

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**

**Korszerű járműdinamikai mérések tapasztalatai, az  
eredmények felhasználási lehetőségei**

Szerzők:

Dr. Melegh Gábor<sup>1</sup>

Sesztakov Viktor<sup>2</sup>

2008

1: Dr. Melegh Gábor: egyetemi docens, tanszékvezető

2: Sesztakov Viktor: PhD hallgató

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	3
2. A mai járművek menetdinamikai jeladói.....	3
ABS jeladók (keréksebesség érzékelők) .....	3
Kormányszög jeladók .....	3
Gyorsulás-szenzorok .....	3
Szögsebesség érzékelők .....	3
3. Korszerű mérőegységek .....	4
A méréseimnél használt eszközök .....	4
XL Meter Pro Gamma .....	4
VDSU II.....	5
G-TechProRR.....	6
AutoEnginuity's ScanTool .....	7
Videokamera .....	8
Egyéb korszerű mérőrendszerek .....	9
Pocket DAQ.....	9
V-BOX műszercsalád .....	10
Correxit Pitch and Roll System.....	11
További hasznos mérőeszközök egyszerűbb mérésekhez .....	12
E-tanú .....	12
VC3000 DAQ .....	13
DriftBox és PerformanceBox .....	14
MicroSAT .....	15
Dynolicious (iPhone) .....	16
4. Az adatfeldolgozás módja .....	17
Táblázatkezelő segítségével .....	17
Célprogram használatával .....	17
5. Kiértékelési tapasztalatok .....	17
Szlip – gyorsulás – bólintás.....	18
$a_x$ , $a_y$ , $a_z$ és $ a  \sim a$ kocsitestre ható erő „nagysága” .....	21
Oldalgyorsulás és „oldalszlip” .....	22
Oldalgyorsulás és billenés .....	24
$v(s)$ keréksebességből és gyorsulásból számítva .....	25
Helykoordináták meghatározása GPS nélkül.....	26
6. Összefoglalás .....	27
7. Források.....	28

## 1. Bevezetés

A mai korszerű járművek az elektronikus menetstabilizáló rendszereknek (ABS, ESP) köszönhetően több menetdinamikai szenzorral is rendelkeznek. A gyártók a költségcsökkentés érdekében igyekeznek minél kevesebb szenzor segítségével kiszámítani a jármű aktuális mozgásállapotát, azonban a tömeggyártás okozta árcsökkenés ma már lehetővé teszi, hogy több érzékelőt beépítsünk, miáltal pontosabb modelleket és értékeket kaphatunk. További előnyként jelentkezik a jármű - mint rendszer - különféle moduljainak összekapcsolhatóságával kinyerhető új adatok léte, a jármű útpályájának és dinamikai állapotának többféle modellen keresztül történő számításának lehetősége, a modellek hibájának csökkentése, illetve más jellegű jeladók elhagyhatósága.

Előadásomban bemutatom a járműveken ma használatos menetdinamikai jeladókat, a méréseimben használt szenzorokat és mérőegységeket, az adatfeldolgozás lehetséges módjait, végül a kiértékelés tapasztalatait.

## 2. A mai járművek menetdinamikai jeladói

### ABS jeladók (keréksebesség érzékelők)

Léteznek induktív, valamint Hall effektus alapján működő jeladók.

### Kormányszög jeladók

Ezek a szenzorok általában magnetorezisztív elven működnek, eltérő fogszámú kis fogaskerekek felhasználásával.

### Gyorsulás-szenzorok

Működési elvüket tekintve megkülönböztetünk kapacitív, piezoelektromos, piezorezisztív valamint termodinamikusan gyorsulás-szenzorokat.

### Szögsebesség érzékelők

Rezonátor-giroszkóp elven működnek.

### 3. Korszerű mérőegységek

#### A méréseimnél használt eszközök

##### XL Meter Pro Gamma

Elektronikus mérőeszköz, melyet kifejezetten menetdinamikai mérésekre (elsődlegesen fékvizsgálatokra) fejlesztettek ki. Robusztus szerkezet, tapadókorongja segítségével masszívan rögzül a gépkocsi szélvédőjéhez. A berendezés hossz- és keresztirányú gyorsulásokat képes mérni, digitális kijelzővel rendelkezik, mely a mérés befejeztével megjeleníti a fékezésre/gyorsulásra vonatkozó legfőbb adatokat. Lehetőség van pedálerő mérésére is, egy külső csatlakozón keresztül. Az XL Vision kiértékelő szoftver segítségével a PC-n kirajzolásra kerülnek a foronómiai görbék, mely értékeit a program az adatok betöltése után azonnal számítja. Az ASCII formátumban tárolt adatok a PC-Crash ill. a Virtual Crash balesetrekonstruktív programok számára is hozzáférhetők.



Technikai adatok:

- mérési tartomány:  $\pm 14 \text{ m/s}^2$ ; (kiterjesztett:  $\pm 20 \text{ m/s}^2$ )
- érzékenység:  $0,002 \text{ m/s}^2$ ;
- adatgyűjtési frekvencia: 25 Hz; 50 Hz; 100 Hz; 200 Hz.

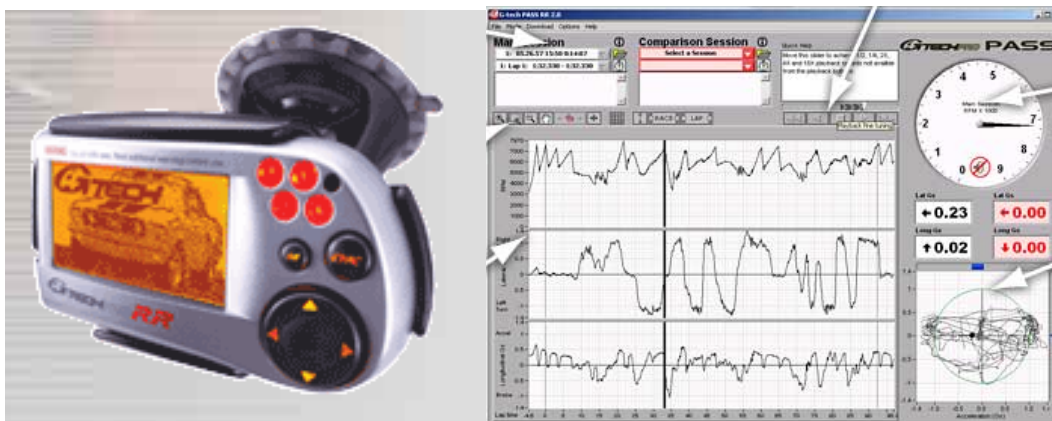
## VDSU II

A menetdinamikai mérőeszközök legújabb generációja, mely egyidejűleg 3 koordinátás (x,y,z) gyorsulásmérésre és 3 koordinátás (x,y,z tengely körüli) szögsebesség mérésére képes. A mért adatokat CAN vagy USB kapcsolaton továbbítja. Az eszközt a hazai Inventura Kft. készíti.



