



www.stop.se

# Analys av trafikolycka 29/7 2005 på Rv 90 vid Lesjön

av Lennart Strandberg, professor (emeritus) i färdssäkerhet, Linköpings universitet

Referenser och noter numreras med upphöjda siffror<sup>1-5</sup>. De listas på sista sidan.

## 1 Utredarens CV och ämnesområdet

**2000-** Undertecknad, Lennart Strandberg, är professor (emeritus) i färdssäkerhet vid Linköpings universitet (**LiU**)<sup>1</sup> och tekniska högskola, institutionen för teknik och naturvetenskap. Professuren vid LiU tillträdde jag år 2000 och 2005-11-01 lämnade jag anställningen med pension. **2005-** Enligt praxis och avtal behåller jag som professor emeritus mina professionella LiU-kontakter som egenföretagare via den enskilda firman STrandbergs OlycksPrevention, som bl.a. utreder trafikolyckor på uppdrag av olika parter. Mer detaljerad CV med publikationer etc kan nås via [www.stop.se/lennarts/](http://www.stop.se/lennarts/) eller via [www.liu.se/vidi/lennarts/](http://www.liu.se/vidi/lennarts/)

**1977-2000** var jag anställd som laborator och professor i teknisk olycksfallsforskning vid dåvarande Arbetarskyddsstyrelsens Arbetsmedicinska avdelning i Solna.

Under två perioder (**1970-1977**, 1983-1994) tjänstgjorde jag vid statens väg- och trafikinstitut, **VTT**<sup>2</sup>, senast i Linköping som forskningsledare. Min akademiska utgångspunkt är civilingenjörsexamen (flygteknik, KTH **1969**) kompletterad med bl.a. betyg i psykologi.

**Praktisk erfarenhet** från bilkörning med egna avåkningar, krascher och avvärjda olyckstillbud har jag ackumulerat sedan tiden som tävlingsförare i svenska eliten på 1960-talet och fyllt på mer systematiskt i FoU-projekt med förare- och fordonstester sedan 1970.

**Analys av olycksförlopp** och utveckling av preventiva åtgärder har alltid varit en viktig del av min yrkesverksamhet. Då har försämrat sidgrepp hos bilar bakdäck - liksom här - visat sig ligga bakom många olyckor, som har skyllts på föraren i okunskap om detta komplexa stabilitetsproblem. Se bl.a. mina artiklar *kursstabilitet* och *trafikolycka* i **Nationalencyklopedin**<sup>3</sup>.

## 2 Trafikolyckan. Tvisten med försäkringsbolaget. Uppdraget.

På uppdrag av advokat Lars Ekman (**LE**) har jag analyserat fakta bakom trafikolyckan den 29 juni 2005 på riksväg 90. I riktning mot Bollstabruk direkt efter en högerkurva vid Lesjön körde då den tvåsitsiga personbilen FME 576 av vägen ned i höger dike, stötte mot några träd, voltade och hamnade på taket i en vattensamling med fronten mot körriktningen. Bilen var av märket Ferrari med små utrymningsmöjligheter och började brinna. Trots detta lyckades både passageraren och föraren (med initialerna **TW**) ta sig ur utan svårare personskador.

Föraren, **TW**<sup>4</sup>, som också äger bilen, åtalades för vårdslöshet i trafik, men friades 4 maj 2006 av Ångermanlands tingsrätt enligt dom B 364-06. Jag hade då vittnat per telefon med stöd av bilder, som delades ut i huvudförhandlingen 25 april 2006. Se bilaga A<sup>5</sup>. Där framgår bl.a. att vägsträckans fartgräns var 90 km/tim före 1999.

Ferrarbilen var försäkrad i Länsförsäkringar Västernorrland (**LfVn**). Enligt deras skrivelser 2005-09-26 och 2006-06-09 vägrar dock **LfVn** att betala någon ersättning:

*"Länsförsäkringar anser att du, genom att ha framfört bilen på en s.k. 70-väg i minst 148 km/tim då situationen uppstod, framkallat skadan (försäkringsfallet) genom grov vårdslöshet."* (**LfVn** brev 2005-09-26 till **TW**)

**LfVn** hänvisar till en rapport av H **Nesmark** (2005)<sup>6</sup> från ingenjörsfirman **Rekon** i Norge. Nesmark har försökt rekonstruera olycksförloppet med en norsk version av datorprogrammet **PC-Crash**<sup>7</sup> och hävdar att bilens fart var minst 148 kilometer i timmen (km/h) när situationen uppstod och minst 135 km/h när bilen lämnade vägen

I flera andra rättsfall har jag funnit både **Rekon**<sup>8</sup> och **PC-Crash** figurera i rekonstruktioner, där man har ignorerat relevanta spår på olycksplats och -fordon.

Därför utökades mitt uppdrag till att personligen granska bilvraket och olycksplatsen samt att kontrollera och komplettera Nesmarks rapport med egna mätningar och analyser. Att det var befogat illustreras bl.a. av Figur 1 & Figur 2.



**Figur 1** Enligt Nesmark<sup>6</sup> sladdade bilen av vägen i minst 135 km/h med högerhjulen nära kantlinjerna **5&7 (K5&K7)** mot **vita trädet C**. Men mina fynd omkring **trädet T** i höger bildkant visar på en så tvär gir att Nesmarks överdrivna fartuppgift och rekonstruktion helt falsifieras. **Foto nr 1288 (obeskuret och med större upplösning i Bilaga B<sup>14</sup>).**



**Figur 2** Inpressat grus och asfaltkantjack i vänster bakhjul visar att däckets var så gott som punkterat då det sladdade av asfalten. Nesmark<sup>6</sup> bortser helt även från detta fynd. **Foto nr 1135 i Bilaga B<sup>14</sup>, se även 1187 m.fl.**

## Sammanfattande bedömning av Nesmarks rapport - tvistens grund.

### Översikt av innehåll i kapitlen 4-9 nedan

Nesmarks rekonstruktion<sup>6</sup> innehåller så många oklarheter, utelämnade fakta, orealistiska antaganden och märkliga resonemang att jag tveklöst skulle underkänna den, om den hade varit ett elevarbete i någon av mina kurser vid Linköpings universitet och tekniska högskola. Överst på första sidan uppges den ändå innehålla "*tekniske analyser*" från ett professionellt konsultföretag, "*Ingenjörsfirmaet REKON*".

Denna diskrepans mellan yta och innehåll i Nesmarks rapport<sup>6</sup> torde vara svår att upptäcka och värdera för läsare med kärnkompetens inom andra områden än det teknikvetenskapliga. Därför ägnar jag här större utrymme åt Nesmarks redovisning än vad den annars skulle förtjäna. Se särskilt **kapitlen 4, 7 och 8 nedan**.

Att påvisa fundamentala missförstånd och förbiseenden i Nesmarks rekonstruktion är också viktigt för att skona alla berörda från sådana resursslukande förseningar, som jag har erfarit i andra rättsfall där man inte tidigt har genomskådats konsultens övertro på sin förmåga att utnyttja PC-Crash för slutsatser om verkliga olycksförlopp.

Men egentligen räcker det med enkla fakta för att trefaldigt falsifiera fartöverdriften i Nesmarks slutsats: "*Ferrarien hade minimum 148 km/h da situasjonen oppstod. Den hadde minimum 135 km/h da den forlot vägen.*" (sid 10)<sup>6</sup>

- Med ett punkterat däck på kurvans utsida är det fordonstekniskt och väggeometriskt omöjligt att i Nesmarks höga fart svänga så tvärt att bilen kör av på kurvans insida och når in till trädet *T* (Figur 1, Figur 4).  
Se **kapitlen 8.1 - 8.4**
- Deformationen av energiupptagande material i **bilen** motsvarar betydligt mindre fartändring mot barriär än de cirka 80 km/h, som Nesmark (sid 2)<sup>6</sup> vill "*fastställa EES-värdena*" till efter en egen "*forsiktig vurdering*". Även om den rörelseenergin skulle ha fördelats jämnt på de tre kollisioner "*med traer i diket*" som Nesmark visar upp från sin animering, så torde svåra **personskador** ha uppstått. Var och en av dessa krockar motsvarar ett totalstopp mot träd från 46 km/h ( $80^2 = 3 \times 46^2$ ). Se **kapitel 8.5**.
- Förutom genom nyssnämnda krockar bromsas bilen upp av friktionskrafter längs de cirka 60 meter som den färdats i diket enligt Nesmarks Illustration 10<sup>6</sup>. För att ta hand om rörelseenergin från Nesmarks påstådda avåkningsfart ("*minimum 135 km/h*") krävs då en friktionskoefficient som vida överstiger vad ett slätt bilunderrede och breda, delvis obromsade, däck kan uppnå mot vått gräs. Se **kapitel 6 och 8.6**.

Att Nesmark har kommit med dessa fartöverdrifter torde ha sin grund i att han inte har uppmärksammat varken punkteringen (Figur 2, Figur 8) eller fynden vid och efter trädet *T* (Figur 1, Figur 4).

Min analys har kunnat stödja sig på dessa observationer och sammanfattas här i **kapitel 5-6**.

En första översikt kan erhållas genom text och bild i figurerna. Mina slutsatser redovisas i **kapitel 9**.

## 3 Analysetapper

Kronologiskt började mitt analysarbete med

- ... faktainsamling och granskning av tillgänglig dokumentation (bl.a. Nesmarks rapport<sup>6</sup>) och
- ... intervju av föraren (*TW*<sup>4</sup>) i ett flera timmar långt personligt samtal.

Med denna utgångspunkt

- ... redogjorde jag för andra riskfaktorer och händelseförlopp, som var mer troliga förklaringar till avkörningen än hög fart.

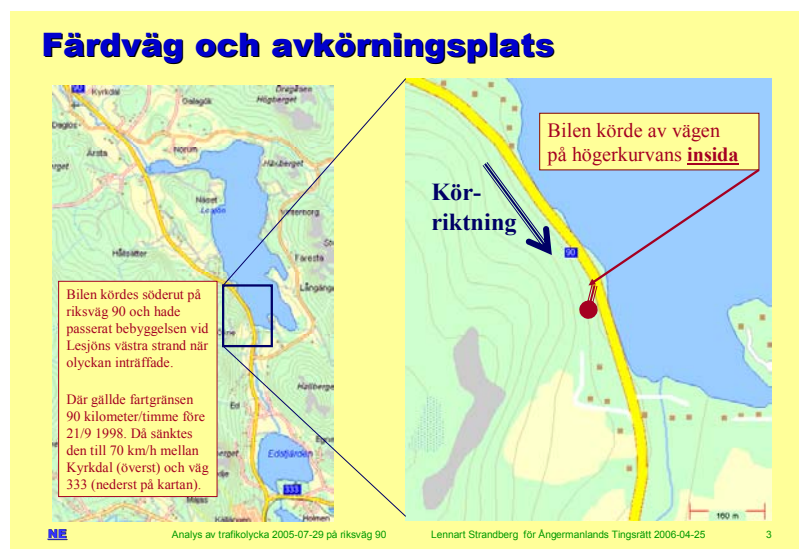
Efter dessa två analysetapper friades *TW* av Ångermanlands tingsrätt från ett åtal för vårdslöshet i trafik (dom B 364-06).

