

Gépjármű asszisztens berendezések biztonságtechnikai aspektusai



Dr. Ing. Kőfalvi Gyula EbK Crash Center Laboratories

A gépjármű közlekedés főbb járműdinamikai szempontjai

Oldalstabilitás

Borulás

Komfort

Fékezés

Trakció

Íránystabilitás

Rakomány

Biztonság

Gazdaságosság

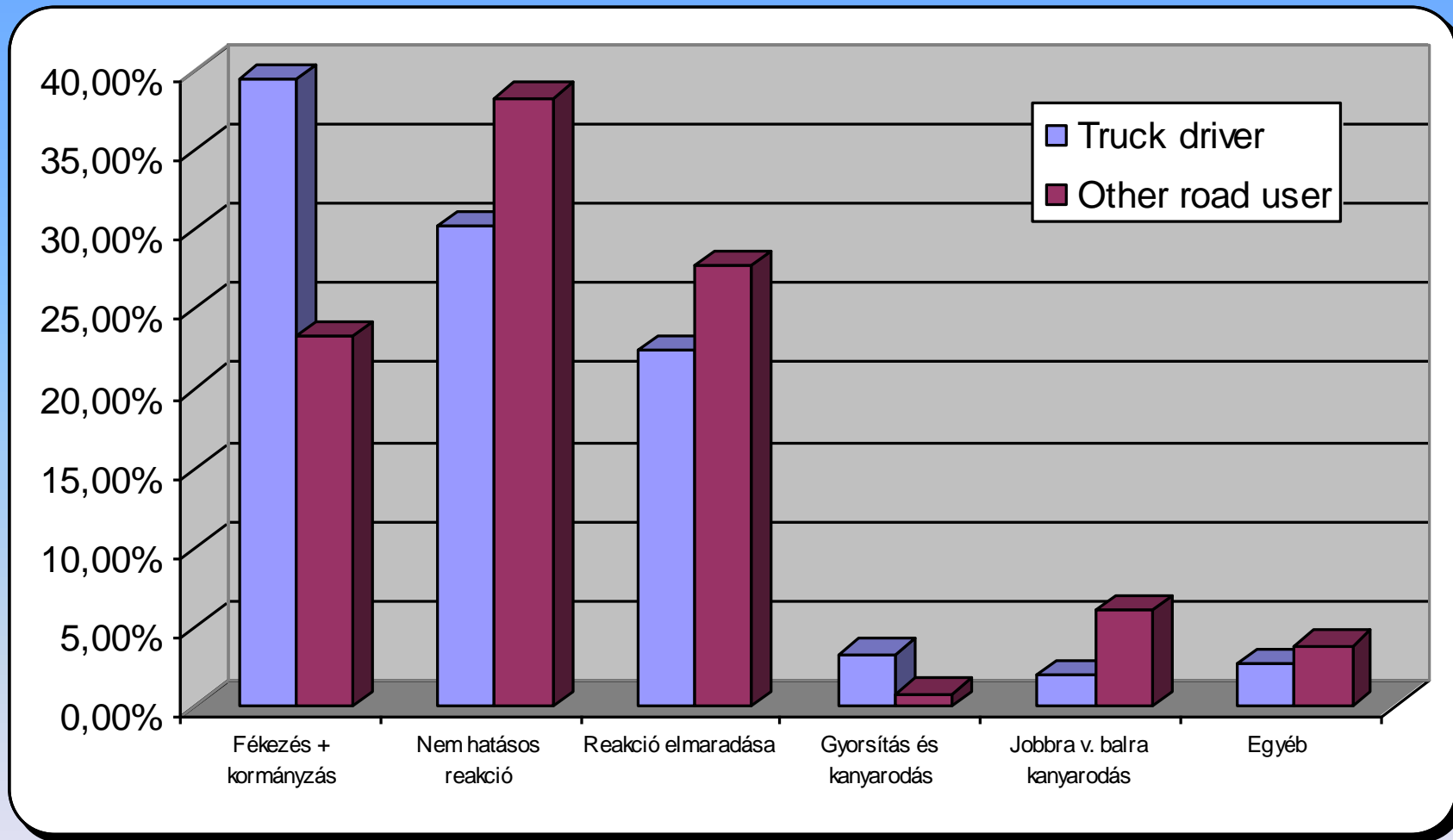
Környezetvédelem?

