

Till Infrastrukturdepartementet
i.remissvar@regeringskansliet.se

Att: Departementssekreterare Ylva Berg
ylva.berg@regeringskansliet.se

Kunskapsluckor i Transportstyrelsens utredning Korta dragbilar

Regeringen gav 2018-08-31¹ Transportstyrelsen i uppdrag "att utreda säkerhets-
höjande åtgärder för korta dragbilar". Särskilt nämns fällknivseffekten² (*jackknifing*)
som fått sitt namn på grund av liknelsen med en hopfällbar fickkniv."¹

**Detta remissvar beskriver fenomen (utanför Transportstyrelsens utrednings-
ramar) som kan klargöra fällknivsolyckors dynamik, orsaker och motåtgärder**

Fällknivsolyckor behandlades vid ett seminarium i Borlänge 2018-04-05. Dit hade
Transportstyrelsens dåvarande handläggare bjudit in oss i ledningen för föreningen
VETA³. Vi visade video från demokörningar på isbelagd halkbana i Falun med fullt
lastade påhängsvagnar kopplade till två dragbilar med olika axelavstånd. Se bild 1.



Så börjar en fällknivsolycka
En upptäckt genom samverkan i VETA
veta.se mars 2018

VETA-seminarium hos Anders [Gunneriusson](#) & Per Ekström, Transportstyrelsen i Borlänge 5 april 2018

Tredje inlagan om fällknivsoluckyor och Transportstyrelsens utredning Korta dragbilar

Transportstyrelsens utredning kritiserade jag först generellt och teknikvetenskapligt i ett **personligt yttrande 2020-11-15** till Regeringskansliets handläggare (**bilaga 1**). Då argumenterade jag förgäves emot ett ordinärt remissförfarande, men fick gehör för att utöka remissinstanserna med både VETA och högskolor som utbildar i här relevant fordonsdynamik.

Sedan deltog jag i arbetet med **VETA:s remissvar 2021-03-01**, som detaljerat analyserar Transportstyrelsens utredningsförslag och begränsar sig strikt till detta - för att förslagen ska kunna genomföras snabbt och effektivt.

Denna begränsning medför att flera säkerhetsrelevanta fordons- kör- och haveridynamiska fenomen riskerar att förbli okända. Lösbara problem lämnas då utan åtgärd. För att minska denna risk lämnar jag **detta personliga remissvar om dragbilaras fällknivsoluckyor**, som avsiktligt undertryckts i VETA:s remissvar.

Det var klart när enbart timmar återstod av remisstiden. Jag ber därför om överseende med den knapphändiga texten. De (alltför få) bilderna får nu tala för sig själva. Om intresse finns är jag beredd att skapa kurser online tillsammans med kunskapare i mitt nätverk. Kontakt: veta.se, stop.se eller [linkedin.com/in/strandberg](https://www.linkedin.com/in/strandberg)