Jag hade då vittnat per telefon med stöd av projektionsbilder, som delades ut på papper i huvudförhandlingen 25 april 2006. De fanns också allmänt tillgängliga på [www.stop.se/utred/](http://www.stop.se/utred/) enligt bilaga A<sup>5</sup>.

I brev 9/6 2006 till *LE* vidhöll emellertid *LfVn* sin ståndpunkt enligt skrivelsen 26/9 2005 och fortsatte vägra betala ut ersättning till *TW* för den havererade bilen.

Jag ombads därför att

- ... personligen undersöka olycksplatsen och bilvraket för att ta fram uppgifter, som Nesmark inte redovisat i sin rapport - trots att de är nödvändiga för att verifiera hans resultat och slutsatser. Vägens och diket topografi kartlades med ett laserinstrument. Kurvradien skattades med avståndsmätningar och beräkning enligt kordatsatsen. Kurvans krökning kontrollerades också genom att mäta sidaccelerationen vid körning genom kurvan i



Figur 3 Olycksplatsens läge norr om Kramfors. Har också lagts ut på Internet<sup>5</sup>.



cirka 70 km/tim. Samtidigt videofilmade jag genom vindrutan för att kunna förmedla en visuell uppfattning om tidsförloppet via Internet. Webbadress till videon och länksidor finns i slutnot<sup>9</sup>.

Plats- och fordonsundersökningen gjordes huvudsakligen i dagsljus 4-6 oktober 2006. I slutet av den tid jag ursprungligen hade satt av för detta (5 oktober) upptäckte jag en del från olycksbilens front vid ett **barkskadat träd (T)** i Figur 1 och Figur 4), som tycks ha undgått både föraren TW och rekonstruktören Nesmark.



**Figur 4** Det barkskadade trädet (T) där jag upptäckte en delvis övervuxen del (N) från olycksbilens högra front. Här mäts marknivån med mättstock för laserplan enligt Figur 1. [Foto nr1284]<sup>14</sup>



**Figur 5** Olycksbilens fronskada, vars ursprung ej förklaras i rapporten<sup>6</sup> av Nesmark. Den tvära sväng som krävs för att nå trädet T (enligt Figur 4 och Figur 1) är ogenomförbar med de höga avåkingsfarter, som Nesmark utgått från. Inte ens föraren TW hade kopplat fronskadan till trädet T, när han visade mig olycksplatsen 4-5 oktober 2006.

Detta öppnade för

**(4)** ... en naturlagsenlig och faktabaserad rekonstruktion, där alla fynd och observationer visade sig passa in.

Under nyssnämnda analyssteg upptäckte jag motsägelser och märkliga förfaranden i Nesmarks rekonstruktion. Genom andra uppdrag fick jag samtidigt kännedom om flera användare av PC-Crash. Granskning av några sådana rapporter och kollegiala samtal med LiU-anknutna PC-Crashanvändare gav ett bestämt intryck av stor kompetensspridning.

Vissa konsulter tycks underskatta programmets komplexitet och utnyttjar det schablonmässigt även för singelolyckor, vilket är olämpligt enligt en disputerad analytiker vid ett välrenommerat konsultföretag (ERAB)<sup>10</sup>, som uppges ha undersökt ett tjugotal trafikskador åt försäkringsbolag under 2006. ERAB har licens för PC-Crash, men är också utbildare och supportgivare för mer komplexa program.

Indikationerna på missbruk av PC-Crash fick mig att kontakta programkonstruktören, professor Hermann Steffan, och hans licensgivande företag ([www.dsd.at](http://www.dsd.at)) i Österrike. Efter studium av en demoversion<sup>7</sup> på DVD från Österrike, förberedande mailkontakter och ett 40 minuter långt telesamtal (10/4 2007) från professor Steffan avser jag att själv börja arbeta med PC-Crash och dess tilläggsmoduler.

Därför bör jag snart ytterligare kunna

**(5)** ... precisera kritiken mot flera delar av Nesmarks rekonstruktion. Förhoppningsvis kan detta i fortsättningen även hjälpa *LfVn* och *Rekon* att undvika liknande misstag med underskattning av PC-Crashprogrammets komplexitet och kompetenskrav.

## 4 Naturlagar, fordonsdynamik och transparens vid olycksrekonstruktion

Under mitt analysarbete framkom ett antal inkonsistenser i Nesmarks rekonstruktion, som från början går vilse genom att missa såväl punkteringen (Figur 2, Figur 8) som den första sammanstötningen med träd i diket (Figur 1, Figur 4). Detta och andra erfarenheter av Rekons arbetssätt behandlas nedan i kapitlen 7&8. Några av misstagen är dock så allvarliga att det förefaller meningslöst att nu kommentera Nesmarks rapport så detaljerat som jag avsåg då data samlades in.

För att inte befästa Nesmarks utomvetenskapliga resonemang och fyndmotsägende beskrivningar av olycksförloppet, börjar jag redovisningen med min egen rekonstruktion. Detta behövs också för att förklara några fundamentala begrepp inom fordonsdynamiken, som Nesmark undviker eller beskriver på ett mångtydigt sätt utan vedertagen terminologi.

Centralt för detta olycksförlopp är att alla bilar kan förlora kursstabiliteten<sup>3</sup> och sladda av vägen även mitt på en raksträcka - trots att föraren styr för att följa vägen. Men Nesmark formulerar sig som om bakvagnssladd kan uppkomma enbart på grund av förarens beteende och inte har något att göra med skillnader i sidgrepp<sup>3</sup> mellan bilens fram- och bakdäck. Han framställer bilen som en enda punktmassa och inte som en farkost med fyra hjul, som kan ha olika friktionsegenskaper:

"Friktionskoefficienten er satt til 0,8." (sid 6)<sup>6</sup>

Instabilitet kan förklaras och kvantifieras<sup>11, 12</sup>, om man känner till att ett rullande hjul måste vridas till en viss avdriftsvinkel (slipvinkel) för att det ska kunna ge de sidkrafter<sup>3</sup> som behövs för bilens kurshållning. Men Nesmark påstår att man kan köra genom kurvan utan avdrift<sup>3</sup> ("slipp") i 150 km/h:

"Ut fra kurvans kurvatur skal den kunne gjenomkjøres uten slipp i ca 150 km/h dersom kurven følges." (sid 6)<sup>6</sup>

I stället för att förklara sladdspåren med hjälp av avdriftsvinkelbegreppet, hänvisar Nesmark till sitt datorprogram, PC-Crash<sup>7</sup>, som kräver både licens med hårdvarulås (kostar över 30 000 kronor) och speciell kompetens. Rekon har tydligen licens, men ställer inte självmant programmet till motpartens förfogande för validering och kontroll på det sätt som är brukligt i teknikvetenskapliga fora. Där sätter man ingen tilltro till rapporter, som inte kan kontrolleras varken med åberopade datorprogram eller via referenser till naturlagar och expertgodkänd facklitteratur.

Bristen på transparens och spårbarhet i Nesmarks rapport gör att resultaten inte kan kontrolleras utan tidsödande gissningar, hypotesprövningar och beräkningar, som blir kostsamma för den betalande parten. Nesmark redovisar inte ens hur han har delat upp sina subjektiva skattningar av krockenergifarter (EES-värden) eller andra parametrar och begynnelsevärden, som PC-Crash kan leverera i standardiserade datautskrifter.

På detta sätt har försäkringsbolags konsulter (inklusive Rekon) agerat tidigare i flera omgångar. Se också kapitel 7. Här försöker jag därför minska skälen för liknande resursslöseri genom att ge referenser i noter och tekniska detaljer i finstilt text, där resonemanget bygger på fordonsdynamiska och teknikvetenskapliga analyser.

## 5 Faktabaserad rekonstruktion av vägavkörningen

- När TW på kvällen 29/7 2005 närmar sig terrängöppningen vid Lesjön har han inte observerat att vänster bakdäck har alldeles för lågt lufttryck. Liksom många andra förare med lågprofildäck är han omedveten om att det inte syns när bilen står stilla<sup>13</sup>. Vid mitt besök visade inte ens de mindre extrema framdäcken någon tendens att sjunka ihop när trycket sänktes mot noll. Se bilaga B<sup>14</sup>, nr 1205-1215, med ringtrycket skyltat i tiondels bar.
- När bilen har passerat bebyggelsen, växlar TW ned till 2:an så att motorvarvet går upp. Han trycker ned sidorutorna för att hans passagerare ska höra ljudet från Ferrarimotorn eka mot höjden ut över Lesjön.
- På 2:ans växel gör motorns övervarvsskydd att **bilens hastighet inte kan överskrida 116 km/h** (bilaga A<sup>5</sup>, bild 4).
- Bakom krönet skymtar Lesjön på utsidan av högerkurvan (bilaga B<sup>14</sup>, nr 1273).
- På krönet mitt i kurvan släpper TW upp gaspedalen inför den följande nedförsbacken (Figur 6, Figur 7) (4 procents längslutning cirka 50 meter före aväkningsområdet enligt mina lasermätningar).
- Motorljudet ändrar karaktär i ekot från berget ut mot Lesjön, men bakvagnssladden märks inte ännu.
- När föraren har släppt upp gaspedalen på tvåans växel blir bromskraften stor enbart på drivhjulen, som sitter bak på denna bil. En stor del av väggreppet går då åt till bakhjulens bromsning och alltför lite blir kvar till stabiliserande sidkrafter. Det kan få samma effekt som om föraren skulle dra i handbromsen för att vända bilen. Riskerna med överbromsade bakhjul har jag påtalat sedan 1980-talet i massmedia<sup>15</sup> och analyserat genom forskningsprojekt<sup>16</sup> i samarbete med Svensk Bilprovning, vars tidigare kvalitetschef påminde om problemet i en debattartikel<sup>17</sup> som vi skrev tillsammans 2006.
- Vägojämnheter (bilaga B<sup>14</sup>, 1274-1276), den abrupt minskade bankningen (från 8% tvärlutning mitt i kurvan enligt mina lasermätningar), lastöverflyttningen till det kurvyttre punkterade hjulet och motorbromsningen minskar nu sidgreppet<sup>3</sup> på bakhjulen, så att bilen blir instabil och börjar sladda med bakvagnen (svänga av sig själv).
- Det låga ringtrycket (punkteringen) vänster bak innebär att bakhjulens sammanlagda sidgrepp<sup>3</sup> minskar drastiskt vid motorbromsningen. De mer belastade vänsterhjulen ska ju normalt ge ett större bidrag till sidkraften i högerkurvor. Det innebär också att de avsätter tydligare spår än högerhjulen när bilen sladdar.



