



www.stop.se

Påkörande bilens fart i dödsolycka 2004-06-23

SAMMANFATTNING OCH BAKGRUND

Efter midnatt den 23 juni 2004 i Huddinge kommun körde en **Opel Astra** (RWH554) in i vänstersidan på en **Renault Kangoo** (UME083) vars ena passagerare dödades. Opeln var på väg norrut på Kungenskurvaleden och Renaulten kom från den korsande Pyramidbacken med begränsad sikt åt vänster. Renaultföraren hade väjningsplikt och stannade före korsningen, men hann inte över det norrgående körfältet innan Opeln var framme. Vittnen uppger att Opeln framfördes mycket över fartgränsen, som där är 50 kilometer i timmen (km/h).

Opelföraren dömdes till 30 dagsböter för rattfylleri av Huddinge tingsrätt, men friades från åtal för vållande och för grov vårdslöshet i trafik. I domskälen tonar tingsrätten ned betydelsen av vittnenas uppgift om hög fart hos Opeln och fäster större vikt vid ett kortfattat brev från forskningsingenjören Jan Wenäll. Wenäll har utgått från fotografier på de skadade bilarna och troligen distorderade skisser över olycksplatsen. Wenälls brev innehåller många reservationer och en uppenbar felgissning, men han "påstår att inget direkt tyder på hastigheter över 50-55 km/h på något av fordonen. Jag gissar vidare ..." (citat från Wenälls brev 041125).

På uppdrag av Renaultföraren redovisar jag (Lennart Strandberg) i detta yttrande mina analyser. **De tyder på att Opelns fart har varit över 100 kilometer i timmen.**

Fyra utgångspunkter och flera oberoende beräkningsmetoder ger ungefär samma resultat:

- 1) En saklig granskning av Jan Wenälls korta yttrande avslöjar fler diskrepanser. Risker för missförstånd är överhängande, när ett så komplext problem avhandlas på en halv A4-sida. Under ett telefonsamtal i november 2006 sade Jan Wenäll bl.a. att hans erfarenhet av fordonsskador vid sidokollisioner bygger på prov i VTI¹ krockhall, när den påkörande bilens fart varit högst 55 km/h. Ändå skrev han i november 2004 "att inget direkt tyder på hastigheter över 50-55 km/h".
Frågan är vilka hastigheter Wenäll avsåg. En modern personbil som med 110 km/h kör in i sidan på en lika tung bil utsätts för ungefär samma fartändring och får liknande skador som om den kört med fronten mot en barriär i halva farten, 55 km/h. Det bör man ha i åtanke när man ser foton på Opelvraket och jämför dess skador med massmedias rapportering från barriärkrockproven i Euro-NCAP⁴. De utförs med 64 km/h, d.v.s. med 35% större rörelseenergi än vid 55 km/h.
I den avslutande meningen "gissar" Wenäll "att de båda fordonen har haft någorlunda samma hastighet". Detta är uppenbart felaktigt och tyder på svagheter även i det faktaunderlag han har utgått från.
Man kan inte begära att en tingsrätt ska kunna genomskåda sådana tvetydigheter. Men när de nu är presenterade, borde Wenälls yttrande lämnas därhän och vittnesuppgifterna tas mer på allvar.
- 2) På min inrådan har olycksplatsen återbesökts av de två personer som blev vittnen till kollisionen när de gick i Opelns körriktning på Kungenskurvaledens gångbana. De ombads nu att peka ut var de befann sig när Opeln passerade dem och rekapitulera hur lång tid det tog för bilen att färdas därifrån till krockplatsen. Genom att räkna 'ettusen ett', 'ett tusen två', etc kom de båda fram till att tiden var 3-4 sekunder. På den tiden tillryggalade Opeln cirka 110 meter enligt vad jag kunnat se från vittnenas positionsbestämning, foton och ritningar. **Det motsvarar en medelfart för Opeln på cirka 100-130 km/h de sista sekunderna.** Vid passagen av vittnena har det rimligen gått ännu fortare. Inte ens en skicklig förare skulle då säkert ha kunnat stanna före korsningen.
- 3) Med hjälp av impulslagen från den klassiska mekaniken kan förhållandet mellan Opelns och Renaultens tyngdpunkthastigheter beräknas. Efter kollisionen har nämligen båda bilarna passerat mellan trafikdelar- och belysningsstolpen i mittrefugen inom en snäv vinkel från krockplatsen. Enligt foton från olycksnatten har vätskor från motorrummet och gummi från vänster framsida på Renaulten lämnat ett spår över mittrefugen nära lyktstolpen. Koordinater för spåret har kunnat tas fram med enslinjer genom stolpar som finns både på foton av spåret och på en skalenlig ritning över korsningen. Opelns kurs efter krocken är också känd. På detta sätt har Opelns fart före sammanstötningen bestämts till cirka tio gånger större än Renaultens. Vittnesuppgifter, trafikobservationer och rimlighetsresonemang tyder på att Renaulten hunnit få upp farten åtminstone till 10 km/h då Opeln körde in i dess vänstersida.
Detta visar att Opeln inte kan ha gått mycket långsammare än 100 km/h ens vid själva kollisionen.
- 4) Eftersom bilarna vägde ungefär lika mycket och hade nästan vinkelräta kurser, blir deras gemensamma tyngdpunkthastighet omedelbart efter stöten halverad i båda kursriktningarna. En analys av hur väggreppet och andra faktorer kan ha påverkat bilarnas rörelser under uppbromsningsförloppet efter kollisionen **motsäger inte att Opelns fart var över 100 km/h före sammanstötningen.**

Uppdrag och personlig utgångspunkt

I oktober 2006 kontaktades jag av Renaultföraren och hans bror (med initialerna **MV** respektive **VV**). Inom ramen för mitt företag www.stop.se har MV sedan givit mig uppdraget att söka relevant information och bestämma Opelns fart före kollisionen. I föreliggande yttrande redovisar jag en del av detta arbete.