Avdriftsvinklarna okända även bland släpfordonskonstruktörer på 1970-talet

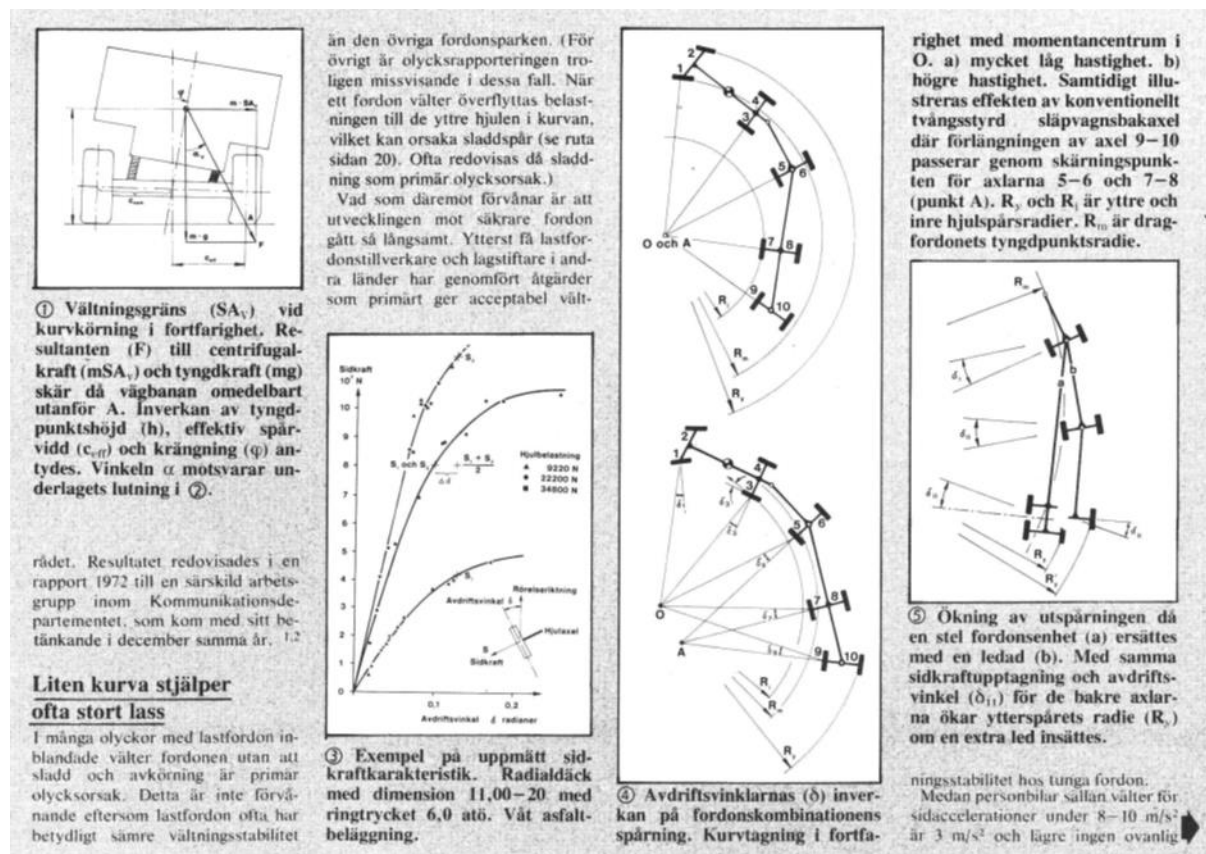


Bild 2. Strandberg (1974), Tunga fordonskombinationers dynamiska stabilitet.

Utdrag från [VTI särtryck nr 6 av artikel i Teknisk Tidskrift nr 3, 1974. Ladda ned fulltext i PDF.](#)

Större sidgrepp bak krävs för girstabilitet

Nevertheless, yaw stability is more likely to be lost on slippery roads. Consider the linear approximation of critical speed (v_c)

$$v_c = \sqrt{\frac{K_{12} \cdot K_{34}}{K_{12} - K_{34}}} \cdot L \cdot g \quad (1)$$

where L is the vehicle wheel-base, g is the acceleration of gravity (9.8 m/s^2) and K is the cornering stiffness coefficient of front (index 12) and rear tyres (index 34) respectively. The quantity K is dimension-less (side Force per normal Force per Radian sideslip angle) but very sensitive to longitudinal (tractive or braking) forces according to the so called friction circle.

Assume that $Lg = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2$ and that $K_{34} = 0.9 K_{12}$ at two different 'adhesion' levels ($K_{12} = 5$ and $K_{12} = 1$ representing wet and icy roads respectively). Though the front/rear coefficient ratio is the same, lowering the overall 'adhesion' level by 80% will result in a reduction of the critical speed from 33.5 m/s (121 km/h) for the wet road to 15 m/s (54 km/h) for the icy road. In practice, the front/rear ratio varies more on icy roads due to longitudinal forces.

