

Bilkollision i vägkorsning

Afshan Yadollahy, Peter Berglund, Araz Gharehjalu,
Joel Smedberg, Mona Nahavandi, Veronica Wallängen.

Sammanfattning

Detta arbete syftar till att utreda vilka faktorer som påverkar vilken part som bär skulden vid en bilkollision i en T-korsning. En analys av detta har genomförts baserat på grundläggande fakta inom mekanikområdet. Inledningsvis förutsätts det att fordonen sätts samman till en gemensam kropp vid kollisionen och utförda beräkningar samt slutsatser som dragits utifrån dessa har gjorts med avseende på detta förfarande. Därefter följer en kortfattad beskrivning av den händelse att fordonen istället studsar isär efter kollisionen. Experiment har utförts för att stärka den information som tagits fram i teorin. Resultatet av denna analys visar att den största bidragande faktorn till vem som bör anses vara skyldig till kollisionen är den som höll högst hastighet innan sammanstötningen, vilket främst kan utläsas av vinkeln mellan bilvraket och vägen som den ena bilen färdades på.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	2
2. Teori.....	3
3.1 Stöt.....	4
3.2 Vinkeln α	4
3.3 Fullständigt inelastisk stöt.....	5
3.4 Ofullständigt inelastisk stöt.....	8
3.5 Studstalet.....	9
4. Experiment.....	10
5. Slutsats och resultat.....	10

1. Inledning

Bilkollisioner är tråkigt nog vanligt förekommande olyckor, men många av dem skulle kunna förhindras om förarna var mer aktsamma och tog hänsyn till olika fysikaliska faktorer som spelar in vid en sammanstötning mellan två kroppar. Ett problem som uppstår efter denna typ av kollisioner är att avgöra vilken part, om någon, som bär skulden till att stöten inträffat. Detta kan göras genom att analysera de faktorer som är betydande för vem som kan antas vara skyldig, exempelvis bilarnas positioner före och efter kollisionen, mellanliggande vinklar och bromsspår. Inom mekaniken finns många viktiga hjälpmedel för att ta reda på dessa värden, såsom moment- och energilagrar och kraftekvationer. I det här arbetet kommer dessa att användas för att utreda skuldfrågan vid en kollision mellan två bilar i en T-korsning, där de två fordonen sätts samman till en enda kropp efter kollisionen. Det bör nämnas att det i denna analys inte tagits speciellt mycket hänsyn till rådande trafikregler i situationen, dels eftersom problemet då förenklas en aning, men framförallt för att det inte är fysikaliskt väsentligt. De regler som har antagits gälla för den givna trafiksituationen är att den bil som färdas på den mindre vägen, hädanefter omnämnd som bil 2, är skyldig att lämna företräde för den som färdas på den större vägen, bil 1. För att avgöra om det är föraren i bil 2 som begått ett fel är det mest väsentligt att studera med vilken hastighet denne färdades innan kollisionen och när denne började bromsa.

2. Teori

Här följer kortfattat huvudsaklig teori som har använts för att formulera lösningar till det givna problemet och som ligger till grund för hur arbetet utförts.

Kollisionen har undersökts i två olika situationer: som en fullständigt oelastisk stöt, där fordonen sätts samman, samt som en ofullständigt oelastisk stöt, där fordonen separeras efter kollisionen.

De regler som tagits med i beräkningarna är följande:

Lagen om rörelsemängdens bevarande:

$$P_{(f)öre} = P_{(e)fter}$$

Rörelsemängden precis efter kollisionen är lika med rörelsemängden före kollisionen, vilket är grunden till formeln.

Energiprincipen

Energi inte kan förstöras och inte återskapas, den kan bara omvandlas. Detta tyder på att den kinetiska energin precis efter kollisionen ska vara lika stor som friktionskraftens arbete då bilarna glider isär efter kollisionen.

Vektorkomponenter

Vektoralgebra har använts för att kunna uttrycka rörelsemängden i två olika komponenter, i x- och y-led.

Rörelseenergis bevarande:

$$T = \frac{mv^2}{2}$$

Rörelseenergin precis efter kollisionen är lika med rörelseenergin före kollisionen, vilket utgör grunden till formeln ovan.

Arbete: $U = F \cdot d$, där F är kraften och d sträckan.

Utgångspunkter

Denna analys är baserad på vissa förutsatta fakta. En beskrivning av dessa följer nedan.

För att kunna få fram en rimlig modell betraktas bilarna som partiklar och problemet behöver då endast studeras i två dimensioner. Kollisionen mellan bilarna anses vara rätvinklig, då en fix kollisionsvinkel underlättar beräkningarna. Vidare förutsätts det att ingen av bilarna har hunnit ändra sin rörelseriktning i kollisionsögonblicket. I beräkningarna har det antagits att bilarna antingen studsar från varandra helt eller sitter ihop och blir en kropp.

Vägunderlaget betraktas som torrt, då brist på friktion förlänger bromssträckorna och försvårar bedömningen av vilka friktionstal som bör användas. Friktionstalet varierar under inbromsningen beroende på hastigheten [4]. Det friktionstal som valts här är det approximativa värdet av det statiska friktionstalet för gummi mot asfalt, $\mu = 0,80$ [3]. Då däckens antas låsta fortfarande efter kollisionen kan därmed samma friktionstal användas före som efter stöten. Däckens skick har inte tagits med i beräkningarna.