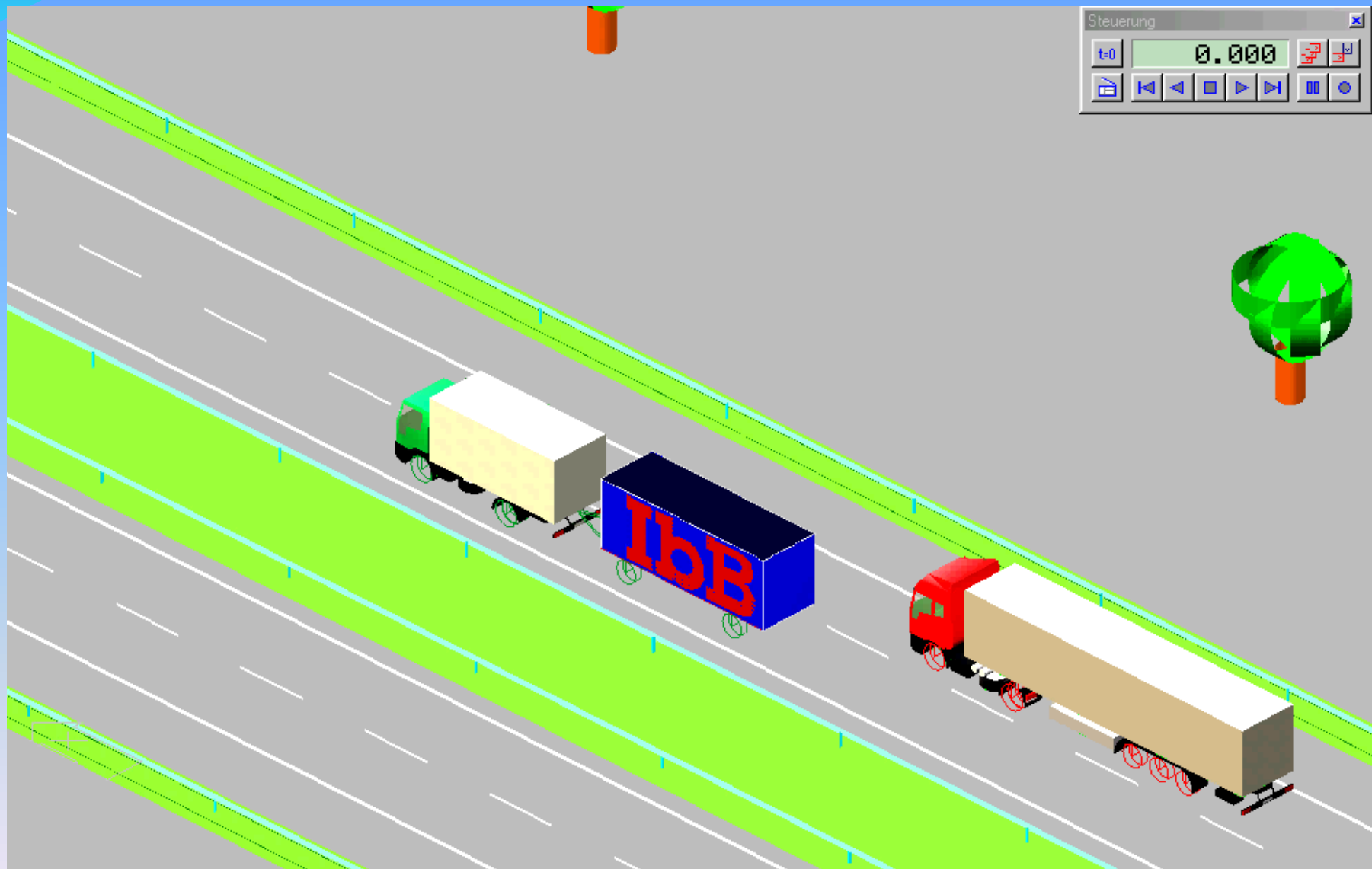


Különböző gépjármű lassulások féktávolság különbsége



Járművezetői reakciók baleset előtt





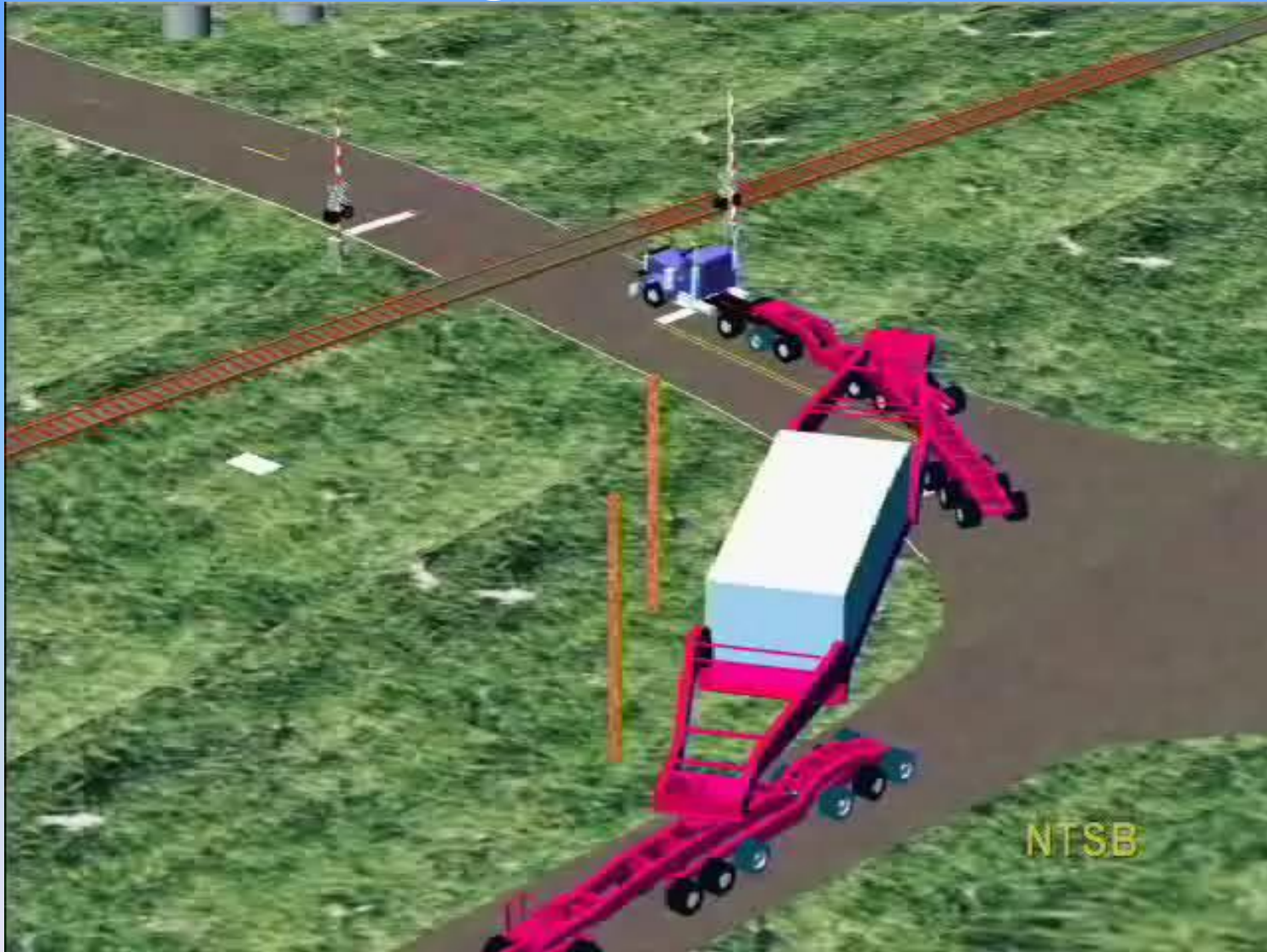
A nyerges szerelvény becsuklás folyamata