Bild 3. Från Strandberg (1998) **Winter braking tests with 66 drivers, different tyres and disconnectable ABS.** Proc pp.58-72, International Workshop on Traffic Accident Reconstruction, [National Research Institute of Police Science](#), Tokyo. Särtryck för VETA 25-årsjubileum kan laddas ned i PDF efter artikeln ["Utveckla varningssystem för svår halka" på NyTeknik.se 2018-02-15.](#)

Negativt sidgrepp på is för tunga fordons däck redan vid små avdriftsvinklar

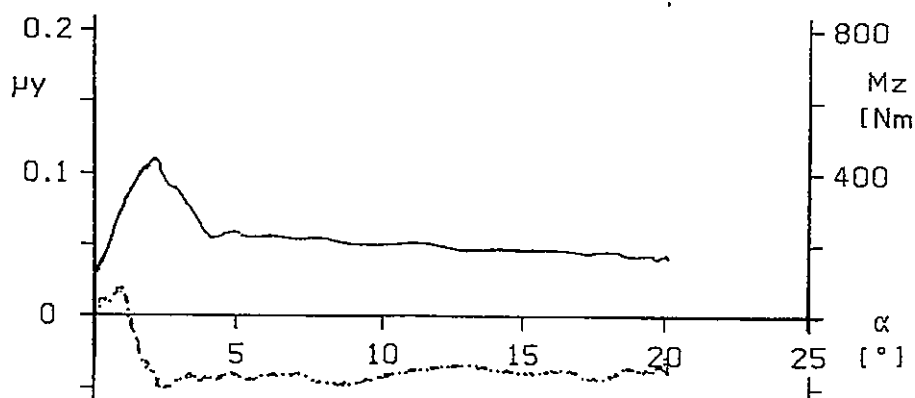


Figure 14 Example of result from measurement of lateral friction on ice with a 380/80 R 22.5 truck tyre at 60 kN wheel load and 8 bar inflation pressure at 30 km/h.

Bild 4 Från [VTI särtryck 220 av Olle Nordström \(1992\)](#)

Antisladdfällan: Hur fällknivsförlopp triggas av Electronic Stability Control, ESC.

Bild 4: Om avdriftsvinkeln för en bils bakhjul är större än ca 2 grader minskar sidgreppet (cornering stiffness coefficient i Bild 3, ekv.1) med ökande avdriftsvinkel.

Har framhjulen då bättre grepp ($K_{12} > K_{34}$ i Bild 3) blir bilen instabil.

Dessutom är friktionstalet på is mycket lågt enligt mätresultaten i Bild 4 för dessa lastfordonsdäck. Det kan trigga ett fällknivsförlopp, speciellt om den elektroniska stabilitetskontrollen (Electronic Stability Control, ESC) bromsar det kurvinre bakhjulet för att återställa styrförmågan, när bilens framhjul har tappat greppet.

Det så kallade antisladdsystemet kan alltså trigga ett sladdförlopp när det är så halt att det bromsade hjulet kräver lång tid för att återta frirullningshastighet.

Simuleringarnas modeller av manöver, väg, förare och fordon - som i verkligheten?



Bild 5. Modell av dragbil med lättglidande vändskiveyta "körs" på simulerad "vägbana" jämn som ett salsgolv i "standardmanöver" (häftig körfältsväxling) med snabbrattande "förare" (blixtsnabb styrreaktion till fullt rattutslag för att stoppa fällknivsrörelsen).



Bild 6. Verklig dragbil med saltkorroderad vändskiveyta har kört om tre andra EU-tradare på verklig vinterväg med uppemot 5 gånger högre friktionstal på barmarken än i snömodden.

Hypotetiskt förlopp: Vid återgång till höger körfält moddplanade ena framhjulet, så att ESC bromsade höger bakhjul på barmark för att återta styrbarheten. Det triggade fällknivsrörelsen som inte kunde hejdas av bakhjulen när de hamnat på snösträngen. Hel bildserie i VETA:s remissvar.

Foto André Tajti från video av Per Thomson <https://youtu.be/oZW7-GR23fs>

Se också bilagans bildserie på sid 8.

Följande sidor (5–11) är bilaga 1: Yttrande om remissförfarandet 2020-11-11.