Min professionella bakgrund som professor och oberoende olycksutredare beskrivs via länkar på www.liu.se/vidi/lennarts och www.stop.se/lennarts/

Av min bakgrund som tävlingsförare och av mina debattinlägg (www.veta.se) framgår kanske att jag ogärna åtar mig uppdrag där det gäller att 'sätta dit' förare för att de enbart överträtt den skyltade fartgränsen. Därför begärde jag att få se de viktigaste delarna av förundersökningsprotokollet innan jag åtog mig uppdraget. Då bedömde jag att det handlar om verklig risktagning, som (med dagens informationsinfrastruktur) förutsätter närmast omänskligt förutseende från andra trafikanter. Att så extrem fortkörning och dödande förarbeteende kan tappas bort i en domstol medan rattfylleriet bestraffas med 30 dagsböter ger konstiga signaler om bilförarnas ansvar och tyder på strategiska brister i det statliga trafiksäkerhetsarbetet. Även om föreliggande mål är ett specifikt exempel på detta generella problem, anser jag dock att åtgärds- och systemansvariga myndigheter inte primärt finns inom rättsväsendet.

Tidigare har jag sett flera exempel på rättsfall där försäkringsbolag och åklagare har använt konsultutredningar med okontrollerbara påståenden och hänvisningar till kommersiella datorprogram, som inte ställs till motpartens förfogande för verifiering. Även om datorprogrammet i sig är pålitligt, så blir resultatet helt beroende på vilka faktorer användaren bedömer som relevanta och på vilka data som matas in. Skräp In blir Skräp Ut (SISU), se t.ex. min redovisning på www.stop.se/utred/ för Nyköpings tingsrätt (mål T415-02) och för Svea hovrätt (mål T5942-03), som dömde till nackdel för försäkringsbolaget. Båda domstolarna valde därigenom att tro mer på mina mätdatabaserade och kontrollerbara beräkningar än på konsultutredningens ogenomsynliga datorsimuleringar.

Här har inget datorprogram använts, men Huddinge tingsrätt har ställts likadant inför svårkontrollerbara påståenden från forskningsingenjören Wenäll vid VTI¹. Slutsatserna i hans mycket kortfattade konsultutredning står och faller med Wenälls erfarenhet och språkliga precision. De kan varken verifieras eller falsifieras, och bygger helt på utredarens trovärdighet, inte på fakta och beräkningar.

För att inte själv lägga liknande dimridåer, försöker jag på följande sidor att redovisa mitt resonemang öppet och detaljerat. Jag håller mig till allmänt kända naturlagar, så att vem som helst med rudimentära kunskaper i klassisk mekanik ska kunna kontrollera såväl logiken som den rena beräkningsgången och se hur jag har prioriterat bland alla fysikaliska fenomen och matematiska operationer, som skulle kunna vara aktuella.

Enligt principen 'hellre fria än fälla' har jag sökt sådana data som ger lägsta möjliga fart för den påkörande Opelbilen utan att vara orimliga. Korsningens geometri med en mycket trång passage mellan två stolpar - och fotografier av spår och skador - ger ändå ett resultat, som förklarar varför Renaultföraren körde ut i korsningen. Data redovisas nedan, genom hänvisningar till förundersökningsprotokollet (**FuP**) eller med gängse referenser till litteratur och webbsidor.

1 Övervärdering av kortfattat konsultyttrande

I telefonsamtal med mig 061127 framhöll forskningsingenjören Jan Wenäll (**JW**) vid VTI¹ att han var mycket förvånad över att domstolen hade gått så hårt på hans kortfattade yttrande, trots alla reservationer. Se Wenälls brev 2004-11-25, sid 6 i domen 2006-09-25 från Huddinge tingsrätt, och den intervjuformade utskriften av mitt samtal med JW i bilaga till detta yttrande.

Under vårt samtal framkom att Wenälls erfarenhet av fordonsskador vid sidokollisioner bygger på prov i VTIs krockhall, där den påkörande bilens fart aldrig varit högre än 55 km/h.

I dessa prov har oftast den påkörda bilen varit tyngre än den påkörande, vilket ger skador på den påkörande bilen, som motsvarar en högre fart mot en lika tung bil. Att exempelvis krocka i 55 km/h mot en tre gånger tyngre bil är likvärdigt med en krock i 83 km/h mot en lika tung bil². Huruvida Wenäll har tagit hänsyn till detta vid skadebedömningen framgår inte i hans yttrande.

En modern personbil, som krockar med en lika tung bil i det här aktuella fartområdet, kommer att få en stor del av sin deformationszon sammanpressad. Därför blir inte fordonsskadorna så mycket större när krockfarten ökar däröver. Passagerarkupén är så styv att plåtskadorna då endast ska öka marginellt. Skyddet mot inträngande våld prioriteras framför g-kraftsbegränsningen mot inre skador³.

¹ VTI, Väg- och transportforskningsinstitutet utreder olyckor på konsultbasis mot betalning enligt liknande taxa som hos privata företag.

² Strandberg L (1987). On the braking Safety of Articulated Heavy Freight Vehicles. Proceedings of the **OECD Symposium** on the Role of Heavy Freight Vehicles in Traffic Accidents, Montreal, Canada, April 28-30, 1987. VTI Särtryck 134. Se ekvation (1) och Fig.1 i källan.

³ Strandberg L (1995). Trafikolycka. **Nationalencyklopedin**. Här avser referensen det sista avsnittet, "Skaderisker".