Haszongépjármű balesetek



Nyerges szerelvény becsuklásos
baleset autópályán

Haszongépjármű balesetek

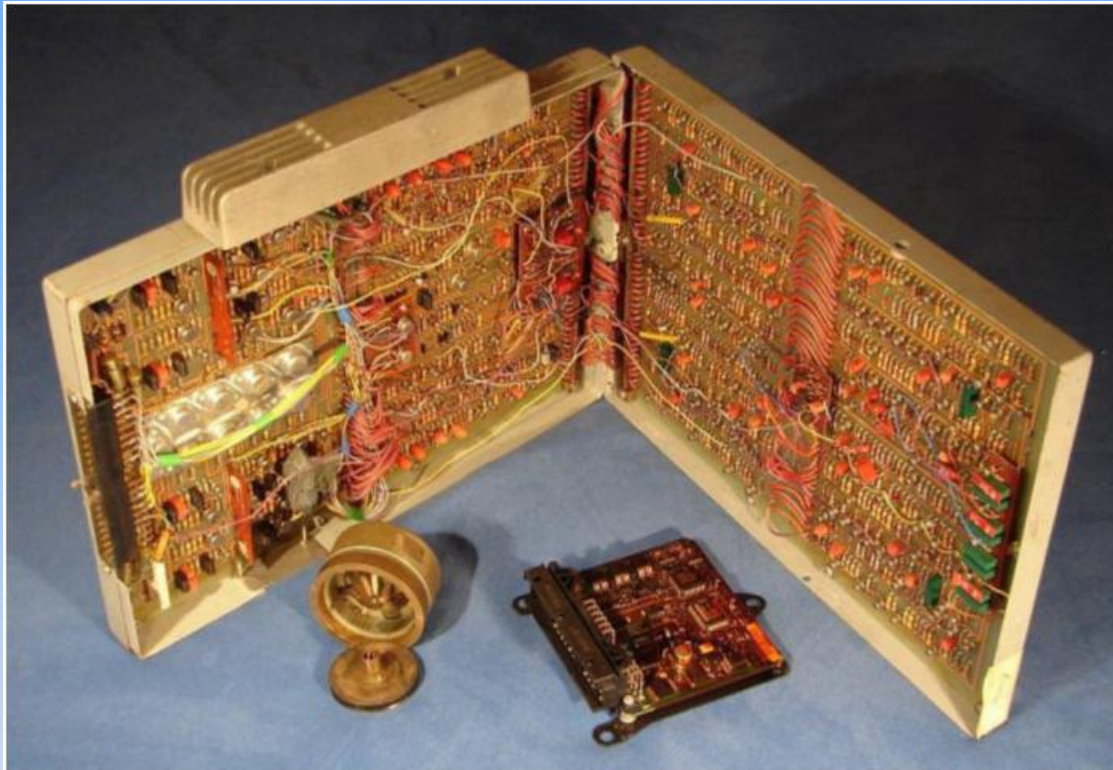


Túlméretes szerelvény áthaladása vasúti átjárón/USA

- **Korai asszisztens berendezések :**
- **USA 1938**
(USA AVI)
- **Gyalogos balesetek /Zomotor Á. Mercedes-Benz**
1982
(AVI)

Korai fékasszisztens

ABS(Automatikus Kerék Blokkolásgátló)



Wabco ABS első generáció 1981



1995 4.
Generáció

Advanced Driver Assistance System (ADAS)

- **Accident Emergency Call System (AECS) /eCall**
- **Adaptive Cruise Control (ACC)**
- **Autonomous Emergency Braking (AEB)**
- **Adaptive Front Lights (AFL)**
- **Blind Spot Monitoring (BSM)**
- **Curve Speed Warning (CSW)**
- **Driver Monitoring Systems (DMS)**
- **Electronic Stability Control (ESC)**
- **Forward Collision Warning (FCW)**

- **Heads-Up Display (HUD)**
- **Intelligent Speed Adaptation (ISA)**
- **Lane Departure Warning (LDW)**
- **Night Vision System (NVS)**
- **Parking Assistance (PA)**
- **Pedestrian Detection System (PDS)**
- **Road Sign Recognition (RSR)**
- **Railway Level Crossing Warning (LC)**
- **Surround View Cameras (SVC)**

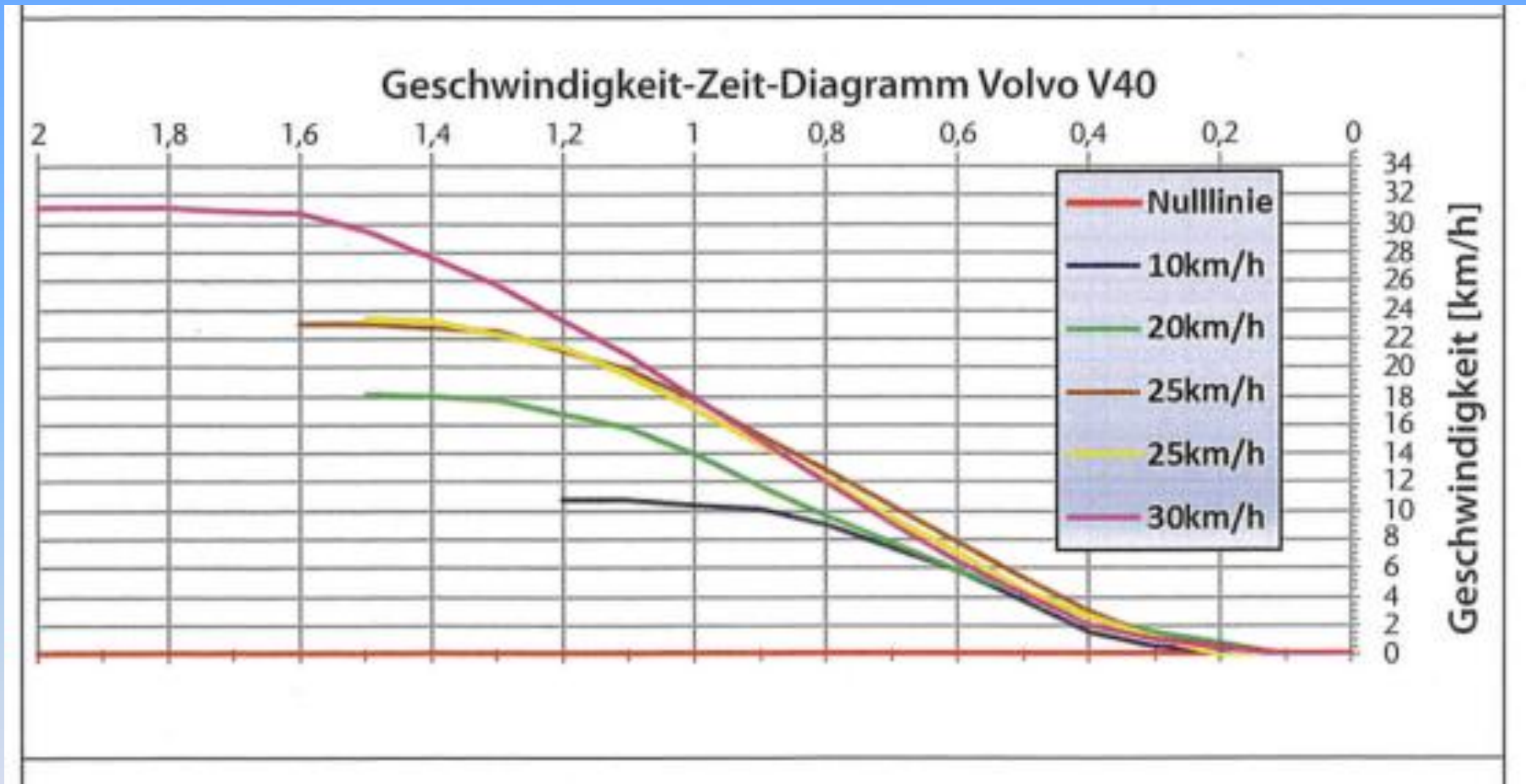
- **Fékasszisztens** (a fékpedál működtetést folyamatossá teszi)
- **Vészfékasszisztens**(autonóm érzékelés és fékezés)
- **ACC**-széria bevezetés 2002
- **City Brake/City Safety** bevezetés 2007
- **City Brake/City Safety** (gyalogos felismerés) 2013
- (Vertal avi)