Yttrande 2020-11-11

BILAGA 1 Sid 5–11

Till Infrastrukturdepartementet

Att: Ylva Berg

ylva.berg@regeringskansliet.se

Farliga fel om korta dragbilar i Transportstyrelsens utredning

I Regeringens uppdrag 2018-08-31⁴ "att utreda säkerhetshöjande åtgärder för korta dragbilar" poängteras att det "korta axelavståndet ger sämre förutsättning att förhindra fällknivseffekten."⁵ "Fenomenet, som observerats under många år, kallas för fällknivseffekten (*jackknifing*) på grund av liknelsen med en hopfällbar fickkniv."¹

Transportstyrelsens rapport 2020-10-15 förnekar dock skälen för Regeringens beslut i referatet på PDF-sida 116:

"Det samlade resultatet av simuleringsstudien är att **kombinationen av dragbil och påhängsvagn är en stabil kombination**, som överträffar de längre och tyngre kombinationer av nordiska och B-dubblar i **alla** uppmätta situationer och **manövrer där jämförelsen är meningsfull. Dragbilens hjulbas och kopplingsavstånd verkar dessutom ha en mycket liten effekt** på fordonskombinationernas prestanda." (min kursivering)

Utredarna misslyckas att rekonstruera de livsfarliga och trafikstörande fällknivsolyckorna med korta EU-dragbilar, som faktiskt har inträffat. Den internationellt uppmärksammade masskraschen⁶ på E4-Tranarpsbron i januari 2013 är ett exempel. I en replik⁷ på generaldirektörens artikel hos DN Debatt 2019-01-29 upplyste vi i föreningen VETA⁸ om att seriekrocken i Skåne inleddes med fällknivshaverier av tre nya EU-dragbilar på väg till vintertester i norr. Foton från olyckor med likadant infällda dragbilar återkommer ofta i massmedia efter ishalka.

Transportstyrelsens förnekande av korta dragbilars problem i utredningsrapporten bygger på författarens utomvetenskapliga resonemang och på överifierade förarschabloner i irrelevanta körsituationer. Några körexperiment med människor som förare tycks utredarna inte ha fått resurser till, trots att man torde ha haft tillgång till VTI:s internationellt välrenommerade körsimulatorer.

Utredningens redovisning av VTI:s studie år 2020 tål knappast att jämföras med VTI:s rapport nr 9 anno 1972. För den studien hade dåvarande kommunikationsministern 1970-02-06 reserverat 500 tusen kronor. Utdrag finns i separat bilaga och hela rapportens två volymer kan laddas ned via länkar i slutnot⁹.

Våra orsaksanalyser i VETA stöds av körförsök vårvintern 2018 med lastade ekipage på NTF:s trafikövningsplats i Falun. Se bildbilagan¹⁰ med länk till video online.

Genom att kombinera vetenskap och beprövad erfarenhet sedan 1970-talet har vi nu på ideell basis kommit fram till flera proaktiva hypoteser om åtgärder mot problemen

med korta dragbilar och fällknivsoluckor. Vi är beredda att redovisa dem online för yrkesfolk, institutioner och studenter, som har adekvat kompetens och vill lösa angelägna samhällsproblem.

Deras intresse hotas dock om ett ordinärt remissförfarande via massmedia får dem att förknippa området med de tillkrånglade, utomvetenskapliga och ignoranta resonemangen i Transportstyrelsens utredningsrapport. Den innehåller dessutom farligt riskkonserverande påståenden, som tyder på omedveten okunnighet exempelvis:

- a) Stor risk för flera typer av instabilitet om EU-dragbilar i Sverige får koppla till två släpfordon (link plus påhängsvagn) med en total ekipagevikt och längd som överskrider vad EU tillåter utanför Sverige.
- b) Otidsenlig vändskivekonstruktion. Om den inte förbättras med underliggande vändkrans kommer kärvande vändskivor fortsätta bidra till dålig styrbarhet och fällknivsoluckor. Den simuleringsmodell som Transportstyrelsen/VTI använde för rapporten 2020-10-15 torde ha haft mindre motståndsmoment än verkliga vändskivor på kraschade dragbilar. Foton finns i bilaga C.
- c) Fortsatt aningslöshet om de varianter av Electronic Stability Control (ESC), som bromsar dragbilens kurvinre bakhjul för att häva understyrning. Bosch Automotive Handbook (5th edition sid 700-701) bekräftar detta utan att varna för en sådan funktions sladdprovocerande och fällknivstriggande effekter.
En enkel demonstration av hur liknande sladdprovokationer kan ha triggat Tranarpsbrokraschen finns nu på video i mitt Google-album online. Länk mejlas separat på begäran.
I stället för den generiska akronymen ESC använder Transportstyrelsen beteckningen ESP i sin utredningsrapport. ESP står för Electronic Stability Programme och är ett registrerat varumärke för Bosch. Detta förefaller olämpligt, om myndigheten vill att andra företag ska bygga bättre system.