Men Wenäll har inte reserverat sig specifikt mot att relativhastigheten mellan Opeln och Renaulten kan ha passerat denna mättnadsnivå när det gäller synliga plåtskador.

Det ter sig kanske märkligt att de i Opeln kunde krocka med (t.ex.) 110km/h utan svåra skador. Men eftersom Renaulten var lika tung och rörde sig vinkelrätt mot Opeln, blev fartändringen i Opeln inte större än vid en barriärkrock i (t.ex.) 55 km/h. Sådana frontala tester görs av Euro-NCAP⁴ i 64 km/h. För Opeln motsvarar Wenälls skattning (50-55 km/h) en frontalkrock mot barriär i 25-28 km/h.

I den avslutande meningen "gissar" Wenäll "att de båda fordonen har haft någorlunda samma hastighet". Detta är uppenbart fel och tyder på svagheter även i faktaunderlaget han har utgått från.

Sammantaget får dessa diskrepanser mig att undra vilken typ av hastighet Wenälls korta yttrande avser. Risken för missförstånd är överhängande, när ett så komplext problem avhandlas på en halv A4-sida. Har Wenäll kompenserat provfarten vid sidokrockar för massförhållandet mellan bilarna? Är hans skadeerfarenheter verkligen 'kalibrerade', så att han likställt provfarten vid påkörning front mot sida på en lika tung bil med barriärtester i halva farten? Då skulle han kanske ha använt och förklarat det nu väl etablerade branshbegreppet Energy Equivalent Speed, EES⁵, som syftar till entydighet vid rekonstruktioner av trafikolyckor.

Det förefaller inte orimligt att Wenäll har kopplat sina erfarenheter av krockskador till testernas EES-värden. Om han egentligen avser EES, motsvarar Wenälls 50-55 km/h en fart på 100-110 km/h för Opeln när den kör på Renaulten. Annars är formuleringen "att inget direkt tyder på hastigheter över 50-55" både anmärkningsvärd och olämplig, eftersom Wenäll säger sig sakna erfarenhet från högre sidokrockfarter.

Man kan inte begära att Huddinge tingsrätt skulle ha genomskådat sådana tvetydigheter. Men när de nu är presenterade, borde Wenälls yttrande lämnas därhän och vittnesuppgifterna tas mer på allvar.

2 ***Fartberäkning med vittnens minne av sin egen position och Opelns körtid***

På min inrådan återbesöktes olycksplatsen (26/11 och 27/11) 2006 av de två unga kvinnor, som blev vittnen till kollisionen, när de gick i Opelns körriktning på Kungenskurvaledens gångbana. De ombads nu att peka ut var de befann sig när Opeln passerade dem och rekapitulera hur lång tid det tog för bilen att färdas därifrån till krockplatsen.

Utöver informationen i vittnesförhören med kvinnorna enligt förundersökningsprotokollet (**FuP**) fick jag veta att de omedelbart efter kraschen släppte bärkassar och väskor vid den nämnda platsen och sprang till bilvraken. När de senare hämtade sina tillhörigheter, förstärktes deras minne av var de hade befunnit sig när Opeln passerade. Därför föreslog jag återbesök, och MV skjutsade dem dit.



Figur 1 Foton tagna 26/11 2006 av MV med mobiltelefon. Vittnena pekade då ut var de befann sig 23/6 2004, när Opeln passerade (åt vänster) cirka 120 meter och 3-4 sekunder före kollisionen med Renaulten.

Fotona från återbesöket i Figur 1 togs av MV med mobiltelefon och sändes till mig per MMS kl.22 söndag 26/11 2006. De visar på mittrefugen en lyktstolpe med en trafikdelarskylt och en orienteringsskylt bortom vägbanan. Stolpen återfinns på skalritningen (som jag fick från VV) över korsningen och på sid 64-66 i FuP, där orienteringstavlan på (Opelns) högra sida om vägen bekräftar att platsen är densamma som vid olyckstillfället. Även om själva korsningen byggts om till cirkulationsplats efter

⁴ Biltesterna i Euro-NCAP (European New Car Assessment Programme) beskrivs på <http://www.euroncap.com/>

⁵ Enligt Steffan m.fl. (1998) introducerade Burg & Zeidler (1980) EES-begreppet. "... the plastic deformation energy of the damaged car is expressed as a kinetic energy of the car with the virtual velocity value EES." <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/Esv/esv16/98S3P12.PDF>

olyckan, så tyder överensstämmelsen med fotona från 2004 på att skalritningen kan användas för att bestämma sträckan mellan vittnena och olyckskorsningen 040623. På skalritningen mätte jag upp avståndet 100 meter mellan den nämnda lyktstolpen och krockplatsen i korsningen.

Förutom bilderna i Figur 1 har jag per mobiltelefon fått veta av MV att lyktstolpen befinner sig 10 à 15 meter efter den plats som det första vittnet pekade ut för Opelpassagen 040623. Det vittne som skjutsades dit andra dagen (27/11) pekade ut en plats som låg 5-7 meter närmare lyktstolpen än vad första dagens vittne angav. Dessa uppgifter fick jag 061203 per telefon av MV. På bilderna i FuP (sid 64&66) förefaller det som om trafikdelarmärket (blått med vit pil nedåt höger) då var monterat på en egen stolpe 8 meter före lyktstolpen.

När den kolliderade med Renaulten hade alltså Opel'n färdats cirka 110 meter efter passagen av vittnena. Men om jag har sett fel på stolpar i de något otydliga MMS-fotona, så kan sträckan vara 8 meter längre. I så fall ska Opelns medelfart ökas med 7 procent i beräkningsresultaten nedan.

Trädet intill personen på MMS-fotona i Figur 1 har markerats med en spik, för att jag vid tillfälle ska kunna längdbestämma sträckan med mätjul el.dyl.