**Figur 6** Kurvan sedd mot olycksbilens körriktning. I kurvans tväraste del (bortom mätkarlen på bilden) var tvärlutningen cirka 8 procent. I bildens nedre vänstra hörn börjar infartsvägen i förgrunden av Figur 7. [Foto nr 1180 i bildbilagan]<sup>14</sup>



**Figur 7** Kurvutgången i olycksbilens körriktning. Röda sifferskyltar vid aväkningsplatsen. Se också Illustration 5 i Nesmarks rapport. I bildens vänsterkant syns en ganska abrupt förändring i vägbanans lutning, som kan ha råkat samverka med motorbromsningen och punkteringen, så att bredsladden förvärrades. [Foto nr 1279]<sup>14</sup>



**B2** (överst i Figur 9) När bakhjulets avdriftsvinkel har blivit tillräckligt stor för att det deformerade vänsterhjulet ska avsätta synliga spår på asfalten har *TW* börjat vrida ratten åt vänster för att parera sladden. Hur (mycket) han styrt (emot) vet vi inte. Därför har styrvinkeln ritats som noll i figurens alla lägen.

Bilens tyngdpunkt (masscentrum) rör sig nu mot diket enligt den streckade gröna linjen B2- B3. Bilens symmetriplan har girat ännu mer medurs och bildar en vinkel med sladdspåret under vänster bakhjul, som är ungefär lika stor som detta bakhjuls avdriftsvinkel.

**B3** Nu räcker förarens rattparering åt vänster inte längre för att hålla nere framhjulets avdriftsvinkel och deras sladdförvärrande girmoment (medurs). Sidkrafterna på vänster framhjul blir så stora att däckets gummi börjar rita ett eget sladdspår på asfalten.

Ungefär samtidigt lämnar höger framhjul asfalten och befinner sig i luften en stund. Därigenom minskar både det medursgirande vridmomentet och de totala sidkrafterna som däckerna kan åstadkomma för att hålla tyngdpunkten i en krökt bana. Bilens girvinkelhastighet och sidacceleration minskar.

**B4** Båda framhjulen lämnar nu vägbanan vilket bekräftas av parallella skrapspår (troligen från underredet) som jag observerade i asfalten före och intill kantlinjen K7.

Se Figur 1 (och nr 1169 i bilaga B<sup>14</sup>).

**B5** Om de "inmätade" sladdspåren på sid 9 i Nesmarks rapport är korrekt ritade, så måste vänster bakhjul ha befunnit sig på vägbanan fram till denna position. Oavsett vid vilken kantlinje det sladdar mot asfaltkanten, uppstår då jacket i fälgen enligt Figur 2 och Figur 8.

Se också de (av REKON?) gulsprejade strecken vid kantlinjerna K5, K7, K10 i Figur 1 (eller foto nr 1223-1229<sup>14</sup>).



**Figur 8** Olycksbilens vänstra bakhjul med slitagejacket i fälgen och inklämt grus, som torde härröra från moment B5 i Figur 9 - när punkteringen gör att däcksidan ger vika så att fälgen slipas ur mot asfaltkanten och grus från vägbanken kläms in i hjulet. Den stora avdriftsvinkeln (>45° enligt Figur 9) bekräftas av jacketets form. [1137]<sup>14</sup>

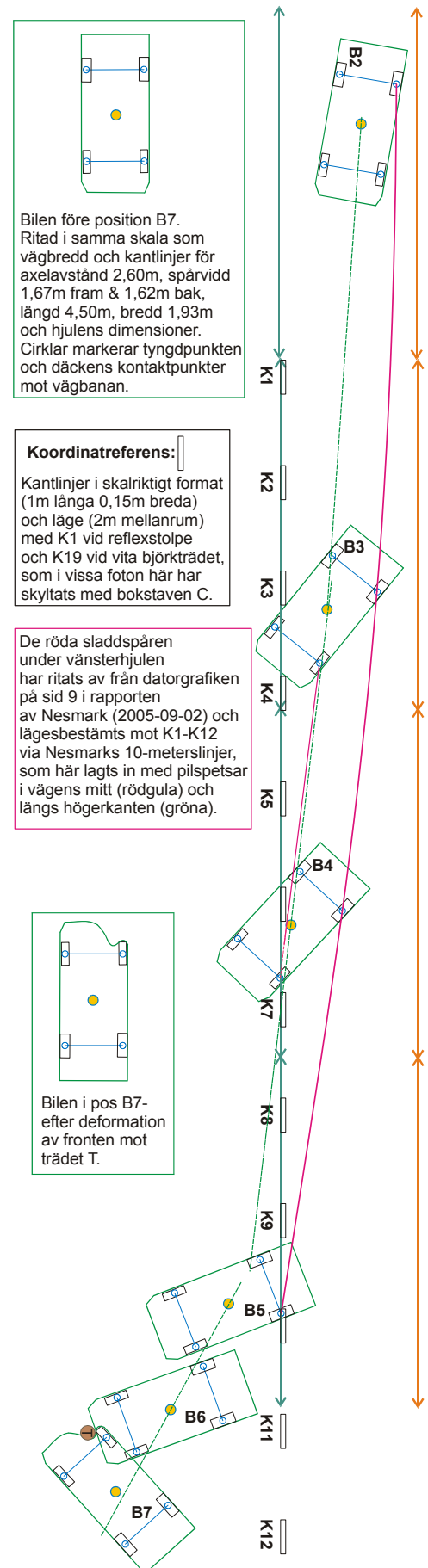
**B6** Skador i bilens högra frontparti (Figur 5) uppkommer nu vid krocken med trädet *T* (Figur 4). För att bilen överhuvud taget ska nå fram till trädet måste tyngdpunktens rörelseriktning dessförinnan ha ändrats så mycket och på så kort sträcka att **avåkningsfarten inte kan ha varit över 90 km/h.**

Förutsatt att sladdspåren från Nesmark (sid 9)<sup>6</sup> är korrekt ritade, kan krökningsradien för tyngdpunktstrajektorian bestämmas geometriskt med hjälp av kordatsatsen. En cirkelbåge genom tyngdpunktslägena B4, B5, B6 (i Figur 9 härintill) får då så liten radie att bilen inte kan ha gått fortare än 90 km/h vid avåkningsfarten. För att ge tyngdpunkten den centripetalacceleration, som radien erfordrar vid 90 km/h, måste nämligen sidkrafterna vara så stora att bilen skulle riskera att välta när hjulen skär ned i jorden (vilket krävs för att uppnå sådana sidkraftsnivåer på vått gräsunderlag). Den stora avdriftsvinkeln innebär att endast en del av sidkrafterna blir centripetala (accelerationskomponenterna kan definieras genom tidsderivering av tyngdpunktens Ortsvektor, se Strandberg, 1983<sup>18</sup>).

**B7-** När trädet *T* tränger in i bilens högra frontparti, utlöses krockkudden på passagerarsidan. Föraren minns detta särskilt, eftersom hans krockkudde i ratten inte blåstes upp då. Detta tyder på att farten inte ändrades så mycket vid denna kollision.

Tyngdpunktens *rörelseriktning* ändras men inte så abrupt, eftersom bilen roterar lätt omkring trädstammen när bakhjulen är upplyfta av stötens impulsmoment.

Bilen fortsätter att rotera medurs tills den har vänt helt om. Rotationen hejdas av bakhjulen, som då kan ha lämnat vissa av spåren i diket enligt Nesmarks rapport (sid 6). Bilen hasar sedan baklänges på det släta underredet, vars bromsverkan är liten mot gräset.



**Figur 9** Rekonstruktion med uppmätta sladdspår från Nesmark (2005, sid 9)<sup>6</sup>. Trädet (*T*) som bilen först krockade med och positionerna (B2-B6) visar att avåkningsfarten **måste varit under 90 km/h.** Skala cirka 1:200 vid utskrift på A4-sida.

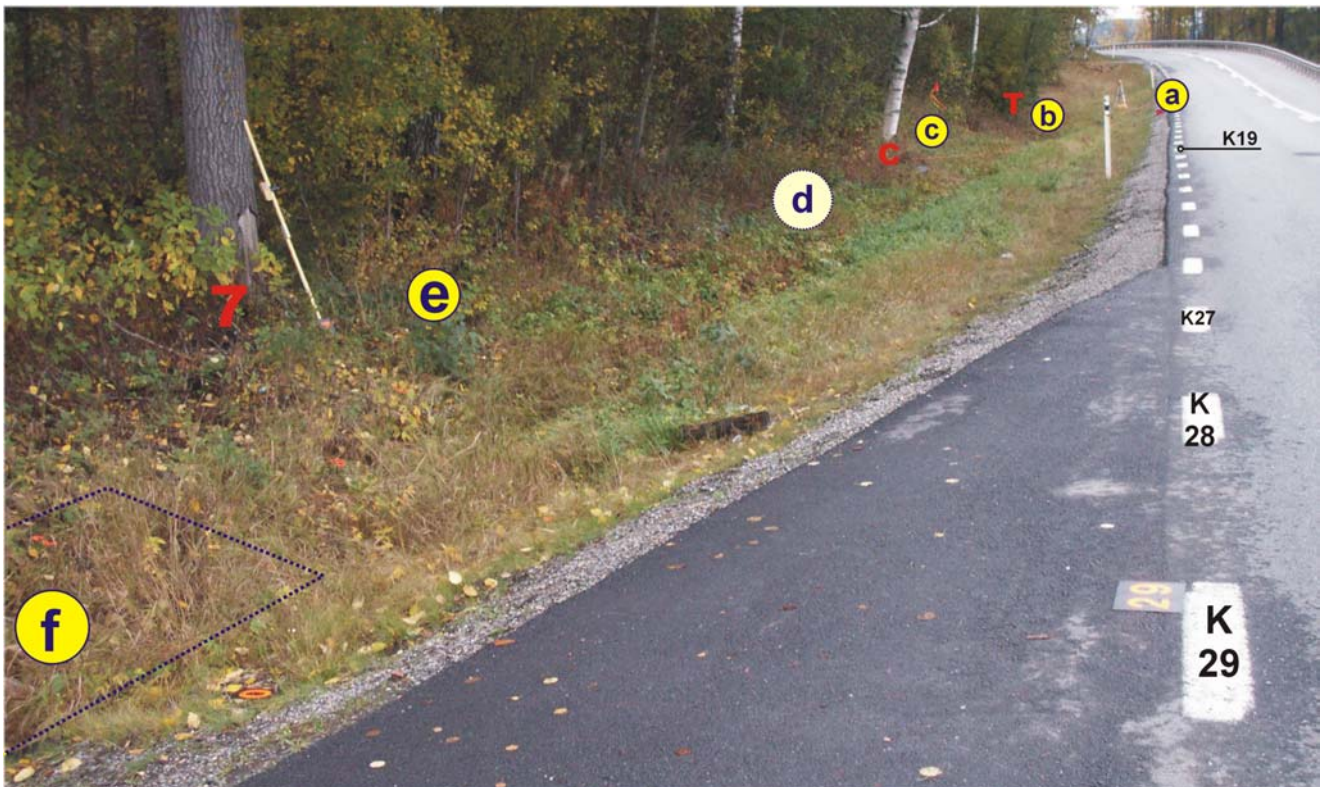
## 6 Fartändringar i diket

För att kontrollera om värdet 90 km/h enligt kapitel 5 är rimligt, skattas här avåkningsfarten även från andra hållet med hjälp av enkla beräkningar och genomsnittsdata för uppbromsningen i diket.