- Problémakör:
- -alacsony tapadású útfelület
- -eső/hó
- Objektumok hibás észlelése/v. nem észlelése

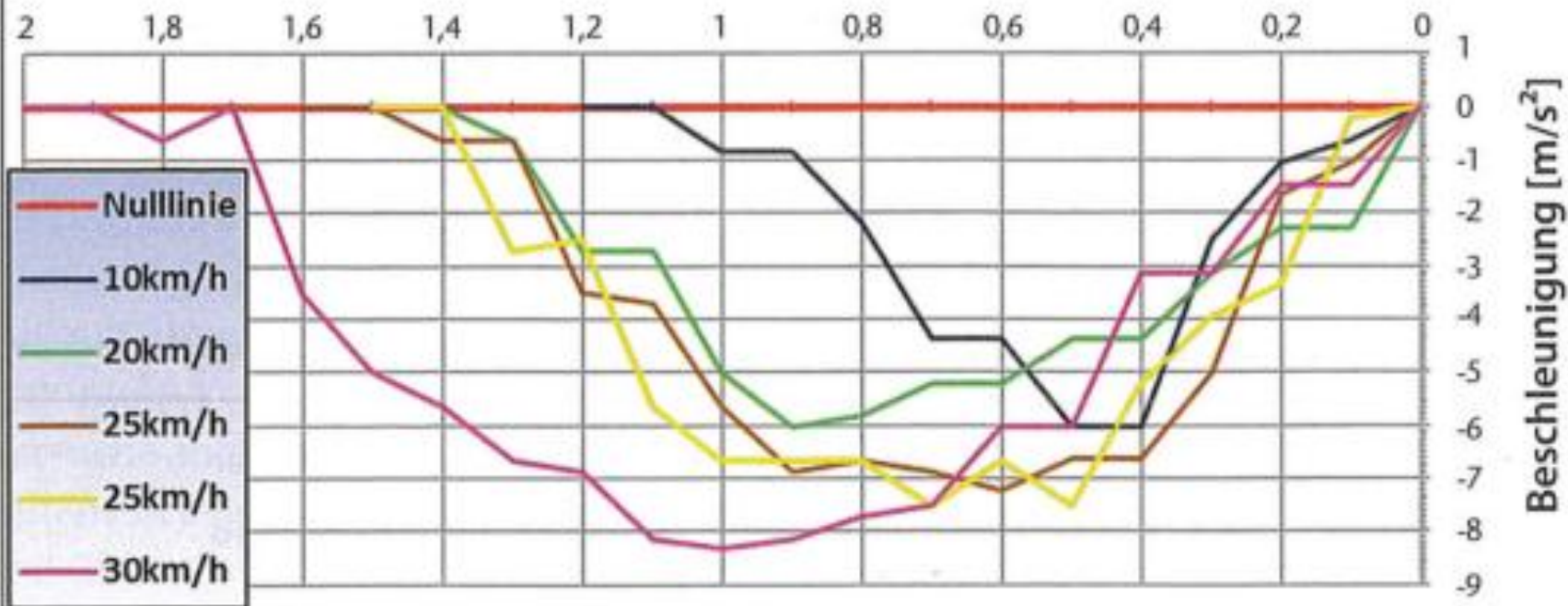
Szenzortechnikai megoldások

- LIDAR- (Light Detection and Ranging) lézer
 - - költséghatékony
 - -hatótávolság ca.15 m
- RADAR- 24 GHz-nagyobb hatótávolság
- Kamera rendszer –mono
 - -sztereo
- VOLVO: Lidar-Radar-Mono kamera
- Mercedes: Több radar-Sztereo kamera
- Toyota : a gyalogos behaladását is érzékeli és feldolgozza, AEB működik mielőtt a gyalogos behalad a jármű sávjába

Gyalogosérzékelő berendezések teszteredményei



Beschleunigung-Zeit-Diagramm Volvo V40
Zeit [sek]



Gyalogos felismerő rendszerek hatásossága

Hersteller Modellbezeichnung	Lexus LS 600h L	Volvo V40	Mercedes E-Klasse	BMW 3er GT	Mobileye Mobileye 560
Stehender Erwachsener	1,0	1,8	1,0	3,7	3,9
	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit
10 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Vermeidung
20 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Vermeidung
30 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Vermeidung
40 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Vermeidung
50 km/h	Vermeidung	Abbau	Vermeidung	Abbau	kein Abbau
60 km/h	Abbau	kein Abbau	Abbau	kein Abbau	kein Abbau