Genom att i minnet rekapitulera händelseförloppet och räkna 'ettusen ett', 'ett tusen två', etc kom vittnena fram till att tiden var 3-4 sekunder (vid det ena vittnets återbesök 26/11) respektive 3 sekunder (27/11). På den tiden tillryggalade Opel'n alltså cirka 110 m enligt ovan. Det motsvarar en medelfart på 99-132 km/h. ($110/4=27,5$ m/s=99 km/h, $110/3=36,7$ m/s=132 km/h)

Rimligtvis gick Opel'n ännu fortare när den passerade vittnena, även om inte föraren bromsade förrän i slutskedet. En skicklig förare som bromsar hårt i en personbil med bra däck och låsningsfria ABS-bromsar kan på torr asfalt få ned farten med nästan 30 km/h för varje sekunds bromsning.

Men Opel'n kan ha framförts med så hög fart förbi vittnena att inte ens en sådan fullbromsning med en alert förare skulle ha räckt för att få stopp före korsningen. Räknar man med en sekunds reaktionstid och en konstant retardation på 80% av tyngden (0,8g) så krävs nämligen 122 meter för att få stopp från 132 km/h. Som nämndes ovan torde Opelns fart vid vittnena ha varit ännu högre än den medelfart jag i detta stycke tog som exempel från det ena vittnets tidsuppgift.

Vittnenas minne av händelseförloppet torde vara väl etablerat. De förutsåg ju kollisionen och följde förloppet med skärpt uppmärksamhet när de märkte Opelns höga fart och såg att Renaulten var på väg in i korsningen.

Opelföraren tycks dock inte ha brytt sig om korsningen och Renaulten trots att två fotgängare på andra sidan om vägen upptäckte vad som höll på att hända.

Vittnena ombads också att rekapitulera Renaultens körning in i korsningen och räkna fram tiden på samma sätt från det att Renaulten stod (nästan) stilla tills krocken inträffade. Denna, här benämnda '**starttid**', uppskattade de till mellan två (2) och tre (3) sekunder. Framsätesspassageraren i Renaulten har tillfrågats på samma sätt och han uppgav 2,5 sekunder. Allt enligt min tolkning av telefonbesked från MV 061126. *Starttiden* används för att uppskatta Renaultens fart vid kollisionen enligt avsnitt 3.

3 **Ändring av rörelseriktning och hastighet genom kollisionen.**

Förhållandet mellan Opelns och Renaultens tyngdpunktshastigheter kan beräknas med hjälp av impulslagen från den klassiska mekaniken. Vi vet nämligen bilarnas massor och ungefär vilka kursvinklar bilarna hade före och efter kollisionen.

Före krocken var kurserna nästan vinkelräta mot varandra. Efter kollisionen har båda bilarna färdats över mittrefugen mellan trafikdelar- och belysningsstolpen (O resp P i Figur 2) inom en snäv vinkel från krockplatsen (A1-B1).

Renaulten tycks ha passerat mittrefugen utan att komma i kontakt med varken trafikdelarstolpen eller lyktstolpen nordost om korsningen. Jag kan nämligen inte se någon sådan skada på bilens högersida (FuP sid 50).

Vad Opel'n beträffar, så har den en inbuktning på höger bakdörr (FuP sid 61), som kan ha uppkommit mot lyktstolpen.

Med **impulsvinkeln** menar jag här vinkeln mellan Opelns kurs (tyngdpunktens rörelseriktning) före krocken och kursen för båda bilarnas gemensamma tyngdpunkt omedelbart efter stöten, d.v.s. vinkeln ϕ (uttalas fi) i Figur 2.

Impulsvinkeln kan skattas med hjälp av följande 'impulsekvation' från den Newtonska mekaniken, där hastigheterna (**v**) är vektorer med komponenter i X- och Y-led.

$$m_A v_{A1} + m_B v_{B1} = (m_A + m_B) v_2 \quad (1)$$

Här och i Figur 2 definieras dock riktningen för vektorn v_{A1} så att dess Y-komponent är noll.

Index A avser Opeln och index B Renaulten. Index 1 och 2 betecknar tidpunkterna omedelbart före respektive efter stöten. Eftersom bilarnas kurser före kollisionen var ungefär vinkelräta mot varandra och vikterna (massorna m)⁶ var ungefär lika stora, visar ekvationen att tangens eller cotangens för *impulsvinkeln* är ungefär lika med förhållandet mellan bilarnas fart omedelbart före kollisionen.

Om bilarnas massor är lika stora kan vi bilda kvoten mellan X- och Y-komponenterna för vektorn v_2 enligt följande enkla uttryck. Den kvoten är alltså identisk med cotangens för impulsvinkeln ϕ i Figur 2

$$\cot \phi \equiv \frac{v_{2X}}{v_{2Y}} = \frac{|v_{A1}| - |v_{B1}| \sin \psi}{|v_{B1}| \cos \psi} \quad (2)$$