Visserligen kan bilrörelserna på vägen rekonstrueras i detalj genom simulering med den komplexa fordonmodell, som finns i Rekons datorprogram PC-Crash. Vägbanans egenskaper och data varierar ju inte mer än att resultaten blir både valida och repeterbara, om de viktigaste avvikelserna från däck- och biltypens normalvärden läggs in på rätt sätt i programmet.

Men när det gäller färdens i diket är underlaget här så ojämnt att fordonmodellen inte längre är giltig. Dessutom skulle det vara mycket tidsödande att lägga in alla data för diket som bestämmer bilens rotationsrörelser. Jag blev därför inte särskilt förvånad när ett antal observationer på olycksplatsen tydde på att Nesmarks försök till rekonstruktion med PC-Crash hade misslyckats på avgörande punkter.

Däremot har jag förvånats över att Nesmark inte redovisar någon enkel överslagsberäkning av uppbromsningen i diket med bilen betraktad som punktmasa - så som han tycks ha gjort med kurvkörningen på vägen, se kapitel 4. Om inte annat behövs det för att kontrollera om resultaten är rimliga. Alltså gör jag det själv i detta kapitel (6) - trots att Rekon då återigen kan hänvisa till "*Strandbergs ... forenklaede regnemetoder*" och kanske hävda att "*Strandbergs vurderinger ... er svært usikre*" (Aanerud, 2003)<sup>23</sup>, se också kapitel 7.



**Figur 10** Foto taget i oktober (2006) med tyngdpunktens ungefärliga positioner (inringade) i diket sett mot olycksbilens färdriktning:

(a) bilen lämnar vägbanan (motsvarar B3-B5 i Figur 9);

(b) höger framparti deformeras mot **trädet T** (motsvarar B6 i Figur 9) och bilen roterar cirka 1/4 varv omkring trädstammen;

**Därefter färdas bilen baklänges:**

(c) bakpartiet bryts delvis av när det stöter emot **trädet C**;

(d) ytterligare ett träd efter C blir påkört och bryts av enligt Nesmarks rapport (ingen stubbe el. dyl. påträffades dock vid mitt platsbesök);

(e) vänstersidan av bakpartiet klättrar upp mot **trädet 7**, så att bilen rollar (medurs i synriktningen på bilden) och välter över på taket;

(f) efter en kort glidning på sida och tak stannar bilen upp och ned i diket intill parkeringsplatsen, som också syns i bortre delen av fotona i Figur 1 och Figur 7.

### 6.1 Händelseförlopp och hållpunkter i diket

När bilen har sladdat av vägbanan mellan kantlinjerna K1 och K10 (Figur 9) rör den sig i diket med hållpunkter för masscentrum enligt Figur 10 - till slutpositionen något efter kantlinje K29 enligt Illustration 10 i Nesmarks rapport. Eftersom kantlinjerna är 1 meter långa och har 2 meters mellanrum blir den totala uppbromsningssträckan (med alla hjul utanför vägbanan) omkring 60 meter. Detta överensstämmer alltså med Nesmarks Illustration 10. Några moment i förloppet beskrivs nedan med referens till hållpunkterna i Figur 10.

- (a-b) Bilens hjul lämnar vägbanans asfalt och rör sig på eller över slänten ned mot trädet T (står 5,5 m vid sidan av mitten på kantlinje K11). Trädstammen deformerar högersidan av frampartiet enligt B6-B7 i Figur 9. Ett luftintag i svart plastmaterial från högra frontpartiet blir kvar vid trädroten, se N-skylden i Figur 4.
- (b-c) Efter att ha roterat drygt ett kvarts varv efter den första trädkrocken enligt ovan hasar bilen baklänges mot trädet C. På det våta gräset är bromsverkan liten för Ferrarins släta underrede och breda däck.



Flera fynd av bildelar längs sträckan mellan träden T och C bekräftar att bilen rört sig här i diket djupaste del. Bl.a. har en täckplatta för underredet lossnat - dess kilformade infästningshål är mindre framåt än bakåt för att fixera plattan om den får markkontakt när bilen går framåt, se nr 1157 i bilaga B<sup>14</sup>.

- (c) När bakpartiet krockar med björken C (på avståndet 5,9 m vid sidan om yttre uppströmshörnet av kantlinje K19, d.v.s.) cirka 20 meter efter trädet T är farten fortfarande så hög att stora skador uppstår på bilens chassi och drivaggregat (motor, växellåda och hjulupphängningar).

Dessa delar av bilen är dock inte utformade för att ta upp stora krockenergier. De ska vara styva och får inte ge efter för yttre krafter. Käregenskaperna kräver detta, speciellt i en sportbil som Ferrari. Därför bryts drivlinan loss från sina fixeringspunkter i chassiet utan någon större energiomsättning.

Även om den avbrutna bakvagnen ter sig som en större skada än intryckningen av höger framparti mot trädet T, behöver energiförlusten och den måttligare (se ekvation 1) fartminskningen vid trädkrockarna i lägena (c d e) inte vara större än i läget (b).

- (c-d) Krockkudden, som utlöstes vid trädet T, torde nu ha tappat trycket. Förare och passagerare är ändå väl fixerade av ryggstöden och skadas inte varken när bilen åker baklänges mot trädet C. eller när den bryter av trädet (nära position d i Figur 10), som ligger i diket på Nesmarks Illustration 8.

- (e-f) På grund av höjdskillnaden mellan vänster- och högerhjulets underlag vid och efter björken C, får bilen större tyngd på högerhjulen och lägger sig till sist på taket efter det att vänster bakdel har klättrat upp mot **trädet 7** (7-skyllat i mina foton).

**Trädet 7** står 8 meter vid sidan om de närmaste kantlinjerna K26 och K27 d.v.s. drygt 20 meter från trädet C (vid K19).

Taketets små skador visar (här i Figur 5) att bilen inte kan ha rutschat särskilt långt i upp-och-nedvänt läge innan den stannade. Den förflyttar sig ungefär två billängder efter trädet 7 till slutpositionen i diket. Där ser bakänden ut att befinna sig närmast kantlinjerna K29 (skyltmarkerad i Figur 10) och K30, d.v.s. nästan 10 meter efter trädet 7 i vägans och bilens färdriktning. Detta baserar jag på Nesmarks Illustration 2 (foto med "Bilen på skadesplatsen för den flyttades") och Illustration 10 (datorutskrift med "bilens slutposition")

(Se också foto nr 1195-1199, 1284-1295 i bilaga B<sup>14</sup>)

- (f) Liggande upp och ned i ett vattensjukt dike blev den tvåsitsiga bilen ett potentiellt hot mot livet för de två personerna som lyckades krypa ut genom (en av?) de små sidorutorna när bilen började brinna.

Det är inte underligt om föraren överdrev farten i sina kommentarer efter denna serie av våldsamma och livshotande upplevelser starkt koncentrerade i tiden. Sådana oavsiktliga distorsioner av faktiska förhållanden är inget ovanligt i samtal med olycksinblandade personer och kräver lyhördhet vid rekonstruktioner.

## 6.2 Rörelseenergi, fart, friktions- och deformationsarbete

När bilens hjul har lämnat vägbanan minskar rörelseenergin och farten:

- dels av friktionskrafter från underlaget som bilen hasar på under färden mellan stötarna
- dels av deformerande krafter från träd och terräng, som bilen stöter emot.

Enligt definitionen av rörelseenergi är den proportionell mot hastigheten i kvadrat för translatorisk rörelse (utan vridning). Det innebär att en fartminskning exempelvis från 25 m/s till 20 m/s (t.ex. bromsning från 90 km/h till 72 km/h) omsätter lika mycket energi som en fartminskning från 15 m/s till stillastående (t.ex. krock i 54 km/h mot barriär). I siffror blir det nämnda exemplet:  $25^2 - 20^2 = 15^2$

Som ekvation kan minskningen ( $\Delta K$ ) i rörelseenergi ( $K$ ) uttryckas enligt följande

$$\Delta K \equiv K_1 - K_0 = \frac{m}{2} (v_1^2 - v_0^2) \quad (1)$$

där  $m$  är bilens massa och  $v$  är masscentrums eller tyngdpunktens fart (hastighet oavsett riktning). **Före** bromsningen eller stöten används **index 0** medan **index 1** betecknar storheten omedelbart **efter** händelsen i fråga.

Vid bromsning är minskningen lika stor som friktionskraftens arbete under motsvarande sträcka. Om friktionskoefficienten  $f$  och friktionskraften antas vara medelvärdesmässigt konstant på respektive sträcka, erhålls exempelvis för delsträckan  $yS_{bc}$  mellan positionerna b och c:

$$\Delta K_{bc} = mg\mu_{bc} \cdot \Delta S_{bc} \quad (2)$$

där  $g$  är tyngdaccelerationen (9,8 m/s<sup>2</sup>) och  $f$  friktionskoefficienten - glidyten och sträckan antas vara medelvärdesmässigt horisontell.

$yK_b$ ,  $yK_c$ ,  $yK_d$ ,  $yK_e$  får beteckna minskningen i rörelseenergi vid trädkrockarna (b, c, d, e respektive i Figur 10). Eftersom träden själva återfjädrade eller knäcktes med försumbar kvarstående deformation och liten energiomsättning, antar jag att dessa energiminskningar ( $yK$ ) approximativt motsvarar bildeformationernas EES-värden (Equivalent Energy Speed) enligt ekvation 1.

Detta överensstämmer med ekvationerna på sidan om EES i hjälpfunktionen för PC-Crash<sup>7</sup>. Men för att inte vilsledda väljer jag en egen beteckning **ES** (Energy Speed, som jag kallar energifart) för följande samband mellan totalt omsatt rörelseenergi och bilens massa. I analogi med definitionen av rörelseenergi erhålls exempelvis för den första trädkollisionen vid position b:

$$\Delta K_b = \frac{m}{2} (ES_b)^2 \quad (3)$$

Om friktionskoefficienten ansätts till ett och samma medelvärde ( $f_{af}$ ) för alla inbromsningssträckor, erhålls följande uttryck för rörelseenergin vid respektive tidpunkt. De anges i omvänd tidsordning från slutpositionen (f), där rörelseenergin är noll ( $K_f = 0$ )

$$K_{e0} = m g f_{af} yS_{ef} + yK_e \quad (4e)$$

$$K_{d0} = K_{e0} + m g f_{af} yS_{de} + yK_d \quad (4d)$$

$$K_{c0} = K_{d0} + m g f_{af} yS_{cd} + yK_c \quad (4c)$$

$$K_{b0} = K_{c0} + m g f_{af} yS_{bc} + yK_b \quad (4b)$$

$$K_a = K_{b0} + m g f_{af} yS_{ab} \quad (4a)$$

(ingen krock vid avåkningspunkten a)

Summering ger därför följande uttryck för rörelseenergin vid avåkningspunkten

$$K_a = m g f_{af} S_{af} + (yK_b + yK_c + yK_d + yK_e) \quad (4)$$

där  $S_{af}$  är summan av alla delsträckor från  $yS_{ab}$  till  $yS_{ef}$ .