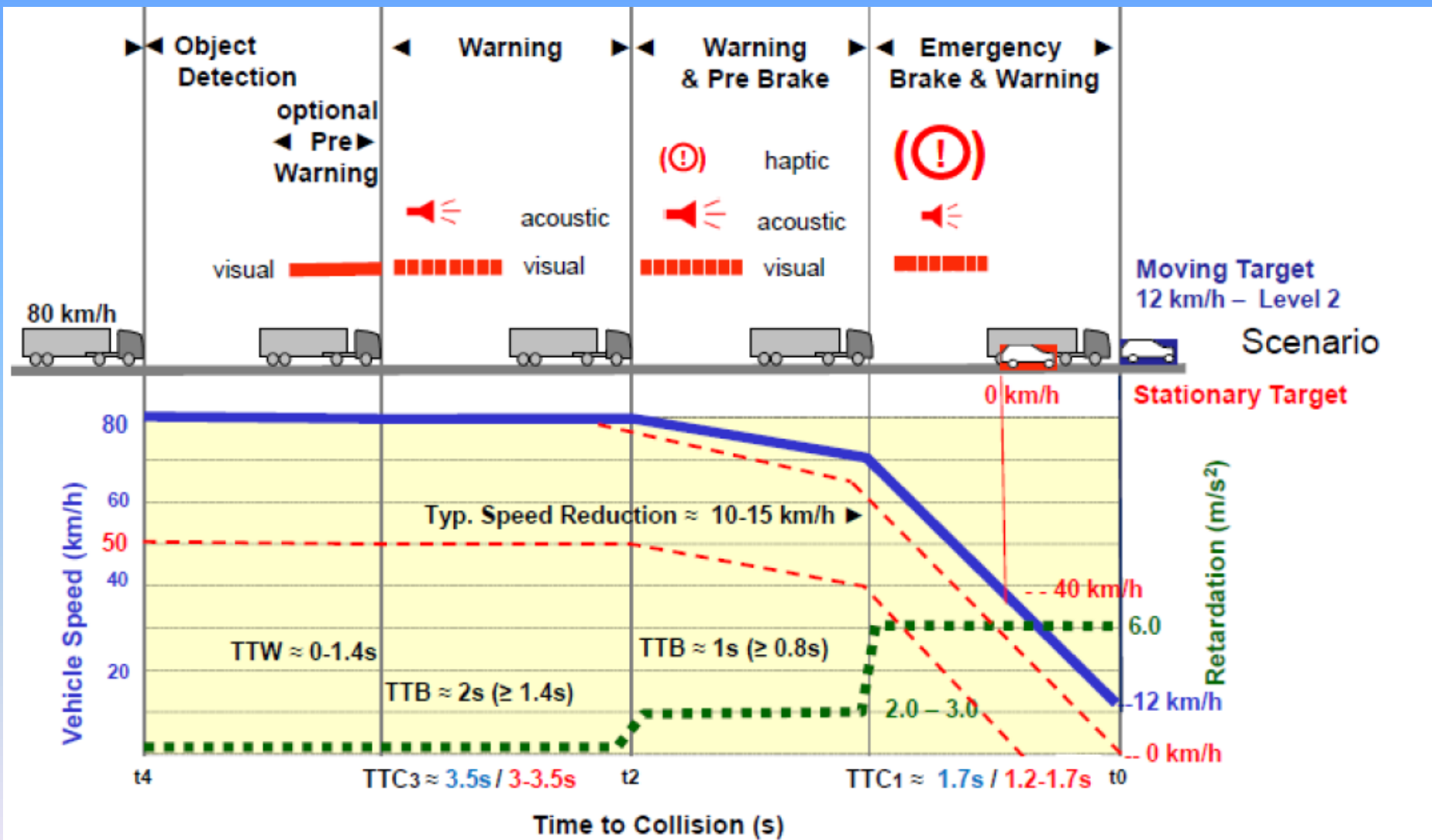
Hersteller Modellbezeichnung	Lexus LS 600h L	Volvo V40	Mercedes E-Klasse	BMW 3er GT	Mobileye Mobileye 560
Gehender Erwachsener	1,1	1,0	3,1	3,7	4,5
	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit
10 km/h	kein Abbau	Vermeidung	Vermeidung	kein Abbau	kein Abbau
20 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Vermeidung
30 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Abbau	Abbau
40 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Abbau	Abbau
50 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Abbau	Abbau
60 km/h	Vermeidung	Abbau	kein Abbau	Abbau	kein Abbau

Hersteller Modellbezeichnung	Lexus LS 600h L	Volvo V40	Mercedes E-Klasse	BMW 3er GT	Mobileye Mobileye 560
Gehendes Kind	2,8	3,7	4,0	3,8	5,0
	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit	Kollisions- geschwindigkeit
10 km/h	Vermeidung	Vermeidung	kein Abbau	kein Abbau	kein Abbau
20 km/h	Vermeidung	Vermeidung	Abbau	Abbau	Abbau
30 km/h	Abbau	Abbau	Abbau	Abbau	Abbau
40 km/h	Abbau	kein Abbau	Abbau	Abbau	kein Abbau
50 km/h	Abbau	kein Abbau	Abbau	Abbau	kein Abbau
60 km/h	Abbau	kein Abbau	kein Abbau	Abbau	kein Abbau

Hersteller Modellbezeichnung	Lexus LS 600h L	Volvo V40	Mercedes E-Klasse	BMW 3er GT	Mobileye Mobileye 560
Stoppender Erwachsener	3,0	2,0	4,0	2,0	2,5
Warnung, TTC	TTC 0,9–1,2	yes	none	TTC 0,5–0,7	TTC 1,0–1,3
Bremsung, Max_Verzögerung [m/s ²]	10,4 m/s ²	11,7 m/s ²	none	3,8 m/s ²	none
Endgeschwindigkeit (von 30 km/h)	4,3 km/h	14 km/h	30 km/h	26 km/h	30 km/h

TTC-Time To Collision= S_{rel}/V_{rel}

Actros-AEBS fékasszisztens fázisai 347/2012/EC



Tesla S gépkocsi balesete

2016. 05.07. Williston, Florida

- **Járművek:**
- **Tesla S 70 D /2015**
- Tesla Autopilot Driver Assistance System(DAS)
- Bosch radar(24 GHz), ideális hatótáv 160 m
- Optika: MobilEye, Monocrom 1 Mpixel
- Ultrasonic Sensor System, elöl/hátul
- Event Data Recorder (EDR) „fekete doboz„
- Traffic-Aware Cruise Control (TACC)
- Autosteer lane-keeping system

- Freighliner Cascadia 20143/ Utility 3000R
hűtő szerelvény
- Útpálya : forgalmi jelzőlámpa nélküli kereszteződés
- Tesla számára egyenes két forgalmi sáv
- Tgk. szerelvény: balra nagyívben kanyarodik