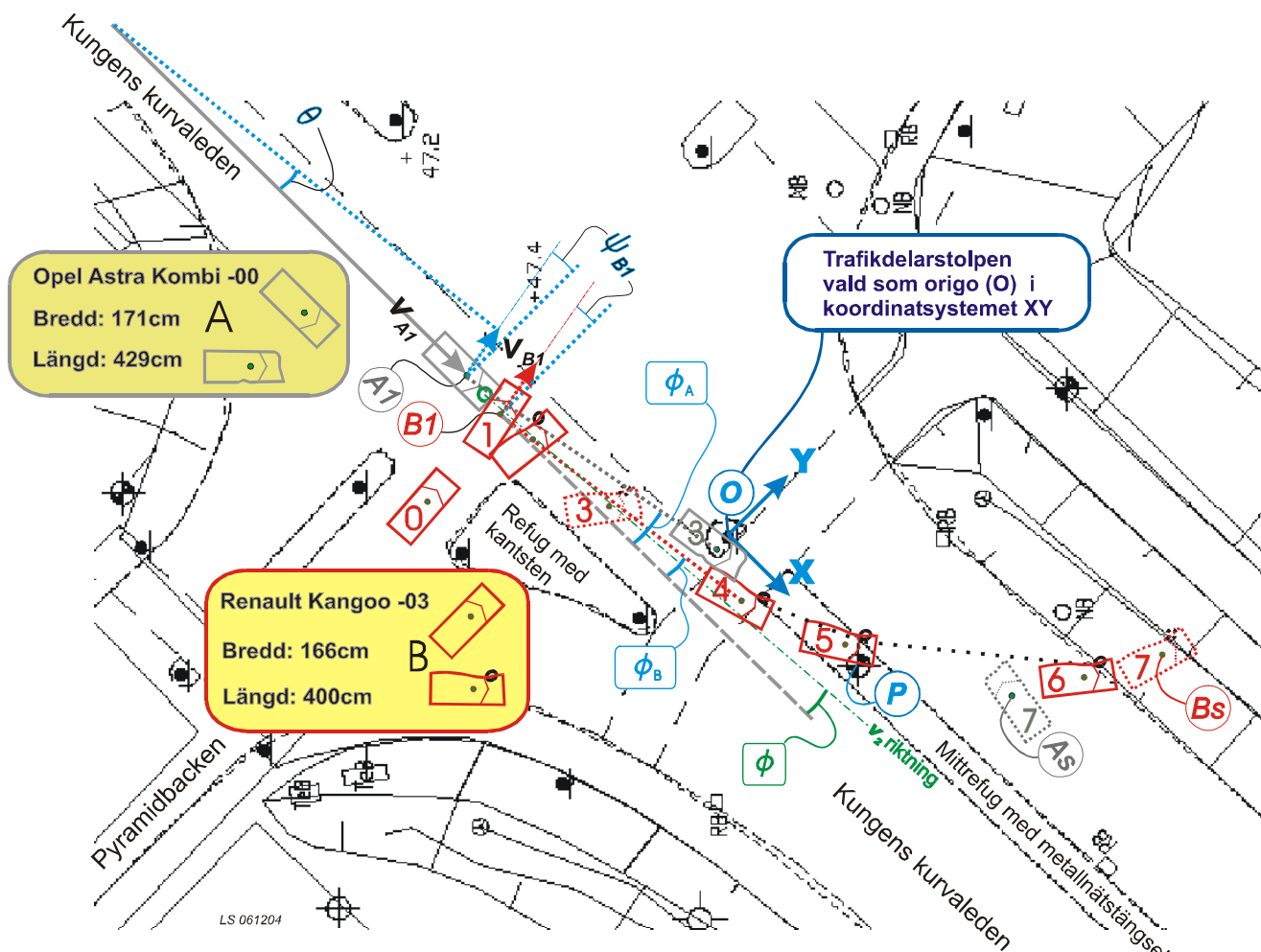
... eftersom koordinatsystemet har definierats så att v_{A1} antas sakna Y-komponent.

I ekvationen betecknar ψ (uttalas psi) kursvinkeln för Renaulten innan stöten.

Därur kan vi lösa farten för Opeln omedelbart före krocken:

$$|v_{A1}| = |v_{B1}| \cot \phi \cos \psi + |v_{B1}| \sin \psi \quad (3)$$

För små vinklar avviker cosinus så lite från 1,0 att andra termen i högerledet överkompenserar avvikelser. För att Opelns fart inte heller på detta sätt ska överskattas, antas här att $\psi = 0$.



Figur 2 Illustration av koordinatsystem (OXY), hastighetsvektorer (v) och deras relationer (θ , ϕ), Renaultens kursvinkel åt vänster (ψ) och av bilarnas läge i olika skeden ($A1$ & $B1$ omedelbart före krock till $A2$ & $B2$ efter stopp). Tre kända punkter (4 , 5 , 6) i spåret under Renaultens vänstra framhjul har förbundits med rätta linjer. Allt är inlagt på utsnitt från skalenlig ritning i elektroniskt storformat ($A1$) som täcker cirka 150 meter av Kungenskurvaleden åt vänster i figuren, d.v.s. även vittnespositionen enligt Figur 1. Stolpar vid O och P .

⁶ Tjänstevikten för Opel Astra Kombi -00 är 1200 kg och för Renault Kangoo -03 1180 kg enligt Teknikens Världs bilkatalog "Alla bilar" för 2000 resp 2003. Opel hade två passagerare och Renaulten hade tre. Därför antas här att massorna är lika stora ($m_A = m_B = m$). Eftersom Renaulten egentligen var något tyngre kommer Opelns fart därigenom att underskattas. Bilddata i Figur 2 från samma källa.

På flera foton i FuP framgår att Renaultens vänstra framdäck - och troligen vätska från motorrummet - har avsatt ett krökt spår över mittrefugen nära lyktstolpen. Spåret fortsätter snett över den motsatta körbanan tills bilen lämnar asfalten och stoppas av motslanten i diket.

Visserligen har själva korsningen nu byggts om till cirkulationsplats. Men det är ändå möjligt att ta fram relevanta mått för detta spår från en skalenlig ritning över korsningen, som VV försåg mig med - både elektroniskt och på papper i A1-format.

I kombination med enslinjer och olika detaljer på foton i FuP har jag fastställt X- och Y-koordinaterna för flera delar av Renaultspåret. Se lägena 4, 5 och 6 för den röda bil B i Figur 2. Då har jag också utgått från att avståndet mellan kantlinjerna på sid 65 i FuP är tre meter enligt standard för trafikmarkeringar (en meter vit linje och två meters mellanrum).