I enighet med övriga i VETA:s arbetsgrupp mot fällknivsoluckor vädjar jag därför till Infrastrukturdepartementet att inte sprida Transportstyrelsens rapport 2020-10-15 i ett eventuellt remissförfarande.

Om så ändå sker bör remissfråga ställas även till högskoleinstitutioner med adekvat kompetens men utan finansiellt beroende av Transportstyrelsen. Sådana dialoger skulle kanske medföra kompetensförstärkningar för Sveriges trafik- och transportmyndigheter. Då gäller det att vara varsam med citat från utredningsrapporten i det offentliga samtalet, exempelvis via pressmeddelanden¹¹.

Med vänlig hälsning

Lennart Strandberg
Professor emeritus (Färdssäkerhet)

e-post: LSa@stop.se
Mobiltelefon: 070-5432100

Bilaga A Jämförelse med VTI:s studie 1970–1972 av tunga fordonskombinationer

Transportstyrelsens utredning och rapport¹² 2020-10-15 (med bilaga från VTI¹³ daterad mars 2020) förefaller sakna den teknikvetenskapliga stringens och finansiella styrka som motsvarande utredning vid VTI¹⁴ var baserad på, när jag (LS) i början av 1970 anställdes till utredningen efter civilingenjörs-examen i flygteknik.

Chefen för kommunikationsdepartementet hade då (1970-02-06) beviljat ett anslag på femhundra tusen kronor (i 1970 års penningvärde) till VTI. Se VTI Rapport 9 (1972)⁹ av Nordström, Magnusson, Strandberg. Utdrag bifogas separat (16 sidor PDF).

Hela rapporten i två volymer kan laddas ned via följande webbadresser

Del 1 (157 sidor) https://www.vti.se/sv/Publikationer/Publikation/tunga-fordonskombinationers-dynamiska-stabilitet_674360

Del 1 direkt: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:674360/FULLTEXT01.pdf>

Del2 Appendix A-H: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389157/FULLTEXT01.pdf>

I appendix B redovisas ekvationer och källkod i FORTRAN-CSMP för dubbla körfältsväxlingar med en förarmodell¹⁵ (DAVIS)¹⁶, som styrde bilen så att dess masscentrum följde samma idealbana oavsett hur last och fordonsparametrar varierade. Figurer med fordonsdynamiska storheter redovisas i tabeller och figurer för fyra olika fordonsenheter.

Överingenjör Olle Nordström (nu avliden) tog initiativet även till flera uppföljningsstudier med ytterligare extern finansiering. Där kan nämnas utveckling och uppbyggnad av VTI:s däckprovsnings-anläggning, vars data refereras i VTI-bilagan 2020.

Olle Nordström låg också bakom VTI:s körsimulatorer, som nu skulle behövas för att öka förståelsen av hur förarreaktioner medverkar vid dragbilaras fällknivsoolyckor. Att bedriva förstudier för simulatorns tröghetskraftgenererande rörelsesystem föll på min lott i mitten på 1970-talet. Från den tiden minns jag att rotationsrörelser hos förarplatsen kan ge komplexa tröghetskrafter med relativa och Coriolis' accelerationer för förarkroppen. Man bör därför vara observant på hur fällknivsgirar påverkar förarens perception och motoriska förmåga. Skaderisken får inte heller glömmas bort. Pisksnärtrörelser kan bli flerdimensionella och stora när halskotpelaren tvingar med huvudet i den bältade bälens rörelser.

Enligt uppgift beviljade Transportstyrelsen cirka trehundra tusen kronor till VTI för simuleringsstudien. Den gjordes "under ledning och rekommendationer från [projektledaren vid Transportstyrelsen]" (PDF-sida 118)¹². Detta ter sig som en märklig ordning för ett forskningsteam och kan förklara rapportens brister i transparens och stringens. Där saknas både ekvationer och källkod för simulerings-programmet, som förefaller vara en kommersiell, upphovsrättsskyddad variant av det system som användes öppet av oss vid VTI under 1970-talet. Resultatens ursprung blir därigenom svåra att spåra.