Tesla haladási pálya



Kamion

Tesla vezető nézőpont

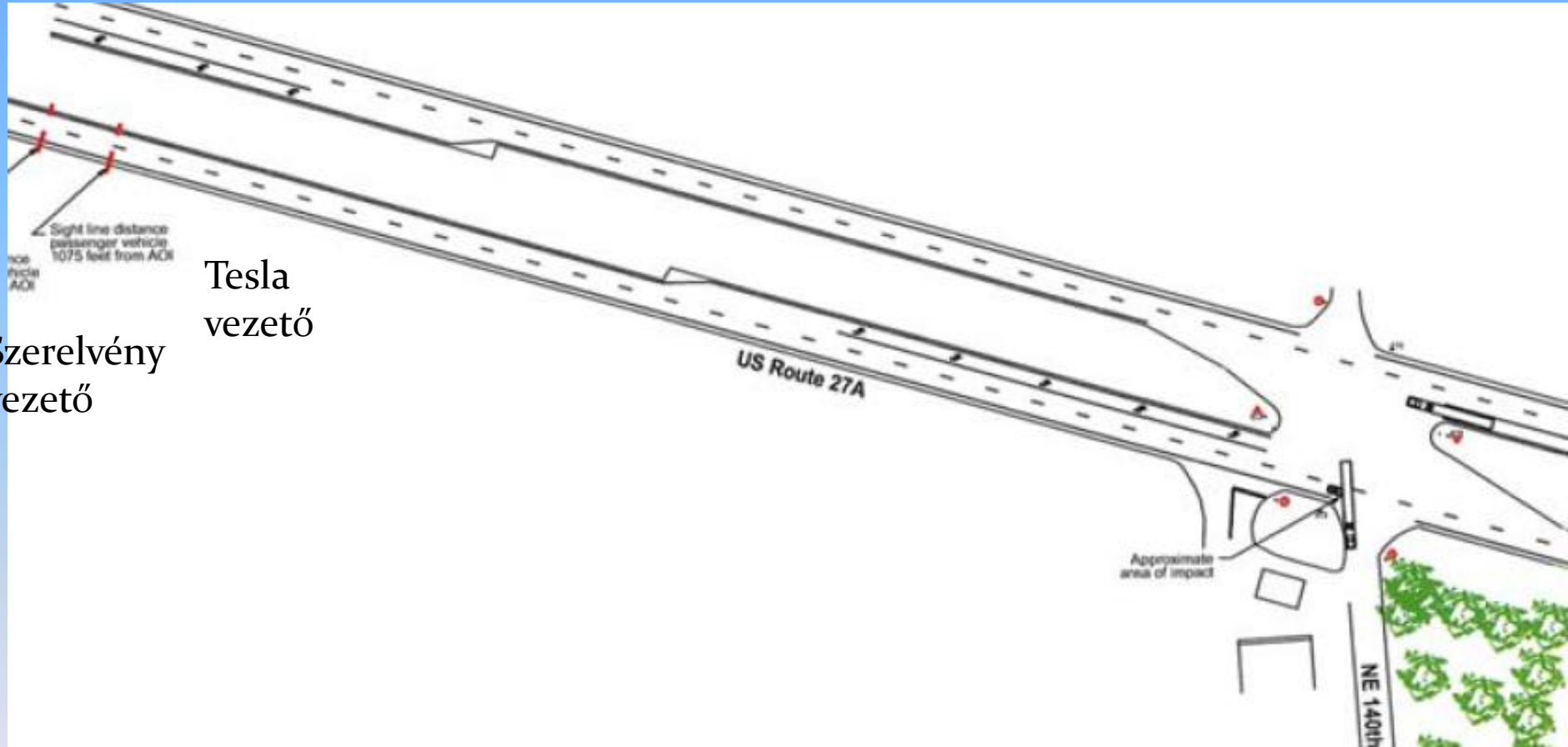


Tehergépkocsi vezető nézőpont





Látótávolság



Szerelvény vezető

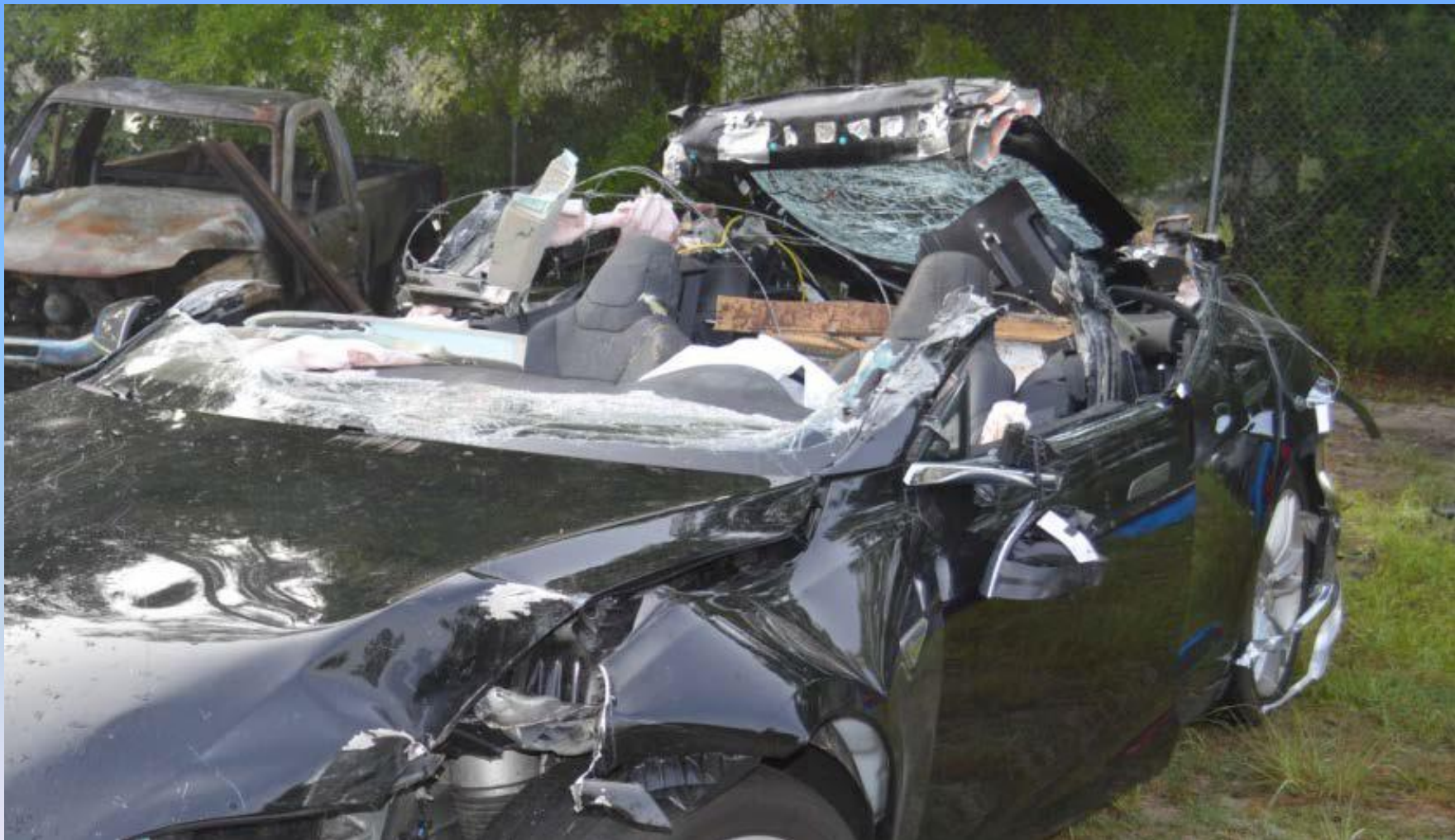
Tesla vezető

$S_{\text{tesla}} \sim 333 \text{ m}$ $S_{\text{kamion}} \text{ ca} \sim 351 \text{ m}$