Sedan ger måtten på bilarna och avstånden på skalritningen de värden som behövs för att beräkna $\cot \phi$ i ekvationerna och för att få fram förhållandet mellan bilarnas respektive fart omedelbart före kollisionen.

Ju mindre impulsinkeln (ϕ i Figur 2) är, desto högre fart måste Opel ha hållit enligt impulslikvationen. För att inte överskatta Opelns fart räknar jag därför med att Renaultens tyngdpunkt rörde sig längs den rätta linjen, som är rödstreckad i Figur 2 - från kollisionplatsen (B1) till läge 3 där spåret från vänster framhjul börjar på mittrefugen.

Men som framgår av spåret på foton så rörde sig Renaulten längs en krökt bana (på grund av friktionskrafterna på däck). Bantangenten på kollisionplatsen måste då bilda en mindre vinkel med referenslinjen (grå streckad i Figur 2) än vad den nyssnämnda rödstreckade linjen gör (ϕ_B).

På samma sätt kan konstateras att bantangenten för Opelns tyngdpunktsrörelse måste bilda en mindre vinkel med referenslinjen än vad den rätta linjen gör från krockplatsen (A1) till Opelns läge 3 i Figur 2 (ϕ_A). Men för att inte heller här överskatta Opelns fart före krocken beräknar jag vinkeln utifrån den rätta linjen A1-3. Av samma skäl har jag antagit att Opel passerade trafikdelarstolpen med minsta möjliga marginal, d.v.s. med tyngdpunkten en halv bilbredd till höger om stolpen.

Medelvärde (ϕ_{AB}) av dessa två vinklar (ϕ_A och ϕ_B) blir min skattning av kursvinkeln för bilarnas gemensamma tyngdpunkt efter stöten, d.v.s. *impulsinkeln* ϕ i ekvationerna ovan.

Med hjälp av foton på FuP sid 67 och enslinjer från sid 65 (överförda till skalritningen) har jag mätt upp koordinaterna (X;Y) i meter för början och slut på det spår Renaulten avsatte på mittrefugen till (3,4;-1) resp (8,6;1). Dess tyngdpunktskoordinater är minst en halv bilbredd (0,88m) mindre i Y-led och högst en meter mindre i X-led. I syfte att återigen undvika överskattning av Opelns fart väljs dessa värden för att bestämma tyngdpunktskoordinaterna vid Renaultspårets början (läge 3 i Figur 2).

Det innebär alltså att $X_{B3} = 2,4$ och $Y_{B3} = -1,88$, båda angivna i meter.

Minsta möjliga marginal till trafikdelarstolpen för Opelns tyngdpunkt är en halv bilbredd plus stolpradien. Det ger $X_{A3} = 0$ och $Y_{A3} = -0,9$ (ca).

Olika alternativ för tyngdpunktskoordinaterna vid sammanstötningen kan därigenom provas.

För båda bilarna väljs först $Y_1 = -3,15$ m vilket motsvarar mitten av Opelns körfält.

X-koordinaten för Renaulten antas vara där nämnda körfältsmitt skärs av en cirkelbåge från mitten på Renaultens körfält till mitten på Opelns motgående körfält.

På ritningen mätte jag upp ett ungefärligt värde med $X_{B1} = -14$ m.

För Opel minskar jag värdet med Renaultens halva bredd (0,88 m) och 40% av Opelns längd (1,72 m), d.v.s. totalt 2,6 m.

Det ger alltså $X_{A1} = -16,6$ m.

För bilarna kan vi nu räkna ut tangens för deras individuella impulsinklar

$$\tan \phi_A = (3,15 - 0,9) / 16,6 = 0,1355 \text{ vilket motsvarar } \phi_A = 7,7 \text{ grader}$$

$$\tan \phi_B = (3,15 - 1,88) / 14 = 0,0907 \text{ vilket motsvarar } \phi_B = 5,18 \text{ grader}$$

Vinkelmedelvärdet blir $\phi_{AB} = 6,44$ grader, $\tan \phi_{AB} = 0,113$ och det inverterade värdet enligt ekvationerna ovan:

$$\cot \phi_{AB} = 1 / 0,113 = 8,84$$

På detta sätt kan Opelns fart före sammanstötningen alltså skattas till cirka nio gånger större än Renaultens. Då har jag gjort flera approximationer i minskande riktning.

Eftersom båda bilarna haft avdriftsvinklar, som fått dem att svänga vänster under färden från krockplatsen fram till mittrefugens stolpar, så är det fullt möjligt att deras gemensamma tyngdpunkt egentligen hade en bantangent på kollisionplatsen som pekade mer åt höger - till och med mer än den rätta linjen från B1 till Renaultens läge 3.

Det skulle innebära att $\phi < 5,18$ grader och att $\cot \phi > 11$, d.v.s. att Opel gick mer än elva gånger så fort som Renaulten.

Då blir frågan: Hur fort körde Renaulten?

Vid halt vinterväglag och med dåliga däck kan det tänkas att hjulspinn begränsar accelerationen till cirka 1 m/s^2 . Men på barmark är 2 m/s^2 och däröver mer vanligt. På de 2,5 sekunder som *starttiden* uppskattades till av vittnen (se avsnitt 2) kan bilen då komma upp i 5 m/s vilket motsvarar 18 km/h .