På moderna bilar finns oftast ABS-bromsar, vilket gör det svårt att avläsa bromssträckan. Därför antas att bilarna inte är utrustade med sådana och att hjulen därför låser sig och lämnar tydliga bromsspår. Beräkningarna utgår också ifrån att ingen av förarna försöker väja på något sätt, och att de vid inbromsningen innan kollisionen glider rakt fram längs sin färdriktning med låsta hjul.

Naturligtvis förutsätts att olika vinklar utifrån bilarnas positioner går att mäta och att bromsspåren är synliga, samt att bilarnas massor är kända, detta genom registreringsbevis eller liknande.

3.1 Stöt

När partiklar kommer så nära varandra att krafterna mellan dem blir tillräckligt starka för att påverka vardera annan partikels hastighet och riktning benämns det inom mekaniken som en stöt. Under en stöt påverkas de båda kropparna av lika stora, motriktade krafter och om kraften på systemet är noll bevaras alltid rörelsemängden för de två kolliderande partiklarna före och efter stöten. En stöt kan vara antingen elastisk eller inelastisk, beroende på huruvida en energiomvandling sker eller ej. Vid en fullständigt elastisk stöt går ingen kinetisk energi förlorad, vilket emellertid aldrig inträffar i verkligheten. En kollision där den totala kinetiska energin inte bevaras helt, som exempelvis en krock mellan två bilar, är istället av typen inelastisk, eller plastisk, stöt. När en sådan kollision inträffar omvandlas rörelseenergin hos fordonen istället till andra energiformer, däribland ljud och värme. I det fall att partiklarna sätts samman till en kropp vid en kollision benämns stöten som *fullständigt* inelastisk, vilket ofta är fallet vid bilkollisioner. [1][2]

3.2 Vinkeln α

För att avgöra hos vilken part skulden ligger vid en bilkollision måste hänsyn tas till vad som kan utläsas från bilarnas positioner efter kollisionen. Mer exakt betyder det i detta fall att man måste undersöka den vinkel α som uppstår mellan körbanorna och den nya kropp som bildas då bilarna kolliderar och sätts samman (se figur 3.1).

Bil 1 färdas på x-axeln innan kollisionen $\rightarrow \mathbf{v}_{1f} = v_1 \mathbf{e}_x$

Bil 2 färdas på y-axeln innan kollisionen $\rightarrow \mathbf{v}_{2f} = v_2 \mathbf{e}_y$

Genom att projiceras bilarnas gemensamma hastighetsvektor efter kollisionen, v_e , på båda axlarna fås

$$\mathbf{v}_{1e} = v_e \cos \alpha \mathbf{e}_x + v_e \sin \alpha \mathbf{e}_y$$

$$\mathbf{v}_{2e} = v_e \cos \alpha \mathbf{e}_x + v_e \sin \alpha \mathbf{e}_y$$

$$\rightarrow \mathbf{v}_{1e} = \mathbf{v}_{2e}$$

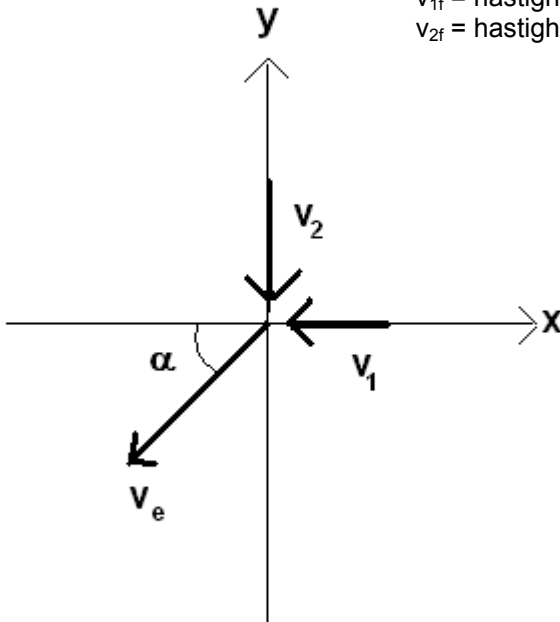
Tillämpning av lagen om rörelsemängdens bevarande ger:

$$m_1 \mathbf{v}_{1f} + m_2 \mathbf{v}_{2f} = m_1 \mathbf{v}_{1e} + m_2 \mathbf{v}_{2e} \rightarrow \text{x-led: } m_1 v_{1f} = v_e (m_1 + m_2) \cos \alpha$$

$$\rightarrow y\text{-led: } m_2 v_{2f} = v_e (m_1 + m_2) \sin \alpha$$

Med hjälp av detta fås slutligen att vinkeln α kan uttryckas på följande sätt:

$\tan \alpha = (m_1 v_{1f}) / (m_2 v_{2f})$ (1) där m_1 = massan hos bil 1
 m_2 = massan hos bil 2
 v_{1f} = hastigheten hos bil 1 före kollisionen
 v_{2f} = hastigheten hos bil 2 före kollisionen



Vidare kan man analysera denna vinkels betydelse för fastställandet av skulden. I det givna fallet närmar de två bilarna sig varandra på två vinkelräta vägar, vilket innebär att vinkeln mellan dem är $\pi/2$ (90 grader) innan kollisionen. För att tydliggöra detta kan bilarna placeras i ett koordinatsystem, där bil 1 färdas på x-axeln medan bil 2 färdas på y-axeln tills de möts i origo. Om det antas att båda fordonen har samma massa, så är det endast deras respektive hastighet som är betydande för vinkeländringen vid sammanstötningen. Som exempel kan nämnas det fall då de färdas med samma hastighet. Den sammanfogade kroppen kommer då att förflytta sig men en ny hastighet v_e , vars vektor bildar vinkeln 45 grader med y-axeln och lika stor vinkel med x-axel. Detta eftersom $m_1 = m_2$; $v_{1f} = v_{2f} \rightarrow \tan \alpha = 1 \rightarrow \alpha = \pi/4 = 45^\circ$

