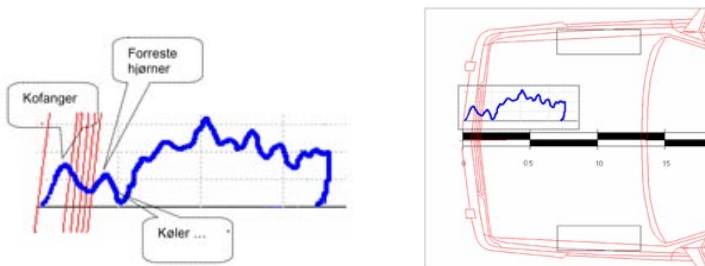
En indirekte mulighed er ved differensmetoden, hvis oplysninger om EES ikke findes og kun vanskeligt lader sig finde ved en kollisionstest med en passende hastighed.

Her anvendes kendskabet til den medgåede kraft ved deformation af bilen som funktion af indtrykningens dybde.

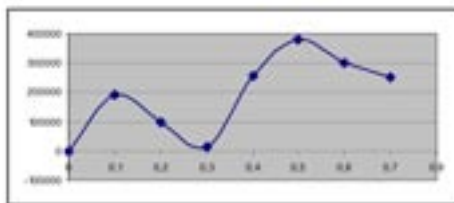




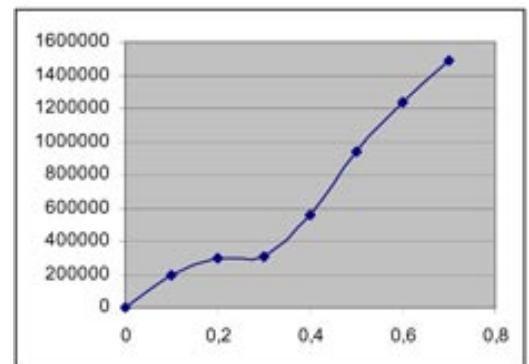
På figuren ovenfor ses en ældre bil (Audi), der med ca. 56,3 km/t (35 mph) kører ind i en mur. Gengivet på bilen i målestoksforhold ser det således ud som vist til højre. Det ses af figuren, at biler ikke deformeres lineært, men at man næsten kan følge hver del af bilen der deformeres.



Kurven kan "oversættes" til Excel:



Bruges summationen ser det således ud som vist til højre.



Det betyder, at den samlede "brugte" kraft medgået til at deformere bilen selvfølgelig stiger proportionalt med dybden af deformationen, men at det også ses, at den ikke stiger med en fast tilvækst.

En deformationsdybde på ex. 20 cm har anvendt ca. 300000 N, mens de næste 10 cm's deformation ikke koster væsentligt mere arbejde.

Sammenfatning

Ved begrebet "lavenergikollision" forstås bredt, at den til rådighed værende energi inden kollisionen, primært omsættes til bevægelse efterfølgende, hvilket vil være resultatet, hvis stødet er elastisk (høj restitution).

Det er typisk tilfældet, når de blivende beskadigelser er relative små eller ikke umiddelbart visuelt konstaterbare (lav eller ingen EES).

Ved ingen EES på nogen bil er $V_1 = v_2i$ så kører forårsagende part 15 km/t inden kollisionen, sendes den ramte bil af sted med 15 km/t efter kollisionen. Situationen er ikke praktisk mulig (restitution = 1.0)

Anvendes en realistisk restitution på 0,45 vil samme bil sendes af sted med 10,9 km/t, forårsagende bil køre 4,13 km/t og begge biler få en EES på 6,7 km/t. Af den samlede energi (vægtene udeladt) på $v_1^2 = 15^2 = 225$ fordeles de $10,9^2 + 4,13^2 \sim 136$ til hastighed og $2 \times 6,7^2 \sim 89$ til deformationer.

Anvendes defaultværdien for restitutionen (= 0,1 som for "højenergikollisioner") fås en 50/50% fordeling mellem deformationsenergi og hastighedsenergi, hvorefter udtrykket er reduceret til udtrykket for bevægelsesmængde ($m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$) (Bevægelsesmængden

inden stødet er den samme som bevægelsesmængden efter stødet).

Betydningen fortaber sig proportionalt med hastigheden, idet en restitution på 0,1 anvendt ved 85 km/t vil give den ramte bil en hastighed på knap 47 km/t (separationshastigheden = 8,5 km/t), og EES-værdier omkring 42 km/t, mens en restitution på 0,45 vil sende påkørte af sted med knap 62 km/t og dermed en separationshastighed på 38 km/t ! hvilket ikke på nogen måde er realistisk. I aktuelle sag er grænsen ca. 18 km/t, da separationshastigheden ved 20 km/t er 9 km/t.

Konklusionen er således, at enhver kollision skal vurderes individuelt.