Efter insättning ovan av definitionen för rörelseenergin  $K_a$  (jämför ekvation 1) erhålls avåkningsfarten ( $v_a$ )

$$v_a = \sqrt{2g\mu_{af}S_{af} + \frac{2}{m} \sum_{i=b}^e \Delta K_i} \quad (5)$$

Friktionskoefficienten  $f_{af}$  avser här en bil med plant underrede som glider på vått gräs utan att lämna djupa spår i torv och jord.

De friktionskoefficienter för (till låsning) bromsade bilhjul på vått gräs som har mätts upp och redovisas av Cenek m fl<sup>19</sup> (0,20 i tabell 1, 0,21 i tabell 4 och lågfartsvärdet 0,38 i tabell 5)<sup>19</sup> torde därför ligga närmare sanningen än Nesmarks märkligt höga 'myvärden' för diket, se avsnitt 8.6.

Eleri<sup>20</sup> (2007) anger värdet 0,35 för bildäck mot gräs och torde avse torrt gräs med bättre grepp än vått. Burg & Rau (1981)<sup>21</sup> redovisar medelretardationen 1,73 m/s<sup>2</sup> från mätningar vid bromsning på ojämn äng med lätt fuktat gräs ("Unebene, leicht feuchte Wiese", med foto på sid 338)<sup>21</sup>. Det motsvarar en friktionskoefficient på 0,18. Maximalvärdet som registrerades vid samma tillfälle var 2,10 m/s<sup>2</sup> (friktionskoefficient 0,21).

För att kontrollera om värdet är rimligt på avåkningsfarten (90 km/h) enligt kapitel 5, löses summan av krockenergierna ( $\sum K_i$ ) algebraiskt ur ekvation 5 och görs oberoende av bilens massa enligt ekvation 3. Det ger summan över alla trädkollisioner (bcde) av energifarternas (ES) kvadrater:

$$ES^2_{bcde} \equiv \sum_{i=b}^e ES_i^2 = v_a^2 - 2g\mu_{af}S_{af} \quad (6)$$

Genom att ange rörelseenergin som en energifart ES på detta sätt, får vi ett mått på hur fort bilen skulle köras för att i en enda kollision omsätta samma rörelseenergi som den nu omsatte i fyra trädkollisioner (tre enligt Nesmark). Att döma av utseendet på bilens skador torde dock den största delen av energin ha omsatts i den första kollisionen (b) mot trädet T. Se Figur 4 och Figur 5.

Med numeriska värden på  $v_a$  upp till 25 m/s (90 km/h enligt kapitel 5) och med sträckan  $S_{af}$  mellan 55 m och 65 m (se Figur 6 och avsnitt 6.1) kan man sedan sätta in några rimliga värden på friktionskoefficienten  $f_{af}$  (0,2 0,3 0,4 enligt referenserna ovan). Då erhålls energifarter (ES) omräknade till km/h enligt Tabell 1.

**Tabell 1** Energifarter (ES enligt ekvationerna härintill) angivna i km/h för jämförelse med de EES-värden som definieras i online-manualen till PC-Crash<sup>7</sup>. Mått på den rörelseenergi som måste ha omsatts i olycksbilens kollisioner mot träd i diket för att den i övrigt skulle bromsas till stillastående.

Kolumnvis anges några värden på bromssträckan  $S_{af}$  (se avsnitt 6.1) och på friktionskoefficienten  $f_{af}$  mot det våta gräset i diket.

På respektive rad anges en avåkningsfart - dels enligt analysen i kapitel 5 (80, 85, 90 km/h) och dels enligt Nesmark (135 km/h), som dock hävdar att friktionskoefficienten var betydligt större och kom fram till ett EES-värde på minst 75 km/h, se avsnitt 8.5.

Avåkningsfart (km/h)	$f_{af}=0,2$ $S_{af}=55m$	$f_{af}=0,2$ $S_{af}=60m$	$f_{af}=0,2$ $S_{af}=65m$	$f_{af}=0,3$ $S_{af}=55m$	$f_{af}=0,3$ $S_{af}=60m$	$f_{af}=0,3$ $S_{af}=65m$	$f_{af}=0,4$ $S_{af}=55m$	$f_{af}=0,4$ $S_{af}=60m$	$f_{af}=0,4$ $S_{af}=65m$
<b>80</b>	60	58	56	47	43	38	28	17	--
<b>85</b>	67	65	63	55	52	48	40	34	25
<b>90</b>	73	71	69	63	59	56	50	45	39
<b>135</b>	124	123	122	118	117	115	112	110	108

Tabellens högsta ES-värde (73 km/h) ligger nära Nesmarks EES-värdering (75 km/h), men det erhålls här med avåkningsfarten 90 km/h, medan Nesmark hävdar att det motsvarar 135 km/h. Med den avåkningsfarten (135 km/h) blir trädkrockarnas energifart orimligt stor. Tabell 1 visar också att valet av friktionskoefficient har avgörande betydelse för krockenergi och farter. Nesmarks val är märkligt höga jämfört med vad som anges i litteraturen. Detta utvecklas vidare i avsnitten 8.5 och 8.6.

Beräkningarna ovan och Tabell 1 visar att trädkrockarna i diket kan motsvara en energifart (ES≈EES) på cirka 60 km/h utan att avåkningsfarten behöver vara större än 90 km/h. Uppdelat på fyra likadana krockar motsvarar det en energifart på 30 km/h för var och en ( $60^2 = 4 \times 30^2$ ).

Att döma av skadorna och energifarterna för bilarna i Figur 11 och Figur 12 är energifarten 30 km/h ingen stor underskattning för de deformationer (enligt Figur 5), som ägde rum i den första trädkrocken. Däremot torde det vara en överskattning som centralvärde för de efterföljande tre kollisionerna (cde). Stötarna, som då bröt av träd och chassidelar på bilen, kan visserligen ha involverat stora krafter. Men om materialet inte samtidigt deformeras plastiskt, så blir energi- och fartminskningen marginell. Annars skulle de som satt i bilen ha fått inre skador. Se avsnittet *Skaderisker* under uppslagsordet *trafikolycka*<sup>3</sup> i Nationalencyklopedin.

## 7 Bakgrund och arbetssätt för försäkringsbolagets konsult

Rekons förmåga att avslöja försäkringsbedragare förtjänar respekt. Men här är parterna eniga om att en olycka faktiskt har inträffat. Tvisten rör olyckans orsaker och förlopp i ett naturvetenskapligt perspektiv. Då måste metoder och resultat vara såväl transparenta som spårbara för motpartens sakkunniga. Annars blir rekonstruktionen en svåråtkomlig partsinlägga förklädd till sakkunnigutlåtande. Dessvärre är Nesmarks rapport inte den enda av det slaget, som jag påträffat från Rekon och liknande försäkringskonsulter, där datorprogrammet PC-Crash<sup>7</sup> åberopas ungefär som om det vore okänsligt för hur det används.

Om detta inte genomskådas av uppdragsgivaren (LfVn), finns risk att processen förlängs med kostsamma överklaganden och flera uppdrag till samma konsult - vars första alster<sup>6</sup> här skulle ha refuserats av sakgranskare vid tekniska högskolor och vetenskapliga tidskrifter. För att förebygga sådant slöseri med resurser på denna tvist om olycksbilens fart, lämnar jag mer detaljerade förklaringar i detta utlåtande än vad som annars vore motiverat.

Med paralleller till en tidigare tvist<sup>8</sup> där Länsförsäkringar anlitat Rekon ger jag i detta kapitel (7) också några tänkbara principförklaringar till varför Nesmark i sin rekonstruktion<sup>6</sup> har tagit så lätt på spår och fordonsdynamiska fakta.



När LE 13/3 2006 beskrev olyckan för mig per telefon insåg jag inte att bilen hade kört av vägen på kurvans insida. Jag trodde därför inte att försäkringsbolagets vägran att betala ut ersättning skulle vila på så lösan grund som framgick senare, när jag hade läst konsultrapporten av Nesmark (2005) från Rekon. Den uppvisar flera tecken på att metoder och indata för rekonstruktionen har anpassats, så att de ska bekräfta uppdragsgivarens misstankar mot föraren - och ignorera fakta, som talar för att försäkringstagaren har rätt till ersättning.

### Se också slutet av kapitlen 8.5 och 8.6.

Detta är andra gången jag anlitas för att bemöta Rekons försök att 'hjälpa' ett Länsförsäkringsbolag, som misstänker bedrägeri eller grov vårdslöshet. Även förra gången visade mitt platsbesök att Rekons rapporter (Aanerud, 2001<sup>22</sup> & 2003<sup>23</sup>) och datorsimuleringar hade ignorerat fakta som omkullkastade försäkringsbolagets misstankar. När jag hade påvisat detta (Strandberg 2002 & 2005)<sup>8</sup> dömdes Länsförsäkringar Södermanland att betala - av både tingsrätt (2003) och hovrätt (2005).

### Fallet beskrivs på min webbplats och i slutnot<sup>8</sup>.

Försäkringsbolaget överklagade tingsrättens dom med stöd av irrelevanta och teknikvetenskapligt falska argument från Rekons andra rapport (Aanerud, 2003)<sup>22</sup> och dess kritik av detaljer som klart angavs i mitt yttrande (2002)<sup>8</sup>. Medan Aaneruds rapporter inte redovisade varken ekvationer eller allmänt tillgängliga referenser, hade jag (2002) t.o.m. angivit sidnummer (486) och bibliografiska data för underlaget till en av mina fartskattningar. Aanerud kunde därför kontrollera mina uppgifter och (trodde jag) inse att krock-splitter från strålkastare kan spridas längre bort förbi en påkörd fotgängare än förbi en personbil - vars större yta hindrar mer av splittret att komma vidare. Min referens gynnade nämligen Aaneruds och försäkringsbolagets ambition att visa på en så låg krockfart som möjligt för den ena av de två krockande bilarna. Men i stället för att tyst erkänna att hans egen version vann på min konservativa (underskattande) fartreferens, antydde Aanerud motsatsen och misstänkliggjorde mina slutsatser, därför att jag refererade till ett avsnitt om kollisioner med fotgängare.

En annan av mina fartskattningar (öppet redovisad med ekvation, sidhänvisning och bibliografiska data) angräps på liknande sätt i Rekons andra rapport. Författaren tycks där inte ha insett att krocksplitter från en bil kan stötas bakåt, mot körriktningen, och nedåt med hög hastighet: "Dette er helt urealistisk!" (Aanerud, 2003)<sup>22</sup>. På denna punkt hävdar han att "Strandbergs analyse er derfor, slik jeg ser det, helt uten verdi."