## G-TechProRR

Elektronikus 3-irányú gyorsulásmérő, bólintáskorrekcióval. Elsődlegesen gyorsulás mérésére fejlesztették. A 3-irányú szenzorhelyezés a műszer elhelyezési irányra való érzéketlenségét eredményezi. A kompakt, könnyű műszer a szélvédőre rögzíthető. Nagyméretű kijelzője a pillanatnyi és a mérés utáni megjelenítést szolgálja, viszont PC-el is összeköthető. A fordulatszám értékét a szivargyújtóról vett feszültség alapján egy kalibrációt követően képes figyelembe venni. Hasonlóképpen számítja a pillanatnyi nyomatékot, illetve teljesítményt is, ehhez azonban meg kell adnunk a jármű tömegét.

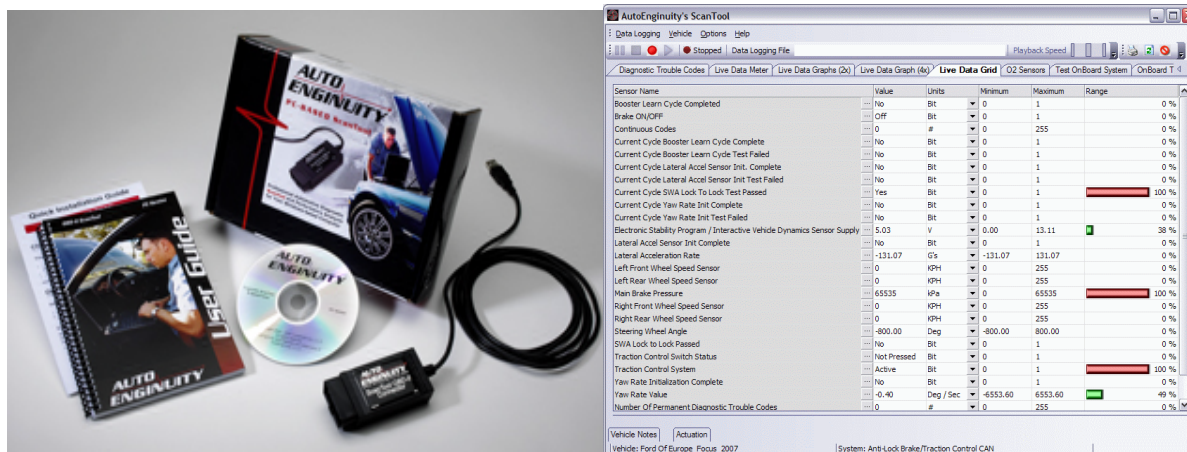


Technikai adatok:

- mérési frekvencia: 10Hz; 20Hz; 100 Hz;
- érzékenység:
  - sebesség:  $\pm 0,2$  mph;
  - gyorsulás:  $\pm 0,02$  g;
  - motorfordulat:  $\pm 2$  %.
- Tároló kapacitás: 2h (10Hz-en); 2MB memória
- adatátvitel: RS-232 (soros) kábelen keresztül
- külső áramforrást igényel (szivargyújtó)

## AutoEnginuity's ScanTool

A ScanTool tulajdonképpen egy összeköttetés az autó OBD csatlakozója és egy laptop USB portja között. Az eszközhöz szoftvert is mellékelnek, aminek segítségével elérhetjük – alapcsomagban a szabványos OBD jellemzőket – megfelelő kiegészítéssel a márkaszpecifikusan kódolt szenzorértékeket. Eredetileg járműdiagnosztikához készült. Menetdinamikai szempontból említésre méltó a 4 kerékbesség érzékelő, a motorfordulat jeladó, a féknyomás szenzor, illetve ESP esetén a gyorsulásérzékelők, a szögelfordulás szenzor, és a kormányzög jeladó. A maximális adatsűrűség: 1ms.



Technikai adatok:

- érzékelők: a jármű valamennyi szenzorja
- tápellátás az OBD csatlakozón keresztül
- legnagyobb mintavételezési frekvencia: 1 kHz
- kapcsolat PC-el: USB, RS232, Bluetooth, WLAN.

Korszerű járműdinamikai mérések tapasztalatai, az eredmények kiértékelési lehetőségei

## Videokamera

Méréseim során video rögzítés céljából digitális videokamerát illetve digitális fényképezőgépet használtam. A későbbiekben web-kamera alkalmazása is előnyös lehet, ugyanis a képkockák mért adatokkal történő összehangolása egyszerűbbé válhat.



Technikai adatok:

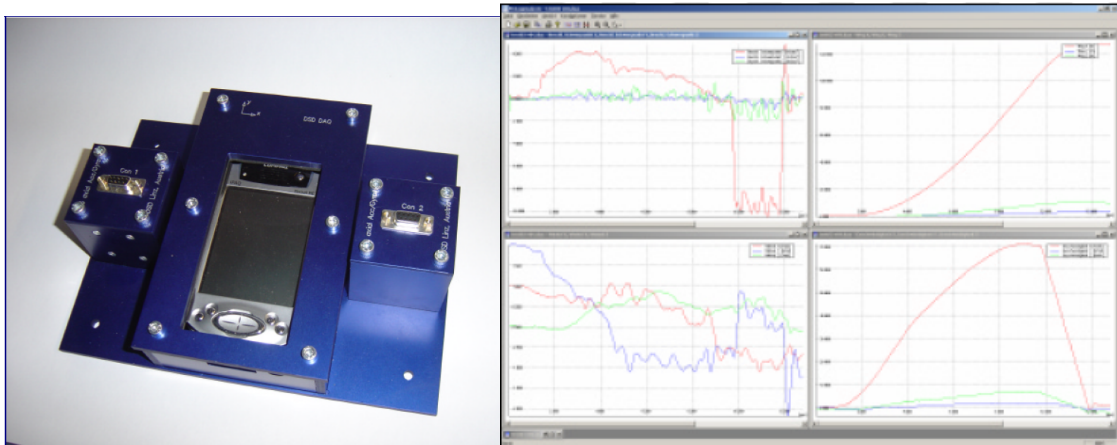
- miniDV videokamera: 720x576 pixel; 25fps ; miniDV kazettára
- digitális fényképezőgép: 640x480 pixel; 30fps; SD kártyára
- web-kamera: 640x480 pixel; 30fps; közvetlenül PC-re