Figur 3.1

$$v_e = (m_1^2 v_{1f}^2 + m_2^2 v_{2f}^2)^{1/2} / (m_1 + m_2) \quad [3]$$

Om bilarna även i fortsättningen antas ha samma massa kan man generellt säga att då bil 1 närmar sig korsningen med högre hastighet än bil 2, alltså då $v_1 > v_2$, så kommer vinkeln α mellan den sammansatta kroppens hastighetsvektor v_e och x-axeln att vara mindre än $\pi/4$. Följaktligen kommer denna vinkel att vara större än $\pi/4$ då det omvända gäller, alltså då bil 2 rör sig med högre hastighet än bil 1 ($v_1 < v_2$). På så sätt är det alltså möjligt att avgöra vem som färdats med den högsta hastigheten genom att betrakta vinkeln α .

Naturligtvis förändras situationen då värdena på fordonens massor skiljer sig åt. Den tyngre bilen måste då hålla en lägre hastighet för att vinkeln α ska bli större än $\pi/4$, och därmed eliminera skulden från bilen i detta avseende.

Om de två bilarna färdas med samma hastighet gäller följande:

bil 1 tyngre $\rightarrow \tan \alpha > 1 \rightarrow \alpha < \pi/4$

bil 2 tyngre $\rightarrow \tan \alpha < 1 \rightarrow \alpha > \pi/4$

I det fall att den inelastiska stöten inte är fullständig och de två fordonen inte sammanfogas utan istället studsar ifrån varandra, måste man använda andra metoder för att avgöra skuldfrågan.

3.3 Fullständigt inelastisk stöt

I en vägkorsning kolliderar de två bilarna med vinkeln 90 grader mellan varandra. Efter kollisionen sätts de samman och bildar en kropp. Enligt lagen om rörelsemängdens bevarande är rörelsemängden, p , densamma före som efter den oelastiska stöten.

$$P(f)öre = P(e)fter$$

Efter kollisionen då bilarna bildat en kropp med en ny hastighet kan man räkna rörelsemängden momentant med följande samband:

$$p_e = m_1 v_e + m_2 v_e = v_e (m_1 + m_2)$$

Bilarnas sammanlagda rörelseenergi efter kollisionen är lika stor som det friktionsarbete som utförs i motsatt riktning.

$$T = \frac{mv^2}{2}$$

Rörelseenergi:

$$U_f = fd = \mu mgd$$

Friktionsarbete:

$$\mu = 0,80$$

Friktionstal:

Friktionsarbetet är negativt riktat mot bilarnas färdväg och friktionstalet avser friktionen mellan gummi och asfalt. Glidningssträckan d är bromsspårens längd och g är gravitationskonstanten.

Sambandet för energins bevarande används sedan för att räkna ut hastigheten efter kollisionen.

$$T_e = U_f \rightarrow \frac{(m_1 + m_2)v_e^2}{2} = \mu(m_1 + m_2)gd \rightarrow v_e = \sqrt{2\mu gd}$$

Hastigheten kan sedan sättas in i ekvationen för rörelsemängd.

$$p_e = v_e (m_1 + m_2) = \sqrt{2\mu gd} (m_1 + m_2)$$

Rörelsemängden efter kollisionen delas upp i två komponenter längs x- och y- axeln.

Rörelsemängden i x- led efter kollisionen är lika med rörelsemängden för bil 1 före kollisionen.

$$p_{f1} = p_e \cos \alpha$$

Detta ger hastigheten för bil 1 precis innan kollisionen.

$$v_{f1} = \frac{p_e \cos \alpha}{m_1} \quad (2)$$

Rörelsemängden i y- led efter kollisionen är lika med rörelsemängden för bil 2 före.

$$p_{f2} = p_e \sin \alpha$$

Detta ger hastigheten för bil 2 precis innan kollisionen.

$$v_{f2} = \frac{p_e \sin \alpha}{m_2} \quad (3)$$

Med hjälp av lagen om energins bevarande kan vi räkna ut hastigheten (v) innan bilarna börjar bromsa. Det vi har då är rörelseenergin före kollisionen plus den nedbromsade energin av bilarna.

Bil 1:

$$T_1 = T_{f1} + U_{B1}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_{f1}^2}{2} + \mu m_1 g d_{b1}$$

Följande ekvation ger hastigheten innan bil 1 börjar bromsa

$$v_1 = \sqrt{(v_{f1}^2 + 2 \mu g d_{b1})} \quad (4)$$

Respektive för bil 2:

$$T_2 = T_{f2} + U_{B2}$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_2 v_{f2}^2}{2} + \mu m_2 g d_{b2}$$

Ekvationen nedan ger hastigheten innan bil 2 börjar bromsa:

$$v_2 = \sqrt{(v_{f2}^2 + 2 \mu g d_{b2})} \quad (5)$$

Teckenförklaring:

T_k = Kinetisk energi innan kollision2

T_{ek} = Kinetisk energi efter kollision2

P_k = Lägesenergi innan kollision2

d_k = Sträckan från kollision1 till kollision2

d_{ek} = Sträckan från kollision2 till stoppunkten

d_2 = Sträckan mellan kollision1 och stoppunkten

α = kollisionsvinkel

[3]