Den äldre och fordontekniskt erfarna handläggare (AG), som tog emot oss i VETA vid ett heldags-möte i Borlänge 2018-04-05, menade då att det behövdes enbart ett regeringsuppdrag för att våra kompetenser skulle kunna tas tillvara. Efter regeringsbeslutet 2018-08-30 utsågs en annan projektledare, som flera gånger avvisat våra erbjudanden om att fortsätta bidra till utredningen enligt AG:s önskemål och utan anspråk på omedelbar ersättning.

Allt detta avviker från praxis för öppen vetenskaplig forskning, men förklaras kanske av att Transportstyrelsen kan ha ålagt projektledaren alltför strikta budgetramar.

Bilaga B Fällknivsreaktion vid körförsök på skiftande vinterväglag med kort dragbil

Skärmdumpar från video inbäddad på <http://www.veta.se/wp/2018/03/28/sa-borjar-en-fallknivsolycka/>

Trots fullt rattutslag (bild 1) lossnar inte dragbilens vändskiva från påhängsvagnens glidplåt och ekipaget åker ostyrbart i samma sidoläge på den isbelagda raksträckan (bild 1-2). Fart högst 25km/h. Vid övergången till snö (bild 2) får framhjulen grepp så att dragbilen sekundsnabbt roterar (bild 3) mot påhängsvagnen. Den extremt låga farten gör att ekipagets rörelseenergi (proportionell mot farten i kvadrat) omsätts till värme innan fällknivsrörelsen fullbordas. Föraren kan återta kontrollen (bild 4),

Beräkningar av dragbilens girvinkelacceleration med kärvande vändskivekoppling bekräftar att föraren är lika chanslös i landsvägsfart som de senaste åren illustreras av otaliga kraschvideon online.



Bilaga C Vändskiva i labb som mäter friktionskraftmoment och på havererad dragbil



Vändskiveytan som VTI:s simuleringsstudie tog sina värden från.

Omslagsfoto till examensarbete vid Chalmers: Characteristics of Fifth Wheel and its Influence on handling and maneuvering of Articulated Heavy vehicles (2018) av Rishabh Nigam. Master's thesis in Automotive Engineering



Dragbil efter olyckan 2017-01-07 på södergående E6/E20 från Helsingborg.

Foto Per Thomson (medlem i VETA).

Bild på olycksplatsen med fällknivat ekipage inleder videon <https://youtu.be/LOhFu9SkBKO>

Bilaga D Slutnoter för remissvar 2021-03-01 och för bilaga 1 med yttrande 2020-11-11 om dragbilar säkert (därför dubletter, sorry)

¹ Uppdrag att utreda säkerhetshöjande åtgärder för korta dragbilar. Regeringsbeslut 2018-08-30 (N2018/04592/MRT) undertecknat av Tomas Eneroth gm Marlene Deogan från Näringsdepartementet till Transportstyrelsen, Norrköping.

² Fällknivsoluckyors förlopp beskrivs i Regeringsbeslutet¹ med orden "Fenomenet, som observerats under många år, kallas för fällknivseffekten (*jackknifing*) på grund av liknelsen med en hopfällbar fickkniv."

³ VETA (Vetenskap och Erfarenhet i Trafiksäkerhetsarbetet) bildades 1993-1994 vid Polishögskolan i Solna. Föreningen är en opolitisk, obunden, ideell förening och den har till ändamål att successivt öka trafiksäkerhetsvetandet genom att systematiskt ta vara på idéer och erfarenhetsbaserad kompetens och genom att medlemmarna tillsammans förädlar det praktiska kunskandet med hjälp av vetenskapliga metoder. Föreningen skall stödja och vara ett forum för forskningsintresserade personer som vill kombinera praktik och vetenskaplig verksamhet i trafiksäkerhetsarbetet (stadgarnas ändamålsparagraf). Webbplatsen veta.se etablerades 1995 när flera organisationer och närmare 100 personer var medlemmar. FoU-anslag på ca 2Mkr erhöles från Skyltfonden vid dåvarande Vägverket. Vi genomförde då körexperiment på 3 olika vinterväglag med 52 sportlovsturister som förare, urkopplingsbar ABS och 9 olika däcktyper. En rapport på engelska kan laddas ned från Ny Teknik under artikeln

<https://www.nyteknik.se/opinion/utveckla-varningssystem-for-svar-halka-6899135> eller direkt via

<https://www.nyteknik.se/opinion/article6899285.ece/BINARY/K%C3%B6rexperiment%20i%20S%C3%A4len.pdf>.