## Egyéb korszerű mérőrendszerek

### Pocket DAQ

Modern, elektronikus mérőeszköz, amit kifejezetten menetdinamikai mérésekhez, és ütközési kísérletekhez fejlesztettek. 2 db 3-irányú gyorsulásérzékelővel (menetdinamikai és ütközésvizsgálati) és 1 db 3-irányú szögsebesség érzékelővel rendelkezik. Nincs szüksége külső áramforrásra és adatátviteli összekötésre az autó rendszerével. A mért adatokat ASCII formátumban rögzíti, ami a további szabad feldolgozást segíti. A műszer vezérlése a PDA-n keresztül egyszerűen végezhető, a kiértékeléshez PC-n futó szoftvert mellékelnek, ami kiküszöböli a gravitáció hatását is.



Technikai adatok:

- 2 X 3irányú gyorsulásérzékelő; 1 X 3 irányú szögsebesség-érzékelő
- mérési tartomány:  $\pm 5g$ ;  $\pm 50 g$ ;  $\pm 300^\circ/s$
- rögzítési frekvenciák: 1 kHz; 10 kHz
- további 7 analóg bemeneti csatorna
- kapacitás: 60s (10kHz)..600s(1kHz) / mérés; a memóriakártya kapacitásának megfelelő számú mérés tárolható (> 100)
- adattárolás: a műszeregységbe épített PDA memóriakártyáján
- kapcsolat PC-el: USB; IrDA; WLAN; Bluetooth

### V-BOX műszercsalád

A VBOX (Velocity BOX) a legújabb GPS technológia felhasználásával akár 100Hz frissítésű adatokhoz is juttathatja a felhasználót (VBOX III). Két vagy három antenna felszerelésével lehetőség nyílik a kúszási szög, a bólintás és a billenés akár egyidejű meghatározására is. A cm-es pontosság elérése bázisállomás igénybevételével lehetséges. Több kiegészítő is megvásárolható, melyek önálló mérésekre (gyorsulás, forgási sebesség), megjelenítésre és az autó CAN rendszeréről adatok (fordulatszám; járműsebesség) vételére alkalmasak. A készülékhez járó kiértékelő szoftver Kálmán-szűrőt is tartalmaz, így lehetséges a mért adatok zavaroktól (pl. vételi jeleket árnyékoló fák okozta zajoktól) való mentesítése.

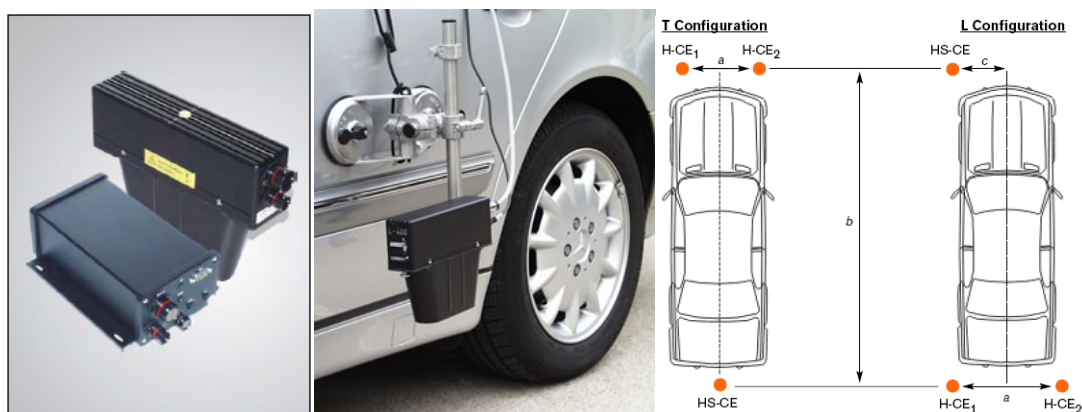


#### Technikai adatok:

- mérési frekvencia: 100 Hz (cm-es pontosság esetén 50 Hz)
- érzékenység:
  - gyorsulás: 0,01 g;
  - pozíció és távolság: 1 cm;
  - szöghelyzet: 1°;
- analóg és digitális (CAN; RS232) kimenetek, CF kártya foglalat.

### Correxit Pitch and Roll System

Ez a berendezés optikai úton történő sebességmérésre szolgál, s a mért adatokat feldolgozva válik alkalmassá a lassulásértékek meghatározására. A műszert a gépkocsi külső felületére kell rögzíteni, a kiértékelés számítógéphez való csatlakoztatás útján történik. A műszer 3 irányban mér távolságot illetve sebességet: egyrészt a hossz- és keresztirányban méri a talaj-textúra változásának sebességét, másrészt a talaj műszertől való távolságát. A komplett méréshez 3 érzékelőt kell elhelyezni. A műszer a kapott jelekből számítja a jármű haladási sebességét hossz- illetve keresztirányban; a jármű sodródását; billenését és bólintását. A műszer nagy pontosságú mérésekhez alkalmas.