Av detta kan man dra slutsatsen att om skuldfrågan avgörs med avseende på vilken bil som höll den högsta hastigheten innan förarna upptäckte varandra och började bromsa, är det alltså genom att undersöka fordonens respektive hastigheter precis innan kollisionen samt bromsspårens längd som man kan avgöra hos vem felet begicks (se ekvation (4) och (5)). Övriga faktorer som inverkar på de sökta hastigheterna, friktionstalet mellan däcken och underlaget samt tyngdaccelerationen, kan i detta fall anses vara konstanta och därmed lika för de båda fordonen. Det kan också vara intressant att notera att fordonens vikt inte är av betydelse för deras hastigheter innan inbromsningen, och alltså kan man bortse från det faktum att de troligtvis inte har samma massa.

Det är emellertid mer relevant att studera vilken hastighet fordonen hade precis innan sammanstötningen för att komma till ett avgörande i frågan om vilken förare som begick ett misstag. Som man kan utläsa ur ekvationerna (2) och (3) ovan beror dessa hastigheter dels på vinkeln mellan de sammanfogade bilarna samt deras respektive massor, dels på rörelsemängden efter stöten, vilken är densamma för båda bilarna. För två bilar med samma massa gäller alltså att den bil som färdats med den lägsta hastigheten således är den som hamnat mest "ur kurs" vid kollisionen.

Rörelsemängdens, P_e , riktning efter stöten är densamma som hastighetens, v_e , efter stöten, vilket betyder den vinkel α som nämns här är densamma som illustreras i figur 3.1. Detta betyder att då

$\alpha > \pi/4 \rightarrow \sin \alpha > \cos \alpha$

$\alpha < \pi/4 \rightarrow \sin \alpha < \cos \alpha$

$$(0 \leq \alpha \leq \pi/2)$$

Detta ger oss återigen att då de båda bilarna har samma massa gäller att för $\alpha > \pi/4$ kommer bil 2 ha den högsta hastigheten före kollisionen. Således gäller också det omvända, alltså att bil 1 har högre hastighet än bil 2 precis innan kollisionen, för $\alpha < \pi/4$.

3.4 Ofullständigt inelastisk stöt

Hittills har vi angripit det givna problemet med förutsättningen att de kolliderande bilarna bildar en kropp efter sammanstötningen. Detta är naturligtvis inte det enda möjliga scenariot, även om så ofta är fallet vid krockar mellan fordon. Det kan också hända att de två bilarna studsar isär och då skiljer sig analysen av vad som händer en del från det som tidigare har tagits upp. Det här arbetet syftar inte att fördjupa sig inte alltför mycket i detta, men en kortfattad utredning följer nedan.

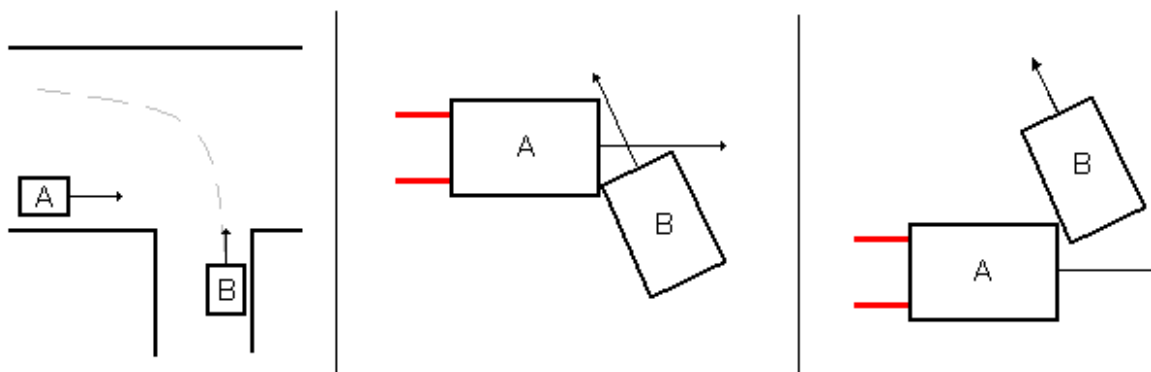
Till att börja med kan nämnas att de olika bilarnas massa och hastighet, eller produkten med ett annat ord, rörelsemängden $p = mv$ påverkar kollisionen enormt. Desto större rörelsemängd bilarna har desto kraftigare kollision. Vi har delat upp kollisionen i tre tänkbara händelser och tänkte beskriva vad som händer i de olika fallen. För att förenkla problemet lite har vi antagit att förarna endast försöker bromsa bilen, i de fallen då de har upptäckt den andra bilen. Det vill säga de försöker inte göra någon undanmanöver.

För att de inte ska kroka tag i varandra sker krocken antingen med en vinkel $\neq 90^\circ$ mellan bilarnas körriktning eller att kollisionen endast sker på en del av bilarna (se figurer nedan). Det finns en avvikelse från detta, när de kör i samma riktning men olika hastigheter (se figur 3.3).

I samtliga fall har vi antagit att båda bilarna har ungefär samma massa och krockmässig konstruktion. Vi har även antagit att bil A kommer i högre hastighet än bil B även då A i många av fallen bromsar. Till exempel A kör i 90km/h och bromsar ner till 70km/h och B kör i 20km/h. Vilka faktorer är det då som påverkar kollisionens utgång. De två största variabler är som tidigare sagts massan och hastigheten på respektive fordon. Mindre viktiga men ändå av stor betydelse är däcktyp, underlag och kollisionsvinklar. De däckspår som uppkommer är inte enbart bromsspår utan även spår då fordonet förflyttas i sidled (mot hjulens rotationsriktning).