Sebességek

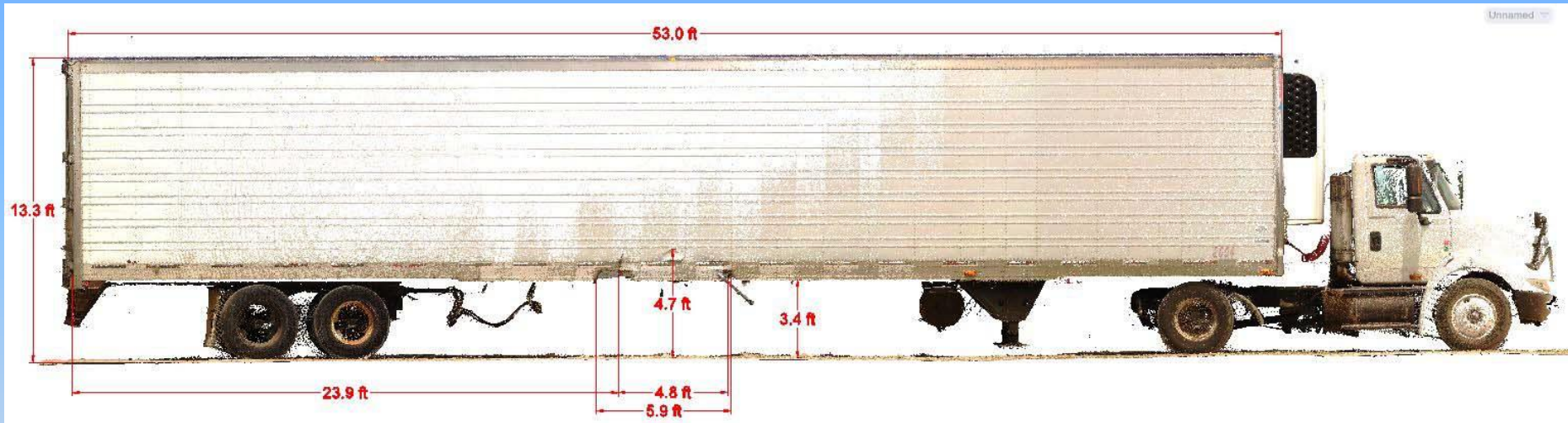
- $V_{\text{Teslaü}} = 74,0 \text{ mph} \sim 118,5 \text{ km/h}$
- $V_{\text{Freightliner}} = 12,0\text{-}13,0 \text{ mph}$ ütközés $\sim 20,0 \text{ km/h}$
- $\text{TTC}_{\text{Freightliner}} = 3,4\text{-}3,9 \text{ s}$