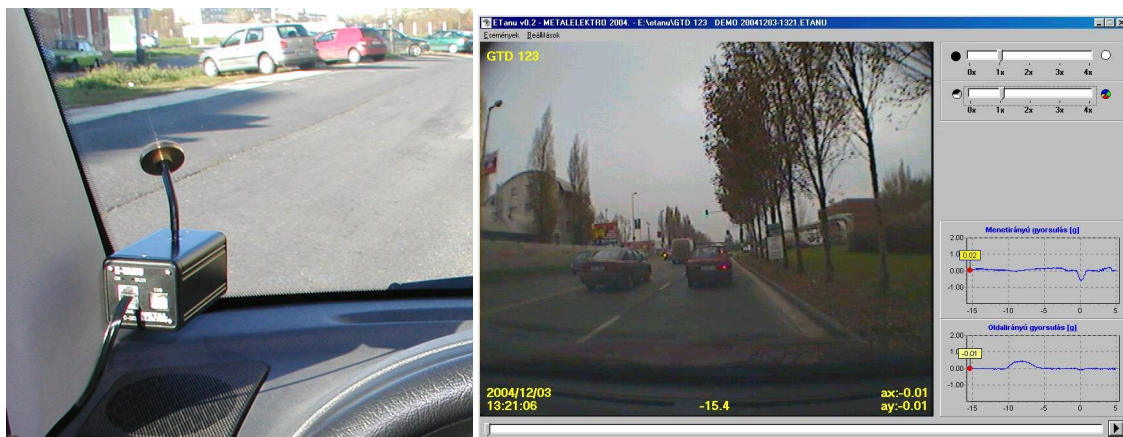
Technikai adatok:

- egy szenzor tömege: 1,35 kg;
- az elektronika tömege: 1,2 kg;
- a vízszintes távolságok érzékenysége: 1,9 mm;
- a magasság érzékenysége: 0,15 mm;
- mérési tartomány: 250 km/h-ig használható;
- adatgyűjtési frekvencia: 5 kHz; analóg tartomány: -10..+10V;
- digitális és analóg kimenetek.

## További hasznos mérőeszközök egyszerűbb mérésekhez

### E-tanú

Az E-Tanú egy magyar fejlesztésű kompakt mérőműszer, amely rendelkezik digitális kamerával, valamint hossz- és keresztirányú gyorsulásérzékelővel. Az adatokat ún. körbeforgó pufferekben tárolja ideiglenesen, a rögzítés érdekében lehetőség van kézi és automatikus indításra. Automatikus indítás esetén 0,45g gyorsulásérték elérése előtti 15, és azt követő 5 másodperc adatait rögzíti memóriájába. Elsősorban közlekedési veszélyhelyzetek, balesetek megörökítése érdekében alkották, amire a neve is utal – elektronikus tanú –, ugyanakkor korlátozottan használható járműdinamikai mérésekre is.



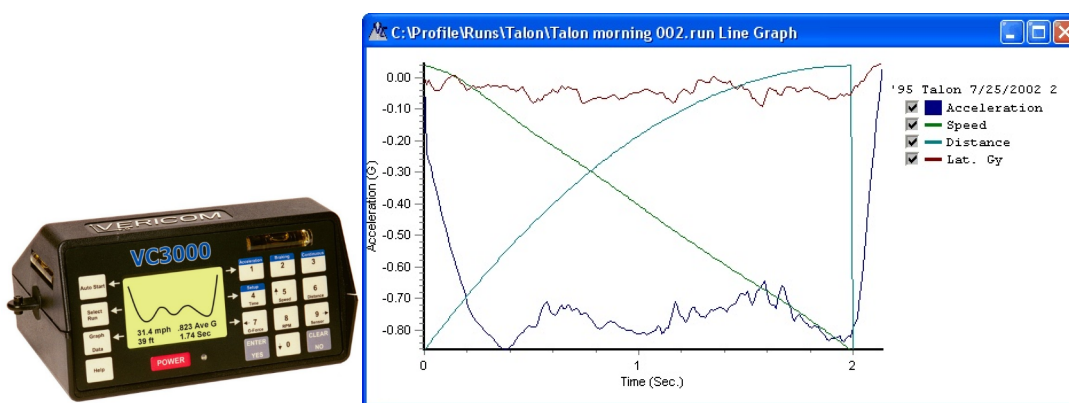
### Technikai adatok:

- mérési frekvencia: 100Hz
- mérési tartomány:  $\pm 2g$
- mérés felbontása: 0,01g
- kamera jellemzői: 5Hz; 0,1 LUX; 704 X 576 képpont
- tárolási kapacitás: 6 X 20s (256MB)
- adatfeltöltés: USB
- külső áramforrást igényel

## VC3000 DAQ

A mérőeszköz elektronikus felépítésű, működési elvű. A berendezés - hasonlóan az XL Meter-hez - a gépjármű szélvédőjéhez tapadókorongokkal rögzíthető. A műszer gyorsulás/lassulás mérésére alkalmas, mely mérési eredményeket a gép tárolja és számítógéppel összekötve az eredmények diagram formájában megjeleníthetők. A készülék különféle kiviteli módokban kapható. Feláras kiegészítői közül fontos megemlíteni a reakcióidő mérőt és az OBDII csatlakozót. Ez utóbbi segítségével lényeges további adatokat nyerhetünk, melyeket a motor érzékelői szolgáltatnak (pl.: motorhőfok; szívócsőnyomás; motorfordulat; járműsebesség; stb.). További fontos extratartozéka a vertikális gyorsulásmérő és a 6 interfész, további szenzorok számára.

Lényeges hátránya az ára, ugyanis a bővíthető alapkészülék ára 3000\$ (~600.000Ft).