Fall 1: Bil B svänger ut framför bil A i en vänstersväng

Man kan anta att bil A ser hela händelsen och bromsar medan bil B är oaktsamt och kör rakt ut i korsningen. Eftersom bil A har mycket större rörelsemängd kommer B att få en mycket större ändring av sin hastighet (både riktning och belopp). De däckspår man kommer att se från bil B är i någon sorts kurvform då bil B kommer att börja rotera. Även bil A kommer att förflyttas i sidled, men mindre relativt bil B.

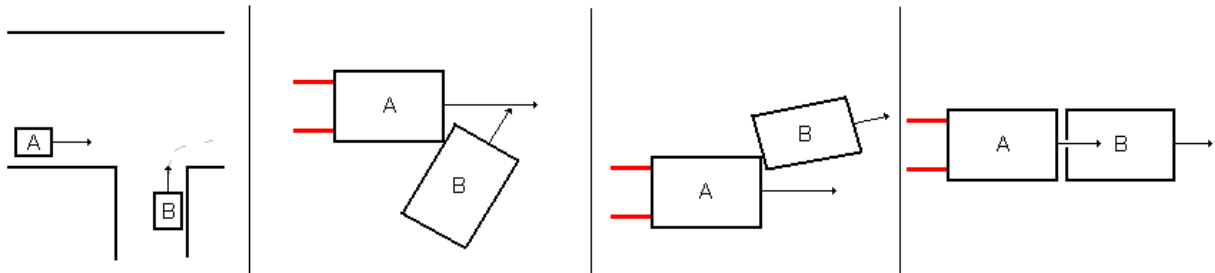


Figur 3.2

Fall 2: Bil B svänger ut framför bil A i en högersväng

Man kan återigen anta att bil A ser hela händelsen och börjar bromsa medan B återigen är oaktsam. Samma gäller här att A har större rörelsemängd och kommer då påverka B mer. Även i detta fall så kommer B att få en roterande rörelse medan A fortsätter i ungefär samma riktning. I bilden längst till höger, då fordon B redan har kommit ut i rätt körfält och kör i samma riktning som fordon A, kommer

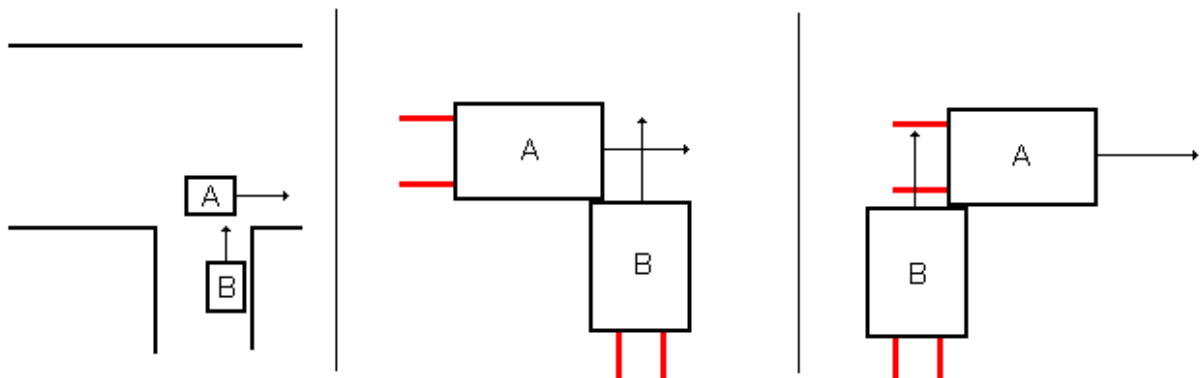
det dock att bli en annorlunda kollision. I detta fall kommer A ge B en rejäl skjuts i körriktningen medan hastigheten för A kommer sänkas avsevärt.



Figur 3.3

Fall 3: Bil B kör på bil A

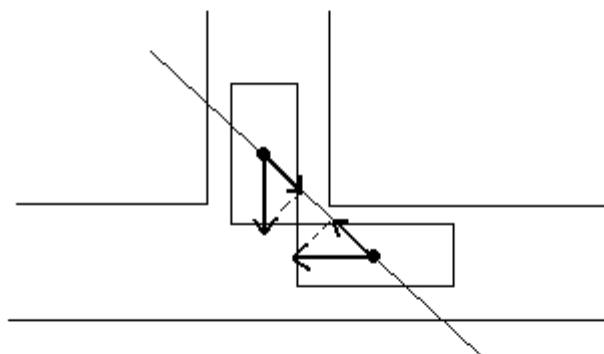
I detta fall antar vi att båda bilarna hinner upptäcka varandra och börja bromsa. Fortfarande så kommer bil A att ha en större rörelsemängd än bil B. Men i fallet längst till höger så kan kollisionen få mycket större konsekvenser för A än för B, då B knuffar till A så att denna tappar kontrollen på bilen men har fortfarande mycket stor hastighet.



Figur 3.4

3.5 Studstalet

För att beräkna den mängd kinetisk energi som går förlorad vid den inelastiska stöten bör lämpligen studstalet, e , införas. Studstalet beräknas för två partiklar som rör sig mot varandra längs samma linje. I detta fall färdas fordonen vinkelrätt mot varandra och för att kunna beräkna studstalet projiceras båda bilarnas hastighetsvektorer på en tänkt axel genom bilarnas masscentra (se figur 3.5).