Det kanske allvarligaste förbiseendet av Rekon i detta fall är att föraren av den (i sidan) påkörda bilen kan ha behållit gaspådraget efter att ha svimmat vid krocken. Det omkullkastar både försäkringsbolagets och Aaneruds slutsatser. Rekons simuleringar med PC-Crash blir då meningslösa - ungefär som när Nesmark här förbiser både punkteringen och krocken med det första trädet.

Länsförsäkringar Södermanlands utgifter (och eventuell förlust i goodwill) blev därför mycket större, än om de tidigt hade låtit genomföra en objektiv olycksutredning - utan de bakomliggande motiv som Rekon framhåller på sin webbplats:

#### Rekon i Sverige

23.08.2004

Vi har stadig flere oppdrag for svensk forsikringsbransje. De er særlig interessert i bistand i forbindelse med avdekking av forsikringsbedrageri. Vi har hatt en del oppdrag i forbindelse med mulige arrangerte kollisjoner som går på å undersøke om føremes forklaringer kan stemme. I slike saker kan vår oppgave like gjerne være å utelukke forskjellige hendelsesforløp som å finne ut hva som faktisk har skjedd. (Text hämtad 2007-01-28 från <http://www.rekon-da.no/index.php?s=nyheter&sp=no&m=nyheter>)

Rekon har alltså ständigt simuleringsuppdrag från svenska försäkringsbolag. Om simuleringarna inte alls stämmer med vad försäkringstagaren uppger, så får man troligen många bedragare att ge upp. Då finns inget verkligt olycksförlopp som simuleringsmodellen och dess indata behöver anpassas till. Strategin kan därför fungera utan större ansträngning med enkla modeller och rudimentära data - så länge den enbart tillämpas mot försäkringsbedragare.

Men när det är fråga om ett faktiskt olycksförlopp, måste högre krav ställas på både modeller och indata. Då kan det finnas detaljer i verkligheten som modellerna inte beaktar eller som man missar vid rekonstruktion och analys.

Här är det kanske lätt att bli skeptisk mot Rekons rapport med dess okontrollerade data och simuleringsresultat från det mångfacetterade datorprogrammet PC-Crash. Programmet är kommersiellt och kan inte lånas ut för kontroll och verifiering av motparter utan licens och hårdvarulås (som kostar 3600 euro utan tilläggsmoduler för fototolkning etc).

Svårare att genomskåda för vetenskapligt ovana läsare är Nesmarks 'skyggglappslogik': Han tar resultaten från sitt eget lilla urval av simuleringar som bevis för att något annat inte kan ha inträffat. Ju sämre han beaktar detaljerna i det förlopp som föraren har beskrivit - desto större chans har Nesmark att få sin egen tes 'bevisad'.

Sådan skenvetenskaplig hypotesprövning tillämpas ibland omedvetet av rutinerade forskare. Om detta metodfel inte uppmärksammas, kan förhastade slutsatser slå rot utanför den vetenskapliga samfälligheten. Se t.ex. Stöttrup-Hansen m fl (1990)<sup>24</sup>.

I Nesmarks rapport framskymtar dessutom fordonsdynamiska och naturvetenskapliga kunskapsbrister genom dess egenartade formuleringar, märkliga analyslogik, motsägelser och brist på fundamentala fakta. Att sådant kännetecknade underlaget för försäkringsbolagets vägran hade jag först inte helt klart för mig. Då utgick jag från att man hos LfVn och Rekon snart skulle inse de basala misstagen i Nesmarks rapport och acceptera faktum att det är fysiskt omöjligt att köra av på en kurvans insida om bilen har tillräckligt hög fart.

Enligt min erfarenhet tydde detta på att olyckan initierats av att bilen förlorat sin kursstabilitet. Instabilitet är ett så komplext fenomen att det lätt undgår upptäckt hos konsulter som rutinmässigt använder ett multimodalt datorprogram utan hänsyn till dess fordonsdynamiska teoribas. Att förklara hur en sladd kan uppkomma i låga farter var mitt uppdrag till en början. Detta förstods och accepterades i tingsrätten - se kap 3 (2) - som ogillade åtalet mot TW för ('enkel') vårdslöshet i trafik. Men LfVn ignorerade alltså tingsrättens utslag och ansåg att TW varit grovt vårdslös med en upprepad hänvisning till Nesmarks rapport.

## 8 Kommentarer till rapporten av Henrik Nesmark

Även om man bortser från de uppenbara motsägelserna i Nesmarks rapport, gör flera egenheter att hans rekonstruktion lätt kan missförstås. Nesmarks nomenklatur är bitvis mångtydig vilket krånglar till det för läsare, som är vana vid begreppsbyggnaden i modern fordonsdynamik.

Några exempel redovisas i avsnitten nedan.

### 8.1 Märklig syn på överstyrning och kursstabilitet

Nesmark ger sken av att det enda som kan få bilen av vägen på en kurvans insida är att *föraren* styr för mycket:

"Förare må ha överstyrt bilen mot höger" ... (sid 9)

"bilen må överstyres mot höger i svngen" ... (sid 8)

Men överstyrning är ett begrepp inom fordonsdynamiken, som avser bilens och däckens samspel med vägbanan, oavsett vad föraren företar sig. Om Nesmark känner till innebörden och definitionen av överstyrning förefaller hans formuleringar vara ägnade att vilseleda läsaren. Gör han det inte, så kan man fråga sig varför Rekon åtar sig denna typ av uppdrag, som lägger skulden på olycksdrabbade förare och får försäkringsbolag att vägra ersättning på falska grunder.

Dessutom tyder Nesmarks egen redovisning av sladdspåren på att föraren har styrt åt andra hållet, åt vänster, troligen för att parera sladden och bilens överstyrning. Se avsnitt 8.4 nedan.

Dessa egenartade tolkningar tillsammans med nonchalerandet av bakhjuls punkteringen (avsnitt 8.2 nedan) tyder på att Nesmark ännu (2005) inte har insett bakdäckens betydelse för kursstabiliteten. Många tycktes vara omedvetna om problemet när jag förklarade det på 1980-talet, bl.a. i flera program utsända av Sveriges Television och visade (både statistiska och kausala) samband med dödsolyckor i vetenskapliga tidskrifter och internationella konferenser. Senare har jag redogjort för det i Nationalencyklopedin<sup>3</sup> (band 11, uppslagsord *kursstabilitet* med illustration). Efter mina forskningsrapporter har Vägverket anammat synsättet i sina däckkampanjer, där bilägare uppmanas montera de bästa däcken på bakhjulen.

### 8.2 Punktering ej redovisad

Nesmarks rapport ignorerar fullständigt märkena och gruset på vänster bakhjul, som avslöjar att det däck var så gott som lufttomt när det avsatte det ovannämnda sladdspåret och fångade in småstenar utanför asfaltkanten - som samtidigt slipade ett spår i fälgen. Se Figur 1 resp Figur 2 och Figur 8.

För lågt lufttryck i däcken har medfört så många allvarliga olyckor att myndigheterna i USA har tagit fram lagkrav på ringtrycksvisare. Men Nesmark tycks inte ens ha brytt sig om att undersöka om hjulen uppvisade några tecken på att ringtrycket varit för lågt före avåkningen.

Rapportens foton på bilvraket visar sidan på alla hjul utom vänster bak, trots att olycksförloppet skvallrar om problem med vänster bakdäck. Det gjorde att jag inte upptäckte bevisen på lågt ringtryck förrän vid min resa till Ångermanland. Det första fotografiet jag tog då (061004 kl.07:57) var just på vänster bakhjul (fotot i Figur 2 togs fyra minuter senare.)

Vid redovisningen i Ångermanlands tingsrätt 060425 kunde jag därför inte ta upp för lågt ringtryck bak på annat sätt än som en möjlig orsaksfaktor. Men jag hade särskilt förhört mig om förutsättningarna i djupsamtalet 060417 med TW och påpekade för tingsrätten (se presentationsbild nr 6) att lågprofildäck kan vara punkterade utan att det syns på bilen när den står stilla.

En haveriutredare som okulärbesiktat bilvraket med kännedom om olycksförloppet kan inte gärna undgå de tydliga tecknen på vänster bakhjul. Vid mitt besök sades (061006) också till mig att en av Länsförsäkringars anställda vid besiktningen av bilvraket spontant hade yttrat något om punktering. Det ligger dock utanför mitt uppdrag att undersöka varför detta fundamentala faktum inte har kommit fram i Nesmarks rapport.

### 8.3 Första trädkrocken ej upptäckt

I sitt avsnitt 5.4.1 försöker Nesmark rekonstruera färdens i diket med hänvisning till spår (Illustration 7 & 10) av okänt ursprung. De kan mycket väl ha avsatts vid bärgningen eller av räddningsfordon, se Illustration 2. Däremot har Nesmark helt missat barkskadan på trädet T, som uppenbarligen uppkom när bilens högra front stötte emot trädet och fick bilen att vridas medurs omkring trädstammen så att den fortsatte baklänges i diket mot björkträdet C.

Att bilen har girat så tvärt av vägen att den kunde nå trädet T bekräftas av flera fynd, bl.a. en delvis överväxt frontdel, som jag hittade intill T vid mitt platsbesök. Det visar att avåkningsfarten omöjligtvis kan ha varit så stor som Nesmark hävdar. Se min rekonstruktion i kapitel 5 (texten som avser position B6 i Figur 9).

Nesmarks förloppsbeskrivning motsägs också genom flera fynd av bildelar från FME 576 på sträckan för baklängesfärd från trädet T till björken C. De karossfragment som jag fann inklämda under björkens rot kommer från bilens akter och inte från de delar av bilen som skulle stöta emot träden enligt bildserien i Nesmarks rapport (sid 7). Färdvägen i diket enligt Nesmark går dessutom rakt över en betongtrumma (K i Figur 1 och nr 1296-1298 i bilaga B<sup>14</sup>), som sticker upp så mycket över omgivningen att både bilens underrede och trummans ovansida skulle ha uppvisat skrapspår, om bilen hade gått den vägen.

### 8.4 Avåkningsriktning missuppfattad. Sammanblandning av spår från olika hjul.

Nesmarks rapport ger inget svar på hur bilens frontskada har uppkommit. Avåkningsvinkeln är så liten att trädet C blir det första bilen träffar enligt bildserien på sid 7. Det frontskadade trädet T finns inte alls med i för-



loppet. Det står ungefär lika långt vid sidan om vägen som trädet C, men cirka 20 meter före. Trädet T är därför omöjligt att nå i Nesmarks simulering, eftersom han utgått från att föraren styr bilen av vägen i mycket hög fart. På sid 9 anger Nesmark att höger bakhjul har avsatt det kortare sladdspåret av de två som uppmätts och rödmarkerats i datorgrafiken:

"bilens beräknade spor stemmer godt överens med de inmätade sporene." (sid 9)

Men för att bilen ska kunna gira ännu mer åt höger och trycka in högerfronten mot trädet T på fotona i Figur 1 och Figur 4, så måste det spåret komma från vänster framhjul. Att det kurvyttre framhjulets sladdspår börjar senare än bakhjulets tyder på att föraren börjat parera sladden och styrt åt vänster. Spåren indikerar alltså att Nesmark var fel ute när han hävdade att

"Förer må ha överstyrt bilen mot höger" (sid 9).