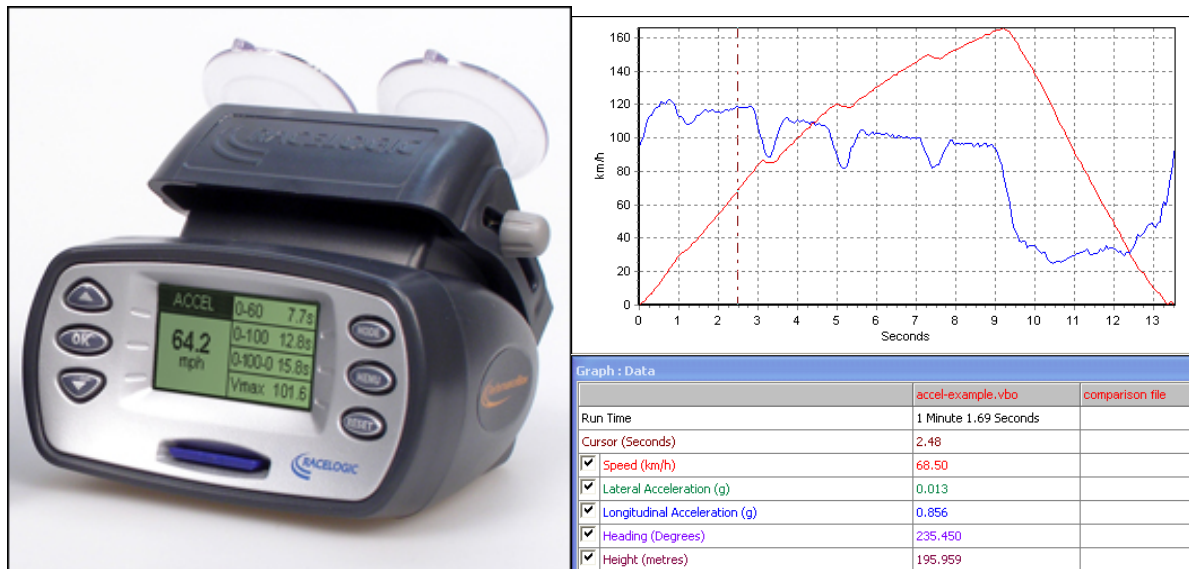


Technikai adatok:

- mérési tartomány:  $\pm 2$  g
- mérések hossza: 255 X 1308 sec;
- érzékenység: 0,01 g;
- mintavételi frekvencia: 400 Hz (adattárolás frekvenciája: 100 Hz)

### DriftBox és PerformanceBox

A V-BOX forgalmazójának olcsóbb termékei, melyeket elsősorban hobbi és sportcélú felhasználóknak ajánlanak. Kompakt egységében megtalálható gyorsulás-, szögsebesség-érzékelő (DriftBox), valamint GPS vevő is. Az olcsóbb PerformanceBox előnye viszont, hogy az autó teljesítményének meghatározására is képes.



Technikai adatok:

- rögzítési frekvencia: 10 Hz
- érzékenység: 0,01 g; 0,1 km/h; (0,25° – DriftBox)
- adattárolás: 128 MB kapacitású SD/MMC memóriakártyán (bővíthető)

### MicroSAT

A MicroSAT katonai pontosságú, ingyenes GPS-t használ. (Európai használhatóságáról nincs információ.) A GPS antennáját mágneses rögzítéssel erősítik az autó karosszériájához. Az adatokat közvetlenül számítógépre továbbíthatja, vagy belső memórián tárolhatja. Kiértékelő szoftver tartozik a készülékhez.



Technikai adatok:

- adatgyűjtési frekvencia: 20 Hz;
- mérési tartomány: 0-1854 km/h;
- érzékenység:
  - távolság: 0,5 %;
  - sebesség: 0,1 km/h;
  - pozíció: 1 m;
- maximális mérési hossz: ~2 h.

Korszerű járműdinamikai mérések tapasztalatai, az eredmények kiértékelési lehetőségei

### Dynolicious (iPhone)

GPS vevőjének és gyorsulás-szenzorának köszönhetően gyorsulásmérésekre és teljesítménymérésekre is alkalmas. (Érdekesség, kifejezetten hobby célokra .)





## 4. Az adatfeldolgozás módja

### Táblázatkezelő segítségével

A táblázatkezelőben egy már korábban elkészített kiértékelést (diagramokat, mezőműveleteket) felhasználhatunk úgy, hogy sablonként beleillesztjük az újabb nyers adathalmazt. Ezt – és a gép számítását – követően megjelennek az újabb értékekkel végzett számítások eredményei, illetve a hozzájuk kapcsolódó diagramok.

Az eljárás hátrányaként megemlítendő, hogy minden egyes méréshez kapcsolódó kiértékelés és diagram erősen fogyasztja a tárhelyet és a memóriát, így egy további feldolgozás során kisebb változtatásnak is hosszas számítási idő lehet az eredménye.

### Célprogram használatával

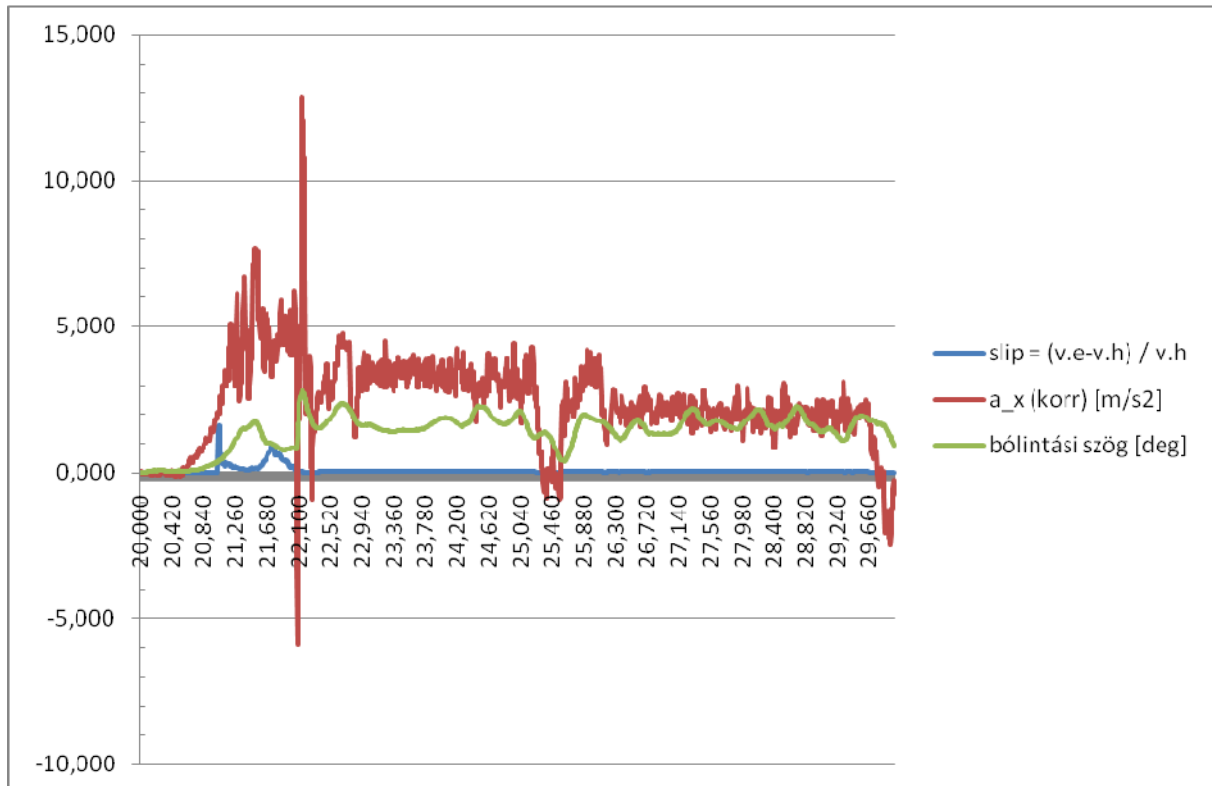
A mérési fájlok feldolgozásának egyik kézenfekvő mérnöki alkalmazása a **MATLAB**, azonban szerencsésebb egy célprogramot készíteni.