Figur 3.5

Studstalet, e , kan då beräknas enligt $e = - (v_{2e} - v_{1e}) / (v_{2f} - v_{1f})$.

I det fall att bilarna sätts samman till en kropp efter kollisionen kommer $v_{2e} = v_{1e}$, och studstalet kommer därmed att vara noll, vilket också kännetecknar en plastisk stöt. I annat fall kommer de två bilarnas hastigheter, v_{1f} och v_{2f} , liksom vid en fullständigt inelastisk stöt, att bilda en ny hastighet, v , vid kollisionen för att sedan återigen delas upp i två nya hastigheter, v_{1e} samt v_{2e} . För detta scenario gäller att den bil vars hastighet var högst före kollisionen får den lägsta hastigheten efter och vice versa ($v_{1f} < v_{2f} \rightarrow v_{1e} > v_{2e}$). Genom att betrakta formeln ovan som definierar studstalet inses då att detta aldrig kan vara negativt och ligger någonstans i intervallet 0 till 1, där $e = 1$ betecknar en fullständig elastisk stöt. Det förstås dessutom att värdet på studstalet ökar i takt med att hastighetsskillnaden mellan bilarna innan stöten växer respektive att hastighetsskillnaden mellan dem före kollisionen minskar. Ett högt värde på studstalet innebär således att skillnaden i hastighet mellan fordonen innan sammanstötningen är väldigt stor i förhållande till hastighetsskillnaden efter. [3]

Som kan utläsas ur figuren kommer den bil som hunnit längst ut i korsningen då kollisionen inträffar att ha en den minsta hastighetsvektorn projicerat på den tänkta axeln genom bilarnas masscentra. I det fall att bil 2 har hunnit längst ut i korsningen vid kollisionen har föraren missbedömt avståndet mellan korsningen och bil 1 och inte lämnat företräde för fordonet på den större vägen. Följaktligen är det i ett sådant läge bil 2 som har gjort fel.

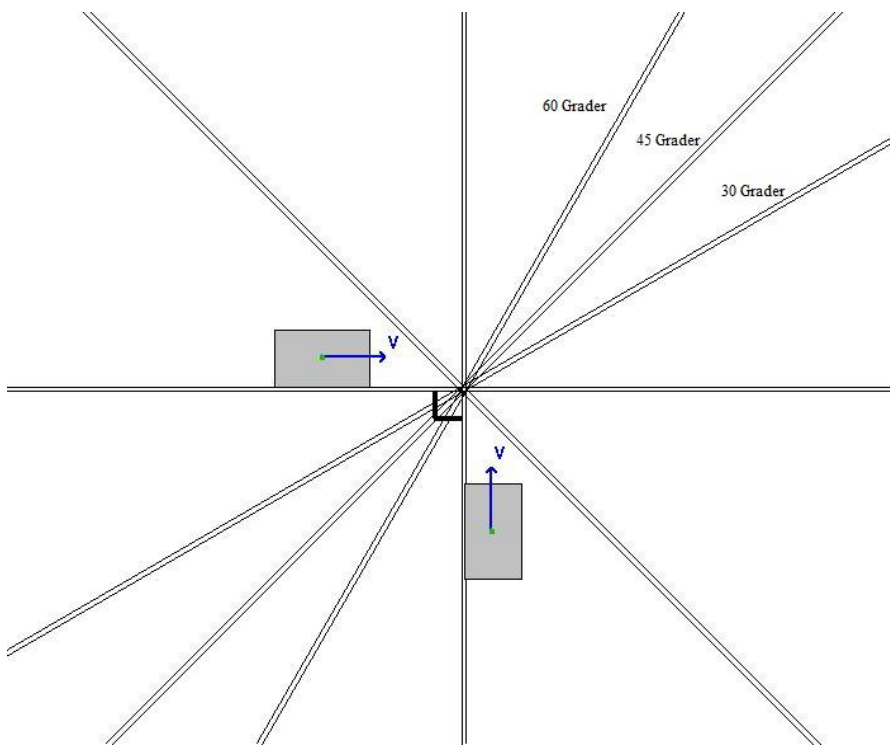
4. Experiment

För att kontrollera så att det som i teorin tagits fram som en lösning till problemet är korrekt användes "Interactive Physics", ett dataprogram som kan simulera olika fysikaliska moment. Två figurer, föreställande de två bilarna, gavs olika massa och hastighet och låts stöta samman i ett koordinatsystem (se figur 4.1). Innan experimentet utfördes gjordes beräkningar utifrån godtyckligt valda värden på de två fordonens massor och hastigheter. Därefter kontrollerades hur dessa värden påverkade vinkeln mellan bilarna och x-axeln, samt huruvida de tidigare fastställda värdena på denna vinkel var rimliga eller ej, genom att låta dataprogrammet utföra sammanstötningar med samma belopp på storheterna och jämföra resultaten.