Anslagen gick också till videoproduktion för utbildning av handledare vid privat övningskörning i samarbete med trafikskolorna, som genom bevakning av massmedia hade upptäckt många dödsolyckor och kraftig överrisk för amatörledd övningskörning jämfört med professionell utbildning i övningsbilar med dubbelkontroll.

I arbetet mot fällknivsoluckyor har kunskaperna och erfarenheterna hos VETA-medlemmen Per Thomson varit särskilt värdefulla. För några år sedan fick Per mig inse att rörelserna för en dragbil med skrovlig vändskiveyta inte kan simuleras på vanligt sätt, om fällknivsförlopp ska studeras. De instabiliteter som brukar avslöjas i körfältsväxlingar och kurvkörning är av ett annat slag. I verkligheten kan det räcka att föraren försöker korrigera kursen vid färd rakt fram för att ett fällknivsförlopp ska hota. Har då de belastade kontaktytorna mellan dragbil och påhängsvagn skurit in i varandra, måste föraren vrida mer och mer på ratten tills kraftmomentet från framhjulen övervinner motståndsmomentet i kontaktytan. Då kan motståndsmomentet i kontaktytan plötsligt minska till nära noll. Utifrån Pers uppgifter beräknade jag giraccelerationen hos dragbilen till värden som stämde bra med olycksfilmer på YouTube och med VETA:s körförsök i Falun under första kvartalet 2018. Se bilderna i bilaga B.

⁴ Uppdrag att utreda säkerhetshöjande åtgärder för korta dragbilar. Regeringsbeslut 2018-08-30 (N2018/04592/MRT) undertecknat av Tomas Eneroth gm Marlene Deogan från Näringsdepartementet till Transportstyrelsen, Norrköping.

⁵ Fällknivsoluckyors förlopp beskrivs i Regeringsbeslutet¹ med orden "Fenomenet, som observerats under många år, kallas för fällknivseffekten (*jackknifing*) på grund av liknelsen med en hopfällbar fickkniv."

⁶ Lastbilar var först i masskrocken. DN 2013-01-16 <https://www.dn.se/nyheter/sverige/lastbilar-var-forst-i-masskrocken/> Fakta och foton av de fällknivande tre dragbilarnas vrak från VETA-medlemmen Per Thomson: <http://www.veteranlastbilar.se/Gallery.asp?pageid=871>

⁷ DN Debatt 2019-02-05 <https://www.dn.se/debatt/replikor/situationsberoende-fartgranser-kan-invagga-i-falsk-sakerhet/> med varning för att ESC, (så kallad antisladd) kan förvärra dragbilars fällknivstendens.

⁸ VETA (Vetenskap och Erfarenhet i Trafiksäkerhetsarbetet) bildades 1993-1994 vid Polishögskolan i Solna. Föreningen är en opolitisk, obunden, ideell förening och den har till ändamål att successivt öka trafiksäkerhetsvetandet genom att systematiskt ta vara på idéer och erfarenhetsbaserad kompetens och genom att medlemmarna tillsammans förädlar det praktiska kunskandet med hjälp av vetenskapliga metoder. Föreningen skall stödja och vara ett forum för forskningsintresserade personer som vill kombinera praktik och vetenskaplig verksamhet i trafiksäkerhetsarbetet (stadgarnas ändamålsparagraf). Webbplatsen veta.se etablerades 1995 när flera organisationer och närmare 100 personer var medlemmar. FoU-anslag på ca 2Mkr erhöles från Skyltfonden vid dåvarande Vägverket. Vi genomförde då körexperiment på 3 olika vinterväglag med 52 sportlovsturister som förare, urkopplingsbar ABS och 9 olika däcktyper. En rapport på engelska kan laddas ned från Ny Teknik under artikeln

<https://www.nyteknik.se/opinion/utveckla-varningssystem-for-svar-halka-6899135> eller direkt via

<https://www.nyteknik.se/opinion/article6899285.ece/BINARY/K%C3%B6rexperiment%20i%20S%C3%A4len.pdf>.