A program működési elvének, azaz modelljének megalkotásához az egyik legalkalmasabb eszköznek a **MAPLE** program mutatkozik. A mért adatokkal matematikai műveleteket végezhetünk, majd diagramokat készíthetünk segítségével, így az összefüggések nagyszerűen tanulmányozhatóak. Ezután modelleket készíthetünk, amelyeket összevethetjük a mért adatokkal.

A célprogram algoritmusának elkészítéséhez ezután a **LABVIEW** programnyelv használatát ajánlom, amely grafikai programnyelvének köszönhetően a mérnöki programalkotás egyik legalkalmasabb környezete és lehetőség van a felhasználó által kiválasztott paraméterekkel a mérési fájlok kezelésére (fájl műveletek, matematikai műveletek, grafikai megjelenítés) és mérési adatok modellekkel történő összevetésére is.

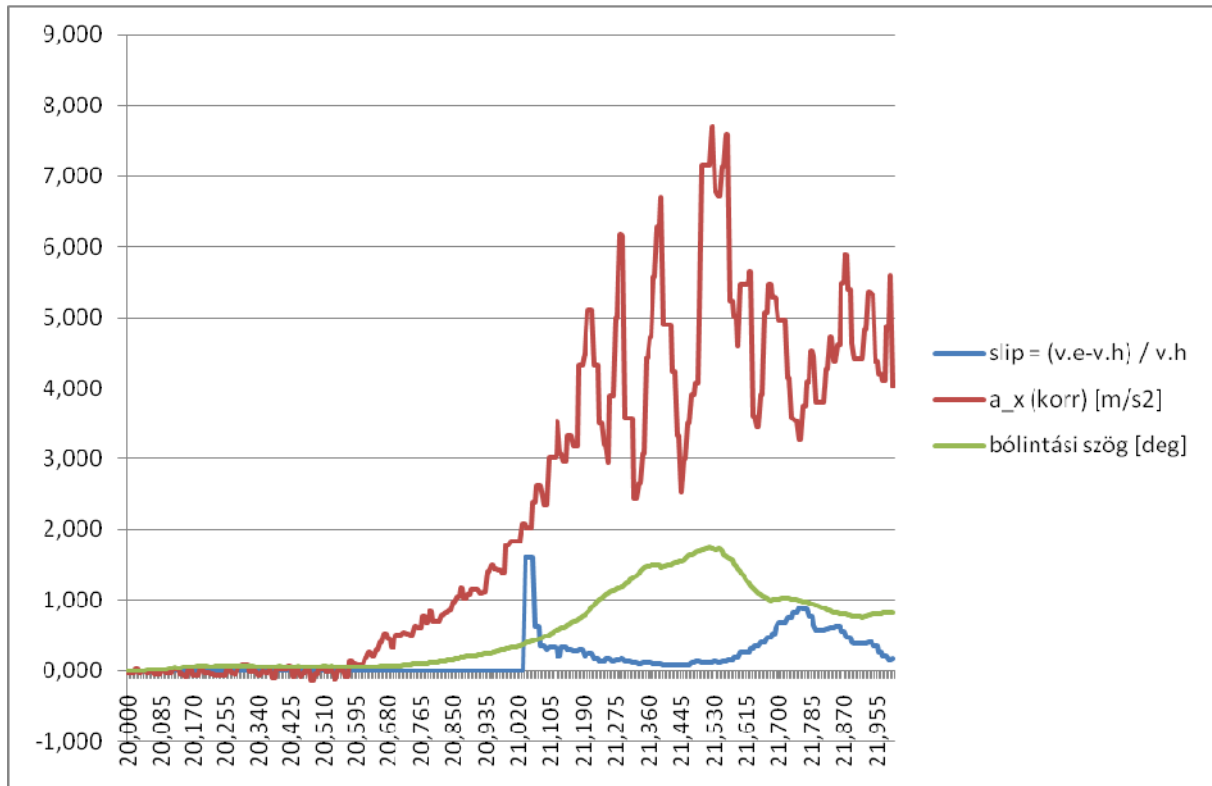
## 5. Kiértékelési tapasztalatok

### Szlip – gyorsulás – bólintás



Leolvashatjuk, hogy a személygépkocsi elindulásakor mintegy 2° bólintás – itt: hátradőlés – lép fel.