Studstalet valdes till 0 i experimenten för att uppnå en fullständig inelastisk stöt. Genom att använda ekvation (1) i avsnitt 3.2 kunde den förväntade vinkeln α som borde bildas mellan de två hopfogade fordonen och x-axeln bestämmas till $\alpha = \arctan((m_1 v_{1f}) / (m_2 v_{2f}))$. Olika värden placerades sedan i denna ekvation och resultatet jämfördes med de värden på vinkeln som programmet räknat fram. Sammanställningen av de försök som gjordes illustreras i tabellen nedan:

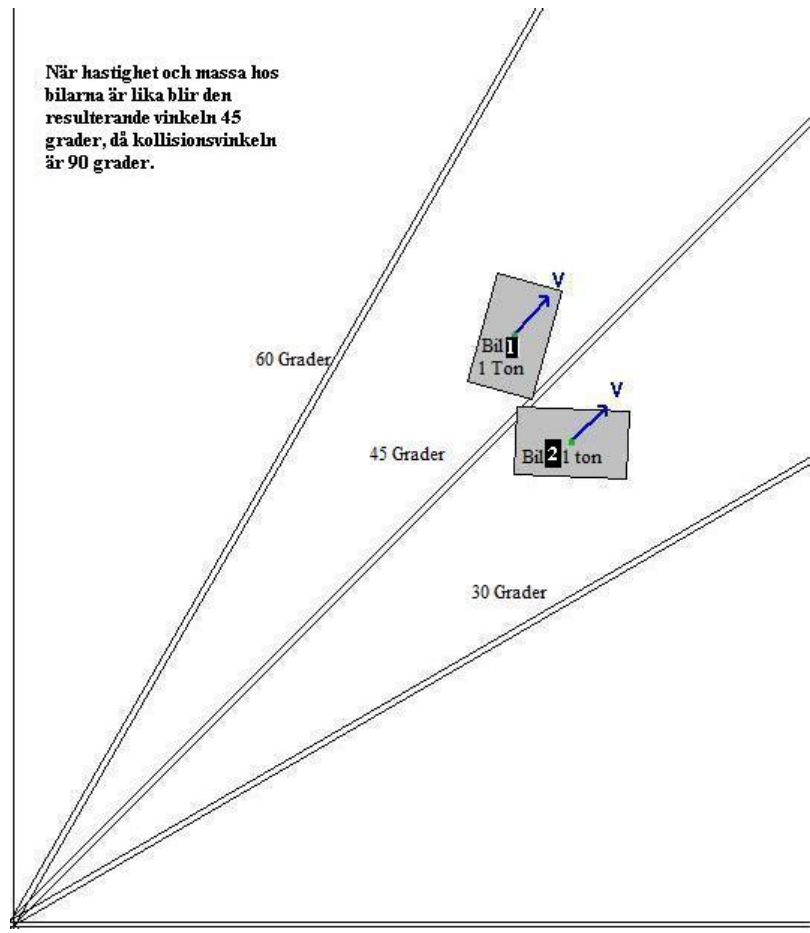
	Hastighet Bil 1 (m/s)	Hastighet Bil 2 (m/s)	Massa Bil 1 (kg)	Massa Bil 2 (kg)	Vinkel (grader) (manuellt beräknad)	Vinkel (grader) (programmets beräkning)
Figur 4.2	8,3	8,3	1000	1000	45	C:a 45
Figur 4.3	16,7	8,3	1000	1000	34	C:a 30
Figur 4.4	8,3	8,3	3000	1000	72	C:a 70

Resultaten som beräknats med hjälp av programmet stämmer väl överens med den information som tagits fram genom manuella beräkningar. Resultaten visas även i figurerna nedan:

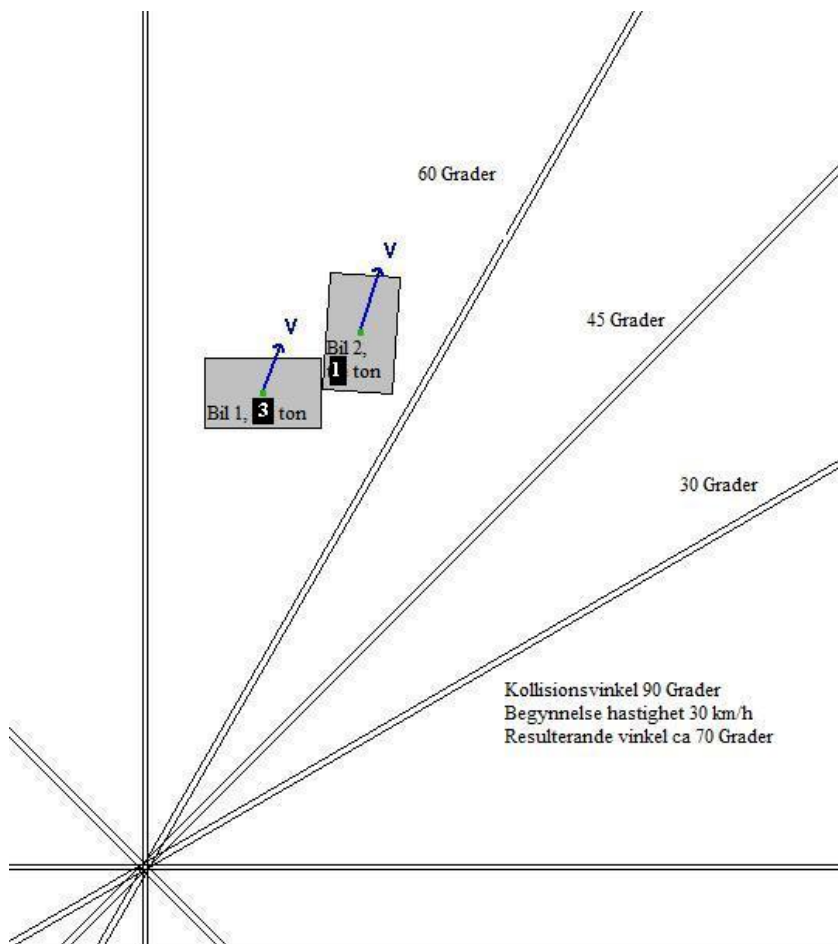


Figur 4.1

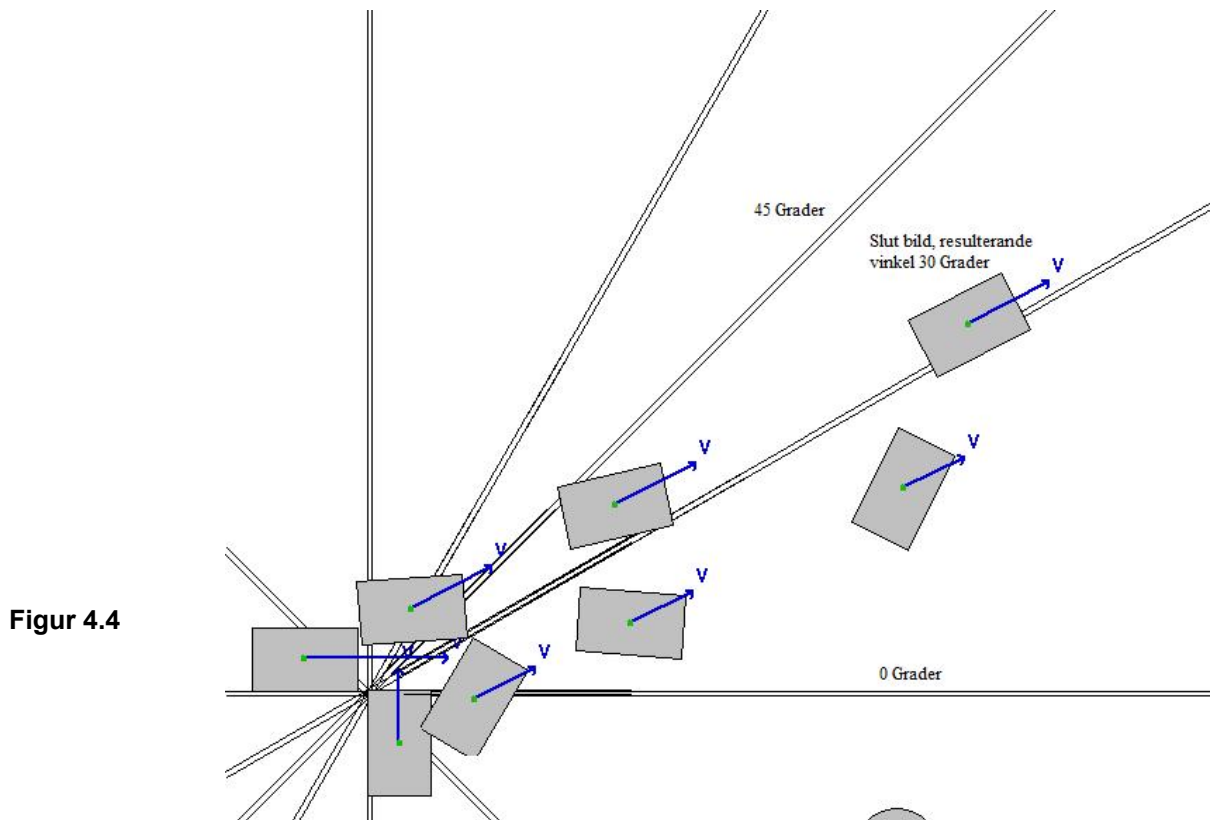
När hastighet och massa hos bilarna är lika blir den resulterande vinkeln 45 grader, då kollisionsvinkeln är 90 grader.



Figur 4.2



Figur 4.3



Figur 4.4

5. Slutsats och resultat

Resultatet av de studier av olika fysikaliska aspekter av en krock mellan två bilar i en T-korning som genomförts pekar på att det är några få faktorer som har inverkan på vems felet är.

Om vinkeln α mellan den sammansatta kroppen och vägen som bil 2 färdats på är mindre än 45 grader, är det sannolikt att bil 2 färdats med för hög hastighet och därmed är vållande till olyckan, såvida dennes massa inte är väsentligt större än massan hos bil 1.

Man kan även kontrollera vilken hastighet bil 2 höll när denna närmade sig korsningen innan en eventuell inbromsning. På så sätt ser man om föraren försökt sänka farten innan ett troligt möte med ett annat fordon. Genom att studera glidsträcken samt hastigheten precis innan kollisionen kan man ta reda på denna hastighet. Man måste även ha med friktionstalet mellan däck och underlag samt gravitationskonstanten i beräkningen.

Referenser:

[1] Norrgrann, Herman. *Elastisk stöt*. Hämtat från < <http://web.abo.fi/fak/mnf/fysik/mekanik/stot.html> >.

[2] http://sv.wikipedia.org/wiki/St%C3%B6t_%28mekanik%29.

[3] Apazidis, Nicholas (2004). *Mekanik – Statik och partikeldynamik*, s. 97, 305-323. ISBN 91-44-04245-0

[4] Vägverket, publikation *Grundvärden för trafikmiljön*. Hämtat från <<http://www.vv.se/filer/publikationer/01%20Grundv%C3%A4rden%20f%C3%B6r%20trafikmilj%C3%B6n.pdf>>. Publicerat 2004-05.