Anslagen gick också till videoproduktion för utbildning av handledare vid privat övningskörning i samarbete med trafikskolorna, som genom bevakning av massmedia hade upptäckt många dödsolyckor och kraftig överrisk för amatörledd övningskörning jämfört med professionell utbildning i övningsbilar med dubbelkontroll.

I arbetet mot fällknivolyckor har kunskaperna och erfarenheterna hos VETA-medlemmen Per Thomson varit särskilt värdefulla. För några år sedan fick Per mig inse att rörelserna för en dragbil med skrovlig vändskiveyta inte kan simuleras på vanligt sätt, om fällknivsförlopp ska studeras. De instabiliteter som brukar avslöjas i körfältsväxlingar och kurvkörning är av ett annat slag. I verkligheten kan det räcka att föraren försöker korrigera kursen vid färd rakt fram för att ett fällknivsförlopp ska hota. Har då de belastade kontaktytorna mellan dragbil och påhängsvagn skurit in i varandra, måste föraren vrida mer och mer på ratten tills kraftmomentet från framhjulen övervinner motståndsmomentet i kontaktytan. Då kan motståndsmomentet i kontaktytan plötsligt minska till nära noll. Utifrån Pers uppgifter beräknade jag giraccelerationen hos dragbilen till värden som stämde bra med olycksfilmer på YouTube och med VETA:s körförsök i Falun under första kvartalet 2018. Se bilderna i bilaga B.

⁹ VTI Rapport 9 Del1: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:674360/FULLTEXT01.pdf>

VTI Rapport 9 Del2 Bilagor: <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389157/FULLTEXT01.pdf>

¹⁰ Trots fullt rattutslag lossnar inte dragbilens vändskiva från påhängsvagnens glidplåt och ekipaget åker ostyrbart i samma sidoläge på den isbelagda raksträckan. Vid övergången till snö får framhjulen grepp så att dragbilen sekundsnabbt faller in sig mot påhängsvagnen. Den låga farten gör att föraren kan återfå kontrollen, innan fällknivsrörelsen fullbordats. Beräkningar av dragbilens girvinkelacceleration med kärvande vändskivekoppling bekräftar att föraren är lika chanslös i landsvägsfart som illustreras av otaliga kraschvideon online.

¹¹ Pressmeddelandet 2020-10-15 <https://www.transportstyrelsen.se/sv/publikationer-och-rapporter/rapporter/vag/utredning-av-sakerhetshojande-atgarder-for-korta-dragbilar/> kan utan vetenskapligt samförstånd därom ge intrycket att tillräckligt "tryck på drivande axel" skulle lösa även säkerhetsproblemen som uppmärksammades i Regeringens beslut 2018-08-30.

Den som har gymnasiekunskaper i fysik torde undra över om det behövs en så avancerad utredning för att komma fram till den sista satsen: *"Det betyder att lastbilen i fordonskombinationer med högre sammanlagda bruttovikter behöver ha ett högre drivaxeltryck jämfört med lättare kombinationer."* För mina studenter räckte det med konstaterandet att *"drivhjulsbelastningen går över friktionstalet måste vara större än fordonstyngheten går över lutningstangenten"*.

¹² Nedladdningsbar fulltext av Transportstyrelsens rapport 2020-10-15 (med VTI:s simuleringsstudie i bilaga 2) <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/vag/sakerhet/utredning-av-sakerhetshojande-atgarder-for-korta-dragbilar.pdf>

¹³ VTI står 2020 för Statens väg- och transportforskningsinstitut i Linköping.

¹⁴ VTI stod 1972 för Statens väg- och trafikinstitut i Stockholm.

¹⁵ Förarmodellen som vi (LS) utvecklade vid VTI 1970–1972 beskrivs på sidorna B15-B18 i bilagedelen av Nordström m.fl. (1972) <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389157/FULLTEXT01.pdf>

¹⁶ Förarmodellen DAVIS (Driver Approximation for Vehicle Investigation by Simulation) beskrivs mer detaljerat av L Strandberg i Lateral Stability of Road Tankers (1978) på PDF-sidorna 45-51 i VTI Report 138A vol2 <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:1429774/FULLTEXT01.pdf>.