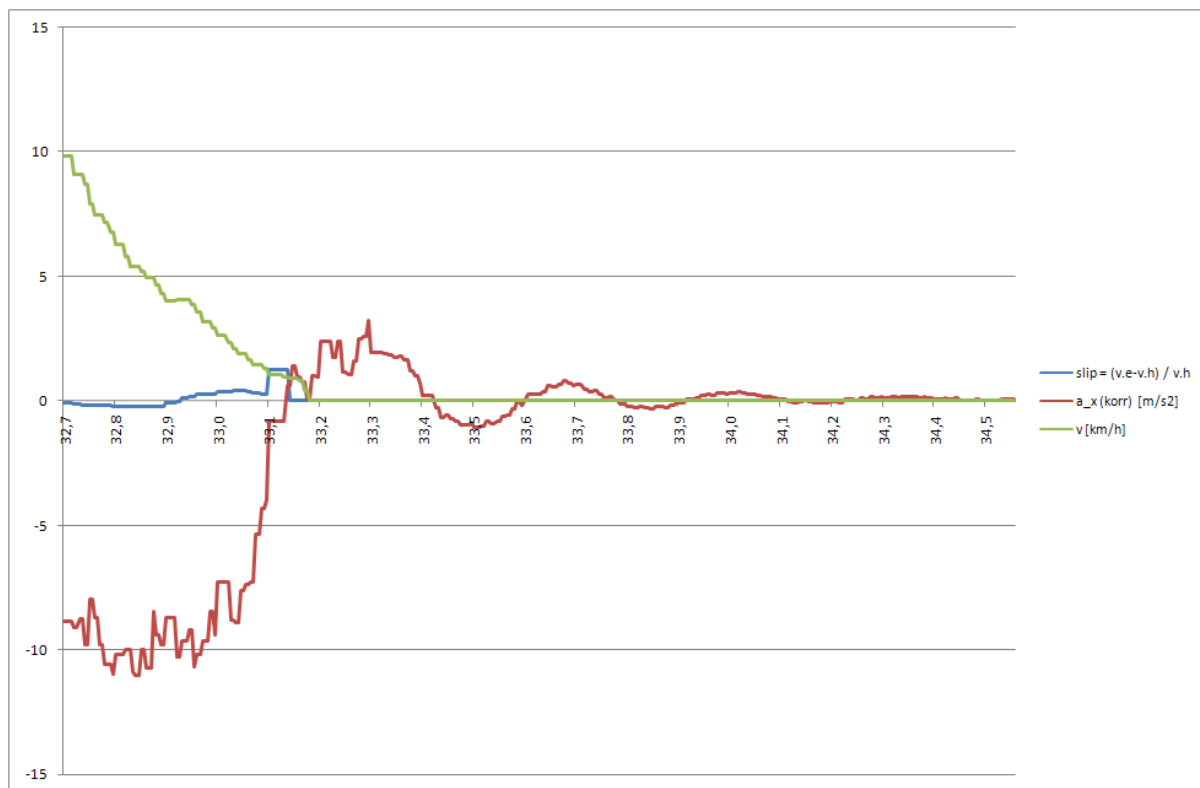
Az is látható, hogy sebességváltáskor a bólintás „késésben” van a gyorsuláshoz képest, ami a kocsiszekrény tehetetlenségének és a csillapítás jóságának köszönhető.



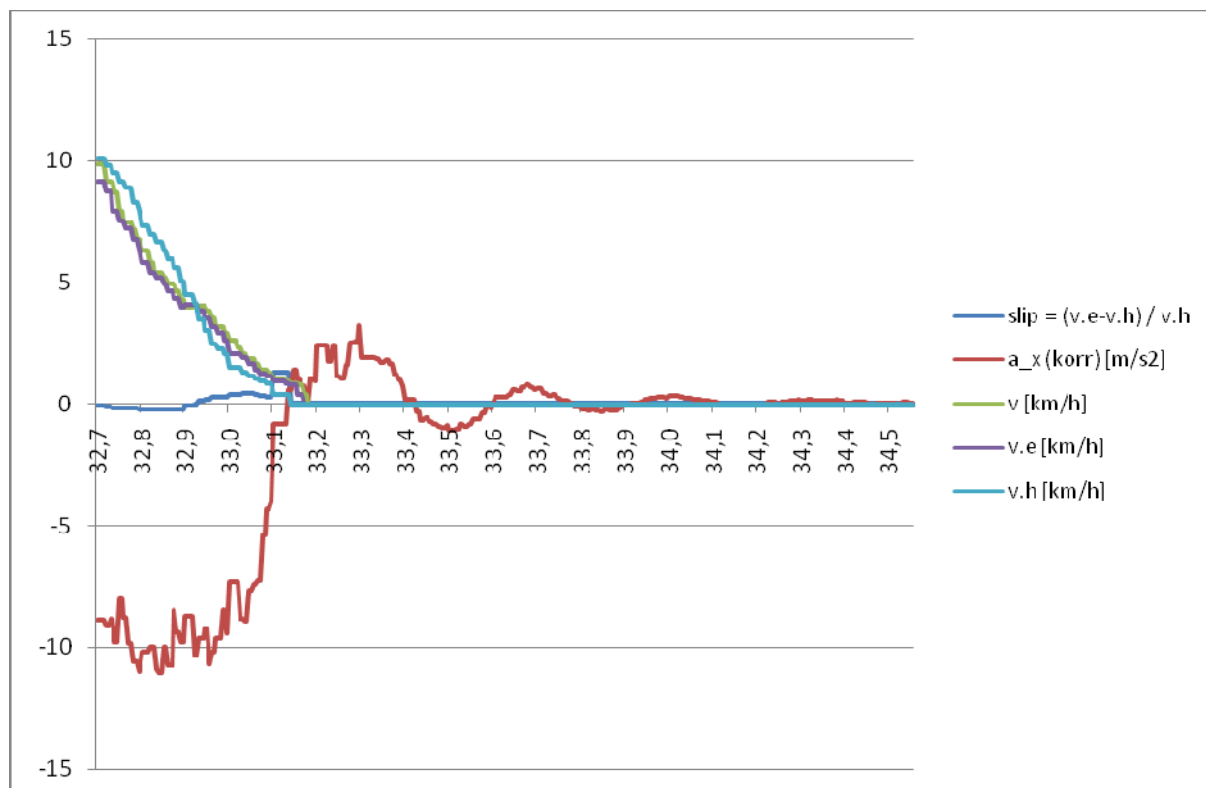
Az ábra megmutatja, hogy az átterhelődés kezdete és a valós elindulás – a kerekek megmozdulása – között mintegy 0,5 mp telik el.

Azt is láthatjuk, hogy a hajtott kerekek kipördülése azonnal jelentkezik a gyorsulás intenzitásának csökkenésében, ahogy a bólintás visszaesésében is.