Man kan också uppskatta farten med hjälp av startsträckan och ekvationen (4) nedan. Minst en billängd (4 meter) måste Renaulten ha tillryggalagt när den blev påkörd. Med $S_B = 4 \text{ m}$ och $a_B = 2 \text{ m/s}^2$ blir $|v_{B1}| = 4 \text{ m/s}$ d.v.s. 14 km/h . Om man här minskar 'medelaccelerationen' till $1,5 \text{ m/s}^2$ blir $|v_{B1}| = 3,5 \text{ m/s}$ eller $12,5 \text{ km/h}$ vilket (med $\cot \phi_{AB} = 8,84$) ger en påkörningsfart för Opel'n på 110 km/h .

Andra kollisionspunkter och mer förfinade analyser kan prövas, men kantstenar och stolpar sätter snäva gränser och impulslagen är robust. Även enligt detta avsnitt förefaller det alltså som om Opel'n har framförts med så hög fart, att man omöjligt kunde passera säkert genom korsningen regelrätt och normalt för 50-begränsade vägar.

Trots att en viss inbromsning torde ha skett före kollisionen och trots att fler underskattande antaganden gjorts, tyder analysen på att **Opel'n inte kan ha gått mycket långsammare än 100 km/h ens vid själva kollisionen.**

4 Bilarnas uppbromsning efter kollisionen.

Eftersom bilarna väger ungefär lika mycket och eftersom vi antar vinkelräta kurser före krocken, blir deras gemensamma tyngdpunktshastighet omedelbart efter stöten halverad i båda kursriktningarna. Om Opel'n höll 110 km/h omedelbart före stöten och Renaulten 14 km/h vinkelrätt däremot, så rör sig alltså båda bilarnas gemensamma tyngdpunkt direkt efter stöten med ungefär 55 km/h i Kungens kurvaledens riktning och med 7 km/h från Pyramidbacken.

Innan de hunnit påverkas av yttre krafter (framför allt från vägbanan via däck) rör sig bilarnas individuella tyngdpunkter rätlinjigt enligt ovan. Om stöten är helt oelastisk har de i princip samma hastighet till en början. Den rotation omkring tyngdpunkten, som uppkommer p.g.a. att stöten inte var helt central för någon av bilarna, gör att Renaulten vrids sig medurs (åt höger) med större vinkelhastighet än Opel'n som torde gira något moturs (åt vänster) till en början.

Eftersom Renaulten stöts iväg med ungefär nittio graders avdriftsvinkel bromsas den troligen av däckens med större retardation än Opel'n, som torde rulla framåt med enbart framhjulen bromsade av den deformerade fronten. Opel'n kan därför passera Renaulten på dess vänstra sida.

När Opel'n kommer till mittrefugens urtag för övergångsstället mejar den ned stängslet med högersidan. Se skadorna på förundersökningsprotokollets (FuP) sid 60-61. Vittnena (se avsnitt 2) uppgav också att Opel'n sladdade runt när den hade mejat ner stängslet.

Då har Renaulten vridit sig så mycket medurs att den passerar över mittrefugen med fronten i rörelseriktningen. Spår av vätskor från motorrummet och från det snedslagna vänstra framhjulet (enligt FuP sid 57-59, 62, 65 och 67) visar att Renaultens högersida varit mycket nära lyktstolpen och kanske där fått backspegeln avslagen på den annars ganska intakta högersidan. I detta skede har bakhjulets stabiliserande moment fått girrörelsen från stöten att avstanna.

Eftersom framhjulets girande moment är försvagat genom det snedslagna vänsterhjulet klarar sig Renaulten över och förbi mittrefugen utan sladd.

Men när Opel'ns framhjul har kommit ned från mittrefugen och bakhjulen är avlastade av retardationen och ojämnheterna, kan bilen utsättas för ett stort vridande moment omkring tyngdpunkten. Om skadan på höger bakdörr (FuP sid 61) härrör från lyktstolpen (P i Figur 2), så kan stolpen ha ökat på kraftmomentet som får bilen att sladda runt. Genom sladden uppstår stora friktionskrafter på däckens så att retardationen blir påtaglig i slutskedet fram till stopp (vid A's enligt Figur 2).

Om alla dessa detaljer i beskrivningen av Opel'ns rotation efter kollisionen är korrekta eller inte, det spelar egentligen ingen större roll för fartberäkningen. Här handlar det enbart om translatorisk retardation (huvudsakligen i X-riktningen för Opel'n enligt Figur 2).

Renaulten passerar i en krökt bana bakom Opel'n och stoppas i diket av motslänthen.

Troligen har bromskrafterna på däckens och retardationen varierat under uppbromsningen - från små värden direkt efter stöten (när Renaulten träffas av den lägre Opel'n och lättar från marken) - till maximala värden för torr asfalt (cirka 80% av tyngden eller 8 m/s^2) när den sedan kasar på tvären efter 'landningen'.

Opel'ns retardation kan uppnå samma höga värde (8 m/s^2) i slutet av färden när den sladdar runt på den motsatta körbanan.

Under uppbromsningen efter kollisionen tillryggalade Renaulten 37 meter och Opel drygt 30 meter enligt uppgift från FuP sid 71 och enligt uppskattningar från ritning och fotografier i FuP. Opel stannade på vägbanan med hjälp av krafterna på däck. Den förlorade dock en del rörelseenergi när den mejade ned stängslet före lyktstolpen.

Om man bortser från nämnda energiförlust och antar att **Opelns rörelse** bromsats upp med konstant retardation (a), så ges farten (v i meter per sekund) omedelbart efter stöten av ekvationen

$$v^2 = 2aS \quad (4)$$

där S är bromssträckan i meter. Med $a=4\text{m/s}^2$ (hälften av typvärdet för fullbromsade hjul på torr asfalt) för Opelns $S_A = 30\text{m}$ ger ekvationen en tyngdpunktshastighet på 56 km/h (15,5 m/s) omedelbart efter stöten och en påkörningsfart på det dubbla, $|v_{A1}| = 112\text{ km/h}$.