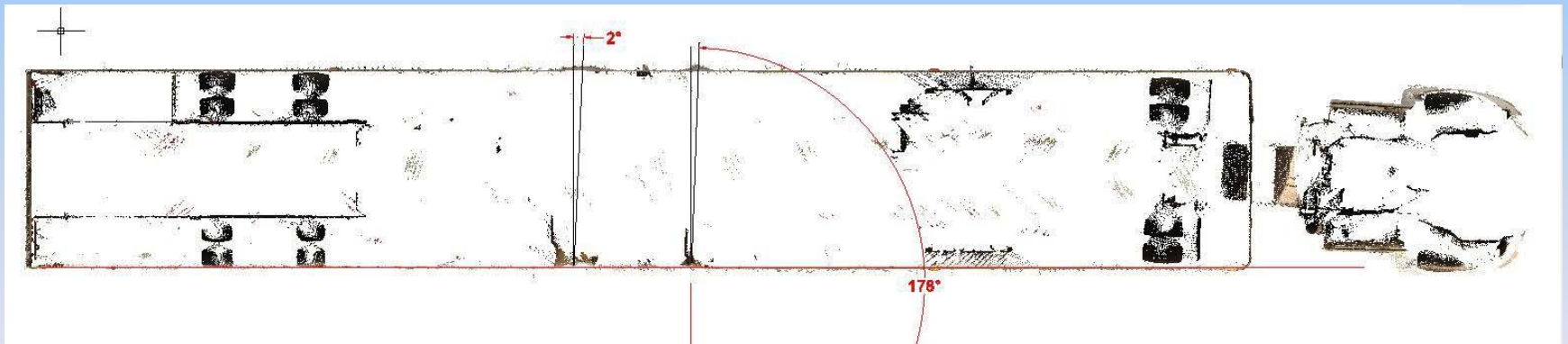
Jármű deformációk











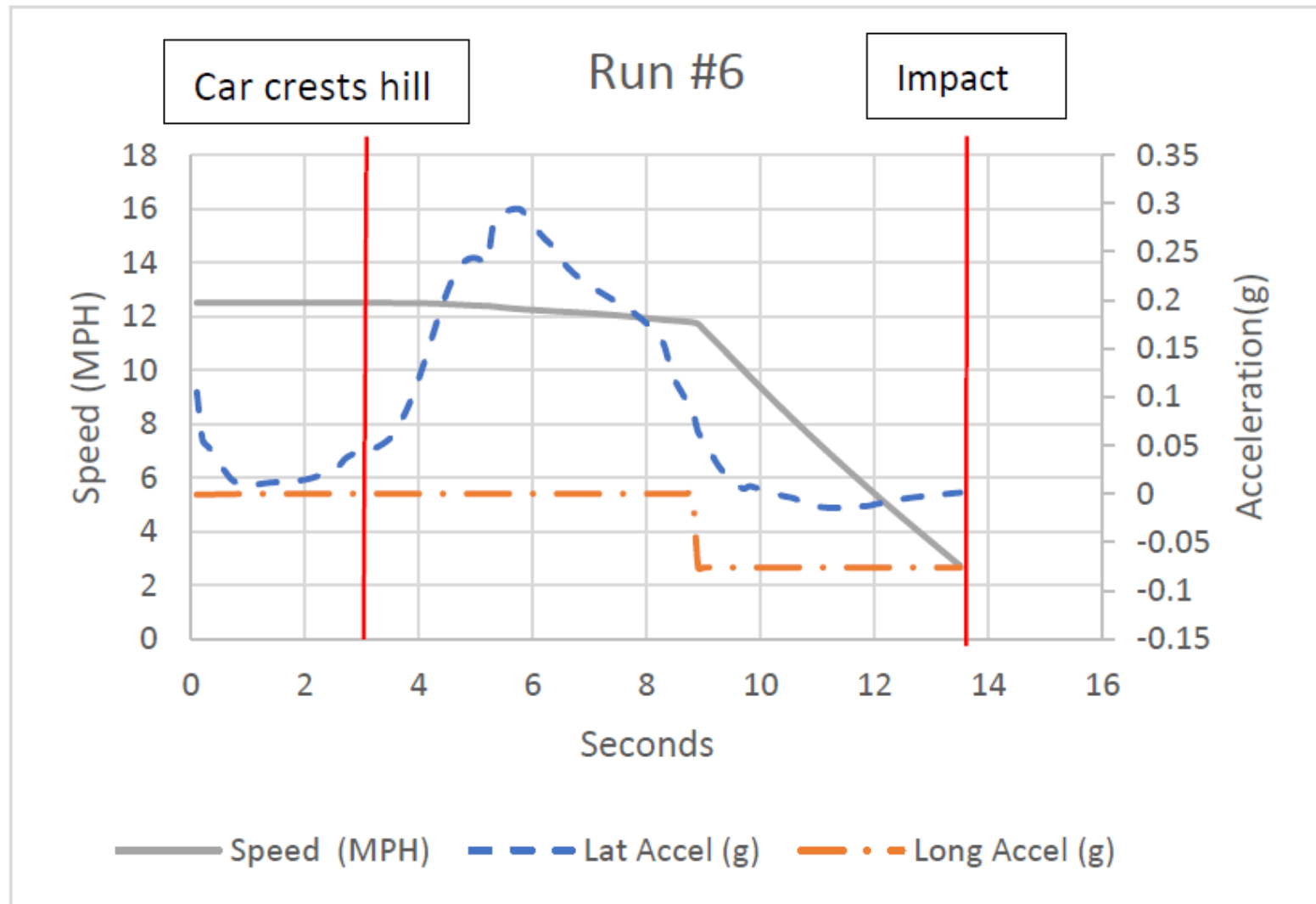
Ütközési helyzet



Balesetrekonstrukció

Run #	Initial speed (mph)	Max acceleration (g)	Time-to-Contact (TTC)	
			Front of tractor is approximately parallel with the left edge of the left turn lane of eastbound US-27A (sec)	Front of tractor first crosses into the eastbound travel lanes of US-27A from the median (sec)
#1	0	0.035	4.5	3.9
#2	0	0.05	4.0	3.5
#3	5	0.035	4.4	3.7
#4	5	0.05	4.0	3.5
#5	14	0.10	3.9	3.4
#6	13	Braking only	7.0	6.2

Kamion haladás szimuláció



Tesla vezető

- A 40 éves férfi,
- Biztonsági övet használt
- Nagy, tompa erőhatás a fejen.
- A karokon kétoldali törések és zúzódások.
- Kismértékű bal tüdővérzés
- További sérüléseket nem dokumentáltak a törzsön vagy az alsó végtagokon.

Tesla vezető sérülései

Table 1: Injury Documentation and Coding

Injury Description	ICAO Code
Massive craniocerebral blunt trauma with facial and scalp lacerations	Fatal
Open fractures of calvarium and skull base with avulsion of the brain and upper brainstem	
Vertically oriented 7" laceration extending from superior right orbit into posterior right parietal scalp, empty cranial cavity visible	
Left frontal scalp laceration (1.25")	
Left superior frontal scalp laceration (1.25")	
Laceration above and to the left of the left eye (3.25") and abrasion (4" x 1.75")	
Multiple linear and punctate cuts over left cheek and mandible (5" x 4")	
Bilateral fractures of maxilla and mandible	
Contusion (4" x 1.5") on right upper arm involving medial deltoid region	
Linear and irregular abrasions (8" x 5") from elbow to wrist along ulnar aspect of left arm	
Multiple contusions and small linear abrasions on dorsum of left hand and fingers	
Small contusions of right and left lungs	

NTSB jelentés megállapításai:

- A Tesla automatizált járművezérlő rendszer nem tudta azonosítani a tehergépkocsit, ezért a figyelmeztető rendszer sem adott jelzést és az automatikus vészfékezés nem aktiválódott.
- Amennyiben az automatizált járművezérlő rendszerek nem korlátozzák automatikusan saját működésüket olyan körülményekre, amelyekre tervezték és megfelelőek, a járművezetői hibák továbbra is fennállnak.
- Az Autopilot rendszer programja túlzottan támaszkodott az automatizálásra és a rendszer korlátok megértése is hiányzott.

- A Tesla "Autopilot" rendszer pályakövetése és a kormánykerék interakciójára adott válasza nem hatékony módja a járművezető i hibás döntések elkerülésre.
- A Tesla az ütközés után változtatásokat hajtott végre "Autopilot" rendszerében.
- A változtatásban csökkentette azt az időtartamot, amíg az "Autopilot" rendszer figyelmeztetést / riasztást ad ki, amikor a vezető keze nincs a kormánykeréken.

- A fáradtság, az útpálya kialakítása és a mechanikai rendszerhibák nem voltak az ütközés meghatározó tényezői.
- Nincs bizonyíték arra vonatkozóan, hogy a teherautó-vezető mobiltelefont használt.
- Jóllehet a Tesla-vezető nem tartotta be a járművezetési feladatát, a figyelmének elmaradási okát egyértelműen nem lehetett megállapítani.
- A kábítószer-vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a teherautó-vezető a baleset előtt marihuánát fogyasztott, a baleset idején az esetleges hátrányos szintje nem volt meghatározható .

**Köszönöm megtisztelő
figyelmüket**