Nesmark förklarar inte heller varför - i hans egen tolkning av datorsimuleringen - höger bakhjul plötsligt avsätter ett spår på asfalten, trots att dess avdriftsvinkel ser ut att vara i stort sett konstant (enligt de svarta linjerna från simuleringen).

Här har Nesmark dessutom motsagt sig själv: Jämför med hans datorgrafik i Illustration 10 på sid 6 och dess rödmarkerade (uppmätta) sladdspår. Spåren förefaller vara desamma som på sid 9, men på sid 6 ser det ut som om det kortare sladdspåret kommer från vänster framhjul på den inritade bilen. Inga (svarta) linjer från datorsimuleringen för hjulens väg på marken kan urskiljas på sid 6.

Vilken av dessa två spårtolkningar som Nesmark har använt för sin analys framgår inte explicit, men de röda spårmarkeringarna i diket på sid 6 (Illustrasjon 10) tyder på att han har tagit miste på flera sätt.

### 8.5 Underlaget för Nesmarks subjektiva bedömningar av bilens skador redovisas ej

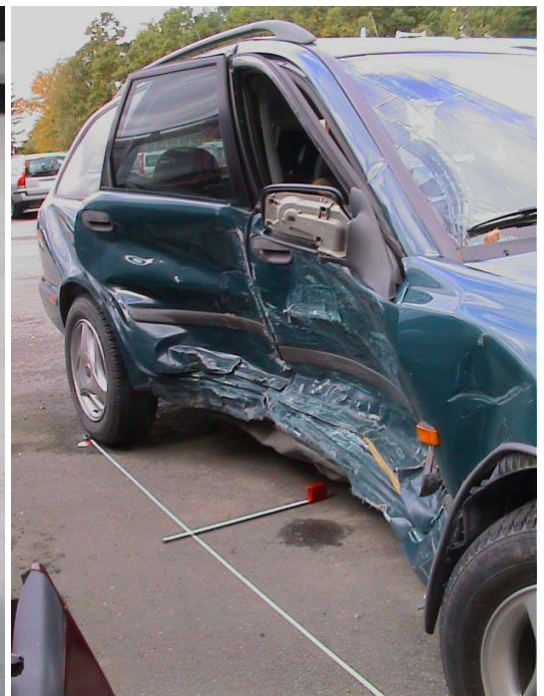
Deformationen av energiupptagande material i **bilen** motsvarar betydligt mindre fartändring mot barriär än de cirka 80 km/h, som Nesmark (sid 2) vill "**fastställa EES-värderna**" till efter en egen "**forsiktig vurdering**". Även om den rörelseenergin skulle ha fördelats jämnt på tre kollisioner "**med traer i diket**", så torde svåra **personskador** ha uppstått i dessa krockar, som var och en motsvarar ett totalstopp mot träd från 46 km/h ( $80^2 = 3 \times 46^2$ ).

Ingen av olycksbilens energiupptagande intryckningar ter sig (på bilderna i Nesmarks rapport eller här i Figur 5) lika stor som för exemplet i Figur 11 med en Volvo S80 efter en (1) krock mot fast stolpe från 32 km/h. Då bör man beakta att rörelseenergin vid 46 km/h - olycksbilens fart i de tänkta tre (3) trädkollisionerna - är ungefär dubbelt så stor som vid 32 km/h.

Dessutom är de skador på olycksbilen som torde se värst ut (den avslitna bakvagnen) av lågenergityp. Där är konstruktionen styv och ska inte ta upp energi vid belastning - så som deformationszonerna gör i en modern personbil för att skydda de åkande mot inre skador. Se avsnittet *Skaderisker* i min artikel *trafikolycka* i Nationalencyklopedin<sup>3</sup>.



**Figur 11** Exempel från NHTSAs krockdatabas med Volvo S80 efter stolpkollision i 32 km/h - att jämföra med olycksbilens trädkrockar enligt texten. Bild från direktadressen [www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/asp/getmedia.aspx?tstno=4389&index=12&database=V&type=P](http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/asp/getmedia.aspx?tstno=4389&index=12&database=V&type=P) En komplett testrapport kan laddas ned från [www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/asp/getmedia.aspx?tstno=4389&index=1&database=V&type=R](http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/asp/getmedia.aspx?tstno=4389&index=1&database=V&type=R)



**Figur 12** Foto från mitt utlåtande (2002)<sup>8</sup> av bildeformationen som Aanerud (2001) vid Rekon värderade till EES-värdet 24 km/h (motsvarar en sidledes krock mot barriär i nära 24 km/h)<sup>7</sup>.

Fotot i Figur 11 är hämtat från NHTSAs databas, som också innehåller data och videosekvenser från krocktester med ett stort antal biltyper. Allt kan fritt laddas ned via [http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/nrd-11/veh\\_db.html](http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/nrd-11/veh_db.html)

Där finns goda möjligheter att med jämförelser förklara sina subjektivt fastställda EES-värden. Till programmet PC-Crash kan man också köpa fotografier och EES-värden från laboratoriekrockar, som får återges i licens-

havarens egna rapporter utan upphovsrättsproblem. Men några sådana referenser förekommer inte i Nesmarks rapport. Ändå hävdar han att olycksbilens EES-värde är minst 75 km/h, vilket är större än i de flesta labbkrockar som finns enligt ovan.

Visserligen reserverar sig Nesmark med att han också har lagt in "energiupptaket för skadorna på traer och jordbacken inn i bilens EES-värde". Men han anger inga proportioner och förklarar inte varför han räknar in skadorna på "jordbacken" både i sitt EES-värde och i sina höga friktionskoefficienter enligt kapitel 8.6. För övrigt är energiomsättningen liten i trädstammar som knäcks eller återtar ursprungsform och -läge efter krocken - så som det rapporteras om i detta fall.

Märkligt är det också att jämföra Nesmarks EES-värdering, 75-85 km/h för de begränsade *deformationerna* på Ferrarin FME 576 - här i Figur 5 - med Rekon-kollegans (Aanerud, 2001)<sup>22</sup> motsvarande värdering: 24 km/h för intryckningen av hela sidan på Volvobilen i Figur 12. Medan Nesmark hävdar att Ferrarin hade mycket hög fart, gällde det motsatta - låg påkörningsfart mot Volvon - i försäkringsbolagets hypotes och i Aaneruds slutsatser. Man kan fråga sig om det bidrog till att Nesmarks energivärdering blev tio gånger högre ( $76^2/24^2=10$ ) än Aaneruds. Se också kapitlen 7 & 8.6.

Trots att den tycks vara baserad enbart på eget tyckande använder Nesmark det teknikvetenskapliga och statistiska sannolikhetsbegreppet för en persons subjektiva bedömning:

*"Det laveste vurdering av energiupptaket settes til 75 km/h. Mest sannolikt har det varit 5-10 km/h högre."*

Det undergräver ytterligare rapportens trovärdighet, eftersom rapporthuvudet deklarerar att innehållet är "tekniske analyser" från en ingenjörsfirma. I sådana fora torde Nesmarks uttryckssätt väcka förundran.

## 8.6 Orimligt stora friktionsvärden i diket med ett helt voltningsvarv för mycket

Nesmark hävdar att bilen kört av vägen med "minimum 135 km/h". Efter avdrag av krockenergin (motsvarande  $EES \sqrt{80}$  km/h enligt Nesmark) återstår sedan en rörelseenergi på cirka 110 km/h ( $135^2 - 80^2 = 109^2$ ) som måste bromsas bort mot gräset av Ferrarins släta bottenplatta (utformad för att ge litet luftmotstånd) och breda däck. Men för att få stopp från 110 km/h på 60 meter krävs optimal bromsning av alla hjul med friktionskoefficienten 0,8 - vilket motsvarar bra däck på torr asfalt. Dessutom saknar bilen här tidvis kontakt med underlaget i det ojämna diket.

Detta 'ordnade' Nesmark enligt sid 6<sup>6</sup>: *"Jeg må också øke friksjonen i diket"*. På samma sida, i Illustrasjon 10, kan man finna två mycket höga värden på friktionskoefficienten: *my = 1.40* och *my = 3.0*. Det senaste är mer än tio gånger större än vad som anges i litteraturen<sup>19,20,21</sup> för vått gräs, se kapitel 6. Det kraftigt överdrivna friktionsvärdet och oförklarad stora avdriftsvinklar i slutskedet (enligt bildserien på sid 7-8)<sup>6</sup> var troligen orsaken till att bilen voltade ett helt varv extra i Nesmarks simulering. I verkligheten skulle ett sådant förlopp ha skadat taket mer än vad fotona visar i Nesmarks rapport och här i Figur 5.

För att inte Nesmarks höga avåkningsfart ska skicka iväg bilen långt förbi den verkliga slutpositionen, måste han alltså välja friktionsvärden, som är orimligt höga - speciellt för vått gräs. Här drar han sig inte heller för att upprepa sitt påstående om *"at bilen har lagd stedvis djupe spor i jordbacken"* (sid 6)<sup>6</sup> för att kunna räkna upp även friktionen. Det höga värdet på krockenergin (EES-värdet) motiverades på samma sätt, se kapitel 8.5.

Visserligen kan ett smalt hjul sjunka ned i grästorv och lucker jord, så att reaktionskrafterna på bilen motsvarar mycket höga friktionskoefficienter, speciellt i sidled (där friktionsmodellerna i PC-Crash torde vara ogiltiga). Men i detta fall är diket så ojämnt och bilen har så låg markfrigång att sådana bromskrafter torde ha varit mycket få och kortvariga - om de alls har förekommit med tanke på Ferrarins breda däck.

De spår Nesmark redovisar i Illustrasjon 10 förefaller för övrigt befinna sig i en del av diket, där olycksbilens inte kan ha färdats under uppbromsningen. Nesmark tycks inte heller ha upptäckt några spår längs sträckan från vägbanan via trädet T fram till trädet C, där jag har observerat flera karossfragment från Ferrarin (abc i Figur 10).

Intressant är att jämföra Nesmarks friktionsvärden (1,4 och 3,0) för vått **gräs** med hans Rekon-kollegas i ett tidigare tvistemål<sup>8</sup>. Aanerud (2001)<sup>22</sup> valde då betydligt mindre friktionsvärden (0,5-0,6) för våt **asfalt** i en rekonstruktion där försäkringsbolagets hypotes byggde på att farten var låg. Detta stärker ytterligare intrycket att Rekon väljer indata till simuleringsprogrammet, så att uppdragsgivarens hypotes ska få stöd.

En sådan strategi är kanske framgångsrik och försvarbar för att avslöja bedragare och arrangerade krascher. Men här väcker den frågan om inte försäkringsbolagen i eget intresse borde avråda sina konsulter från att ägna sig åt liknande manipulationer vid rekonstruktion av verkliga olycksförlopp.