För att ekvationen ska ge en påkörningsfart som är mindre än 100km/h ($|v_{A1}| < 27,8\text{ m/s}$) måste 'medelretardationen' a_A vara mindre än $3,2\text{ m/s}^2$ vilket förefaller lågt med tanke på att det ska innefatta energiförlusterna både mot stängslet och under rundsladdningen. Det stödjer övriga observationer att Opel har framförts med mer än 100 km/h även omedelbart innan kollisionen.

Renaultens rörelse stoppades av motslanten i diket (se FuP sid 57-58) med en restfart och -energi som nu torde vara mycket svår att bestämma. Det innebär att farten för Renaulten underskattas om den beräknas enligt ekvationen ovan. Visserligen torde Renaulten ha bromsats maximalt i början när den kasade på tvären (och troligen blev 'omkörd' av Opel). Men när den passerat mittrefugen, torde den ha rullat utan annat motstånd än det släpande vänstra framhjulet. Det är därför inte orimligt att Renaultens medelretardation var mindre än Opelns.

Om samma begynnelsehastighet (som ovan skattats för Opel, 56 km/h) skall erhållas med Renaultens $S_B = 37\text{m}$ krävs att $a_B=3,2\text{m/s}^2$ (detta baseras på att farten var försumbar efter 37 meter).

Värdenas storleksordningar matchar varandra och **även i detta avsnitt framtonar en bild av mycket hög fart hos Opel i storleksordningen 100 km/h och däröver.**

Lennart Strandberg

Professor emeritus, oberoende olycksutredare

CV, publikationer, m.m. på Internet via www.stop.se/lennarts/ eller www.liu.se/vidi/lennarts/

BILAGA 1

Referat från telesamtal måndag 061127 16:40-17:05 ca mellan Lennart Strandberg (LS), uppringande, och Jan Wenäll (JW), VTI, 013-204373.

Inledningsvis förklarade jag (LS) för Jan Wenäll att jag hade engagerats i utredningen av dödsolyckan 040623, där en Renault blev påkörd i sidan av en Opel. Några gånger under samtalet preciserade jag mina frågor med formuleringar ur det brev som JW skrev 041125 till polismyndigheten i Huddinge för deras diarienummer T24034-04.

Frågorna och svaren nedan är inte sorterade kronologiskt enligt telesamtalet.
Formuleringarna är mina (LS) sammanfattningar av vad som sades och inte nödvändigtvis ordagranna citat.

LS1: Vilket underlag fick du från kollisionen mellan Opeln och Renaulten?

JW1: Några foton på bilarna och en skiss utan mått, där bilarnas slutposition såg ut att vara ungefär 45 grader från krockplatsen. Eftersom jag inte visste om skissen var skalenlig med korrekta proportioner skrev jag att "Jag gissar" och man "kan anta att de båda fordonen har haft *någorlunda* samma hastighet."
Det var ju inte orimligt att Renaulten gjorde en rivstart och hann upp i 50 km/h samtidigt som Opeln bromsade ned till samma fart omedelbart före krocken.
Men då hade jag ingen uppgift om det nedkörda stängslet och visste inget om hur fordonen hade rört sig från krockplatsen till slutpositionen.
Dessutom hade jag fått intrycket att jag borde dämpa den överdrift som jag anade av polisens inledande samtal, när han sade något om att 'dom körde väl i 180 km/h'. Därför 'skrev jag ned' hastigheten.
Jfr citat ur JW brev 041125:
"Jag är övertygad om att de flesta blir förvånade om jag påstår att inget direkt tyder på hastigheter över 50-55 km/h på något av fordonen."

LS2: Hur tycker du att ditt brev till polismyndigheten beaktas i domen?

JW2: Jag tycker det är konstigt att domstolen har gått så hårt på mitt yttrande. Mina formuleringar var ju så vaga och reservationsfyllda. I den begränsade information jag hade om olyckan saknades upplysningar som jag har fått ta del av i efterhand. När det gäller vittnesuppgifterna om Opeln hastighet anser jag att jag inte ska ta hänsyn till dem. Det är domstolens sak att väga dem mot mina formuleringar. Men, återigen, jag är förvånad att mitt yttrande då fick så stor tyngd, trots mina reservationer och ordval.

LS3: Hur har bilarna stått vid era sidokrocktester?

JW3: Vi har kört frontalkrockar offset med båda bilarna i rörelse mot varandra ute på gården.
Sidokrockarna har gjorts inomhus i hallen med den påkörda bilen uppställd ca 15-20 meter före barriären med en samling gummidäck emellan.
Vid påkörningen stöts den påkörda bilen iväg på tvären mot däcksamlingen. När den påkörande bilen kommer dit, uppstår en andra sammanstötning, men då har farten minskat så mycket att skadorna knappast blir större.

LS4: Har bilarna haft lika stor massa (vikt) vid era sidokrocktester?

JW4: Nej, för det mesta har den påkörda bilen varit tyngre.

LS5: Vilka farter har den påkörande bilen haft vid era sidokrocktester?

JW5: Upp till 50 å 55 km/h.

LS6: Är det alltså OK om jag meddelar att din erfarenhet av bilskador i sidokrockar bygger på tester i VTIs krockhall där den påkörande bilens fart vid sammanstötningen har varit högst 55 km/h?

JW6: Ja.

LS7: Har du försökt beräkna farten med stötmekaniska eller fordonsdynamiska analyser?

JW7: Nej, som du vet tillhör det inte mitt kompetensområde. Men Mattias Hjort är nog intresserad. Han har varit anställd några år i samma grupp som Staffan Nordmark.

LS förtydligande: Staffan Nordmark var min samarbetspartner i sådana analyser när jag var anställd vid VTI på 1970-talet.