---

## 9 Slutsatser

- ❑ **Bilens vänstra bakdäck var punkterat eller hade så lågt lufttryck att bilen blev instabil och sladdade av vägen på högerkurvans insida.**  
Sådana olyckor kan inträffa även i farter under 70 km/h.
  - ❑ **Förarens tidiga uppgift om högre fart kan lämnas utan avseende.**  
Att överdriva farten omedelbart efter ett livshotande händelseförlopp är en normal mänsklig reaktion.
  - ❑ Senare framkom att föraren hade kört på tvåans växel för att demonstrera motorljudet för passageraren.  
**Då ser motorns varvtalsvakt till att farten inte kan överskrida 116 km/h.**
  - ❑ **Motorbromsning på tvåans växel kan få samma effekt som om föraren skulle dra i handbromsen för att vända bilen.**
  - ❑ **Om bilen sladdade av vägen i angivna spår kan avåkningsfarten knappast ha varit över 90 km/h.**  
De sladdspår på asfalten som Nesmark redovisat och bildelar som jag fann omkring trädet (T i Figur 1) nära avåkningsplatsen tyder på en så tvär sväng att Nesmarks påstådda avåkningsfart (minst 135 km/h) är orimlig.
  - ❑ **Uppbromsningen i diket av friktionen mot gräset och av bildeformationer vid trädkollisionerna talar inte emot att avåkningsfarten var under 90 km/h.**
  - ❑ **Närmare granskning av Nesmarks rapport visar att hans slutsatser saknar verklighetsförankring.**
    - Genom att bortse från instruktioner för ett inköpt datorprogram och ange 'lämpliga' indata kommer Nesmark fram till att avåkningsfarten var "*minimum 135 km/h*". Han har då ignorerat både punkteringen och sammanstötningen med det nyss nämnda trädet.
    - Nesmark förklarar inte hur och vilka skadebilder han har jämfört med vid sina egna subjektiva bedömningar av trädkrockarnas deformationsenergi. Hans uppgift om energifarter (så kallade EES-värden) på 75-85 km/h ter sig som en kraftig överdrift av flera skäl.  
Det framgår av bilder i en krocktestdatabas, som tillhandahålls av trafiksäkerhetsverket i USA. Dessutom torde de åkande i bilen ha fått svåra skador, om Nesmarks tre trädkrockar skulle ha summerat sig till en så hög krockenergi.
    - Nesmark räknar terrängskadorna dubbelt - genom att ange dem som motiv både för att höja energifarten enligt ovan och för att mata in extremt höga friktionsvärden till programmet. Hans friktionskoefficient i diket bortre del är tio gånger större än vad som anges i litteraturen.  
Förutom fartöverskattningen medför det att bilen voltar ett helt varv mer i Nesmarks datorsimulering än vad spår, fynd och taksador på bilen visar.
  - ❑ **Bristen på transparens i Nesmarks rekonstruktion gör att hans resultat inte är spårbara, inte ens om man skulle ha tillgång till det licenskrävande datorprogram, som han åberopar. Detta strider mot praxis för teknikvetenskapliga analyser och skulle inte klara normala examinationskrav vid en teknisk högskola.**
- 

Lennart Strandberg

Professor emeritus, oberoende olycksutredare

(CV, publikationer, m.m. på Internet via [www.stop.se/lennarts/](http://www.stop.se/lennarts/))

## REFERENSER

- 1 **Linköpings universitet** [www.liu.se](http://www.liu.se) och tekniska högskola [www.lith.se](http://www.lith.se), institutionen för teknik och naturvetenskap [www.itn.liu.se](http://www.itn.liu.se)
- 2 **VTI**, statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping. [www.vti.se](http://www.vti.se)
- 3 Strandberg Lennart (1990-1996). **Kursstabilitet, Trafikolycka**, samt ytterligare 50 à 100 artiklar i **Nationalencyklopedin**.
- 4 **Föraren av bilen 050729** omnämns i texten med initialerna **TW**. Enligt uppgift föddes han i Sverige 1979-02-01, arbetar som tekniker bl.a. på oljeborrplattformar i Nordsjön och amorterar på lån han tog för köpet av Ferraribilen, som totalhavererade 2005-07-29.
- 5 **Bilaga A:** Analys av trafikolycka 29/7 2005 på Rv90 vid Lesjön. Bildutskrift för redogörelse av Lennart Strandberg i Ångermanlands Tingsrätt 25/4 2006. Även allmänt tillgänglig via [www.stop.se/utred/](http://www.stop.se/utred/) med adressen <http://www.stop.se/utred/ts050729Rv90.pdf>
- 6 **Nesmark Henrik** (2005) **Utredningsrapport** utan titel utformad som brev 2005-09-02 till Länsförsäkringar Västernorrland från Ingenjörfirmaet **Rekon DA** i Norge ([www.rekon-da.no](http://www.rekon-da.no)). Tio opaginerade sidor med text, foton och datorutskrifter.
- 7 **SAKNAS:** referenser; specifikationer av metoder, indata, och begynnelsevärden, som gör simuleringsresultaten spårbara och transparenta; subjektiva EES-skattningar med fotounderlag; angiven bilaga på CD ("Vedlegg: CD med animationer av ulykken"); etc.
- 8 **PC-Crash** "A program for the simulation of car accidents" Demonstrations-DVD med Version 7.3 erhållen via <http://www.dsd.at/>
- 9 Strandberg Lennart (2002 & 2005). Analys av trafikskada nära Kjula 2001-04-29. Kan laddas ned som sex filer i PDF- och jpg-format från [www.stop.se/utred/](http://www.stop.se/utred/) Yttrande 2002-11-10 i mål T 1311-01 för **Nyköpings Tingsrätt** (5 filer). Presentation (PowerPoint) för **Svea Hovrätt** 2005-04-22 i mål T 5942-03 (1 fil). Både yttrandet och presentationerna innehåller kritiska kommentarer till de av motparten åberopade olycksrekonstruktionerna från Rekon (2001-06-14, 2003-02-27) av Erik Aanerud, som har använt en norsk översättning av datorprogrammet PC-Crash. Motparten, ett försäkringsbolag, dömdes att betala av både tingsrätt och hovrätt.
- 10 Strandberg Lennart (2006). Videofilmad körning (14 s) genom olyckskurvan. Filmen länkas från [www.stop.se/utred/](http://www.stop.se/utred/) och beskrivs med text i filarkivet <http://www.liu.se/vidi/lennarts/filer-linked?dir=linked>
- 11 Direktadress: <http://www.liu.se/content/1/c6/04/36/35/linked/PICT1174-olyckskurva-Lesjon-70kmh.MOV>
- 12 Personligt **samråd om PC-Crash** i december 2006 med en teknologie doktor och en universitetsprofessor vid ERAB, [www.erab.se](http://www.erab.se)
- 13 **Strandberg Lennart** (1998). Winter braking tests with 66 drivers, different tyres and disconnectable ABS. *STOP Preprint 981113* (15 pages) for Special Lecture in a Tokyo International Workshop. Proc. (pp.58-72) **International Workshop on Traffic Accident Reconstruction** (ed: K.Mogami) November 12-13, **National Research Institute of Police Science, Japan**. [www.stop.se/test/winter.htm](http://www.stop.se/test/winter.htm)
- 14 **Strandberg L, Tengstrand G, Lanshammar H** (1983). Accident hazards of rear wheel steered vehicles. In G.Johannsen, J.E.Rijnsdorp (eds.) IFAC (International Federation of Automatic Control) Symposium on ANALYSIS, DESIGN and EVALUATION of MAN-MACHINE SYSTEMS, 1982, Baden-Baden. **Pergamon Press**, Oxford & New York. Se kommentaren vid referens nr 18.
- 15 Strandberg Lennart (2007-04-07). Kortfattad beskrivning av **dödsolycka efter luftläckage i ett bakdäck - med särskild koppling till lågprofildäck**. Text bilder och video kan laddas ned från <http://artstra.blogspot.com/2007/04/fara-med-f-lite-luft-i-l.html>
- 16 **Bilaga B.** Fotografier från plats- och fordonsundersökningen 4-6 oktober 2006. Refereras i texten med fyrsiffriga nummer.
- 17 Exempel på **etersända reportage från forskning om bilars stabilitet och bromskraftfördelning** förklarad av Lennart Strandberg: SVT-programmet Vetenskap, 1988 (Aktuelltredaktionen); SVT programserie Ratta Rätt del 1&3, 1989 (Utbildningsradion); SVT-programmet Rapport, 1990 (Östnyttredaktionen); SVT-programmet Aktuellt, 1995 (Östnyttredaktionen).
- 18 Strandberg Lennart (1996). **Olycksrisker och bromskraftfördelning i personbilar**. VTI Meddelande nr.768.
- 19 Strandberg Lennart, Franssén Per Olov (2006). Debattartikel i Svenska Dagbladet om **bromsprovning och olycksrisker**. [http://www.svd.se/dynamiskt/brannpunkt/did\\_12348467.asp](http://www.svd.se/dynamiskt/brannpunkt/did_12348467.asp)
- 20 Strandberg L (1983). Danger, rear wheel steering. Journal of Occupational Accidents, vol.5, pp39-58. Elsevier, Amsterdam.
- 21 Härledningen av **uttrycket för centripetalaccelerationen och av girstabilitetskriterierna** i Appendix gäller tvåaxliga fordon, oavsett om de styr med fram- eller bakhjul. Detsamma gäller för referensen nr 12.
- 22 Cenek P D, Jamieson N J, McLaurin M W (200?) **Frictional Characteristics of Roadside Grass Types**. Opus International Consultants, Central Laboratories, Gracefield, New Zealand. Utgivningsår okänt men referenser angivna t.o.m. år 2000. Från <http://www.surfacefriction.org.nz/downloads/PDFs/session%207/4%20%20CENEK%20P%20-%20Frictional%20characteristics%20....pdf> [april 2007].
- 23 Elert Glenn (1998-2007). Friction. Kapitel i 'The Physics Hypertextbook' <http://hypertextbook.com/physics/mechanics/friction/> [april 2007].
- 24 Burg, Heinz & Rau, Hartmut (1981). Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion. ISBN 3 88550 020 5.
- 25 Aanerud Erik (2001). **Utredningsrapport** utan titel utformad som brev 2001-06-14 till Länsförsäkringar Södermanland från Ingenjörfirmaet **Rekon DA** i Norge ([www.rekon-da.no](http://www.rekon-da.no)). Åtta sidor med text, foton och datorutskrifter.
- 26 Aanerud Erik (2003). **Utredningsrapport** utan titel utformad som brev 2003-02-27 till Länsförsäkringar Södermanland från Ingenjörfirmaet **Rekon DA** i Norge ([www.rekon-da.no](http://www.rekon-da.no)). Fyra sidor med text och datorutskrift.
- 27 **Stöttrup-Hansen E, Ahlbom A, Axelson O, Hogstedt C, Juul Jensen U, Olsen J** (1990). Negative Results - no effect or information? *Arbete och Hälsa* 1990:17, Arbetsmiljöinstitutet, 171 84 Solna.