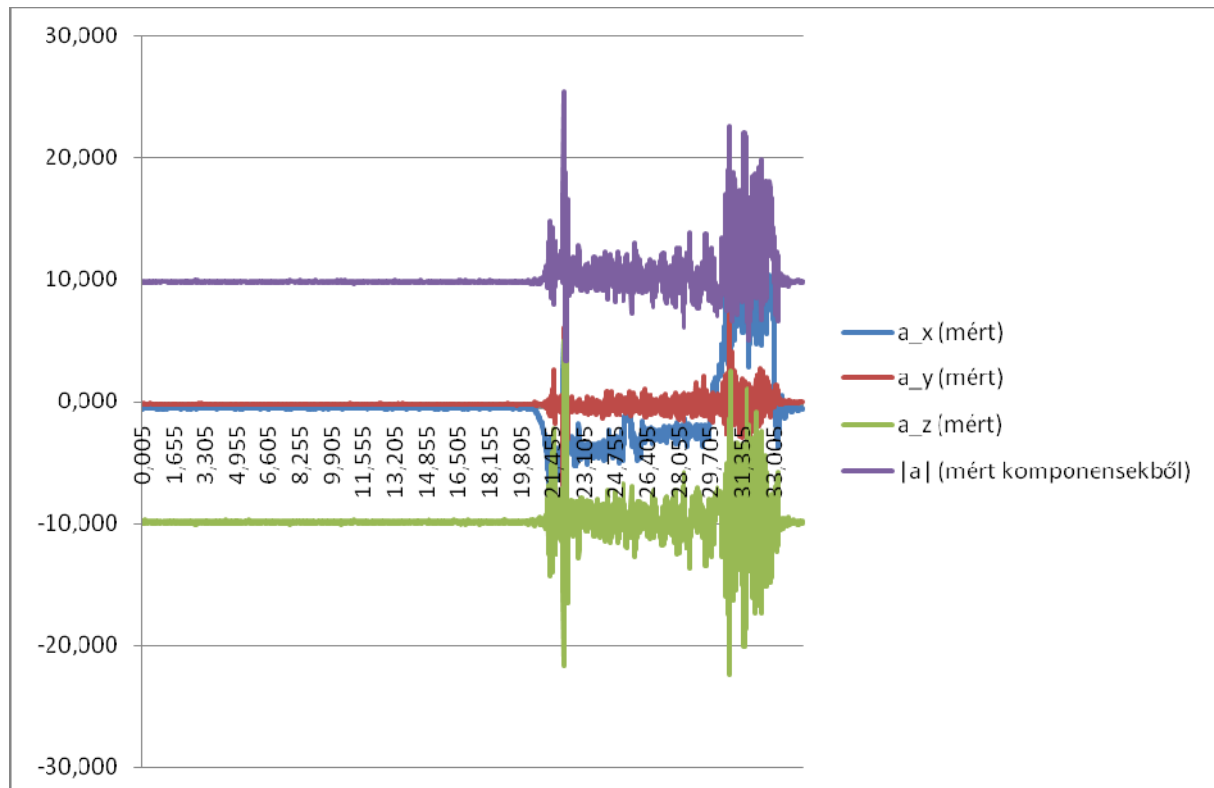
A megállás keréksebesség, gyorsulás diagramja:



A jármű által számolt sebesség fékezéskor az első keréksebességhez áll közelebb, ami túlfékezettsége folytán alacsonyabb, mint a kevésbé fékezett hátsóké. A megállás utolsó tizedmásodperceiben ez megváltozik.

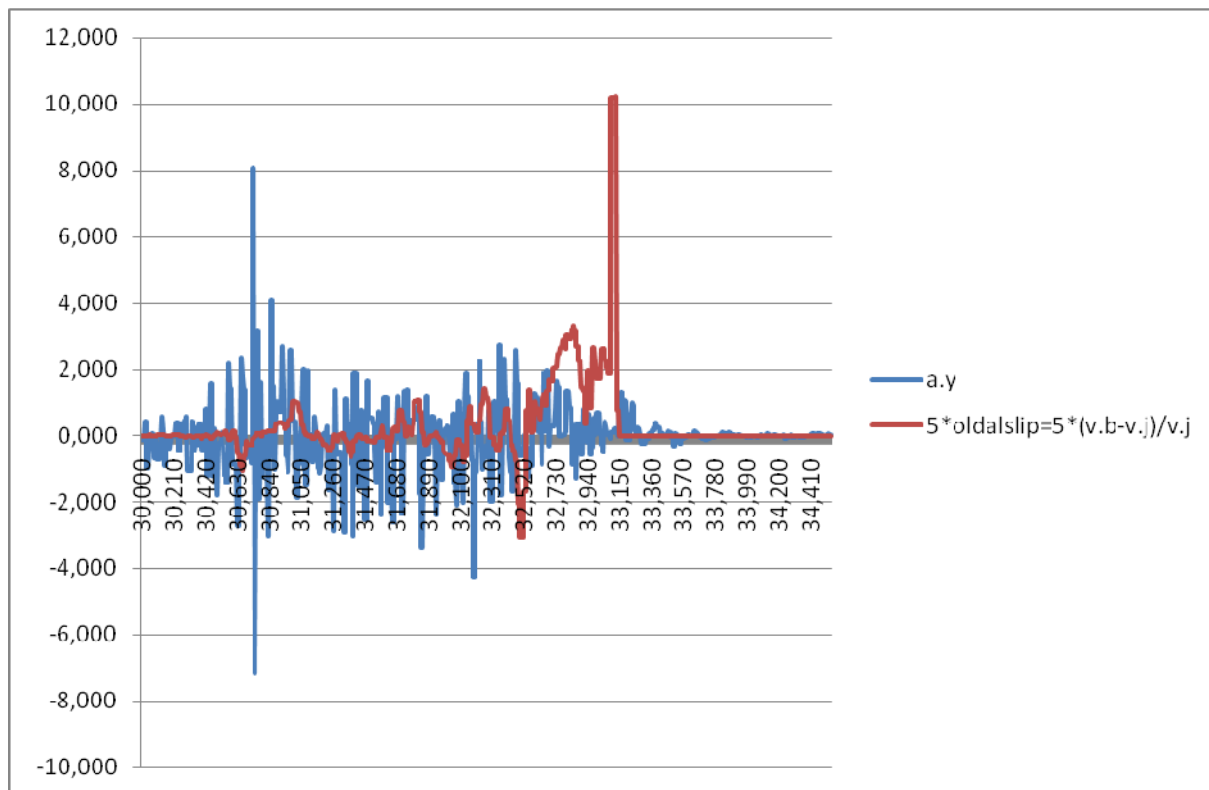


### a.x, a.y, a.z és $|a|$ ~ a kocsitestre ható erő „nagysága”



A diagramról az egyes koordináták szerinti gyorsulásértékek szórásán túl képet kaphatunk arról is, hogy a kocsitestre ható erő nagysága milyen mértékben ingadozik.

## Oldalgyorsulás és „oldalszlip”

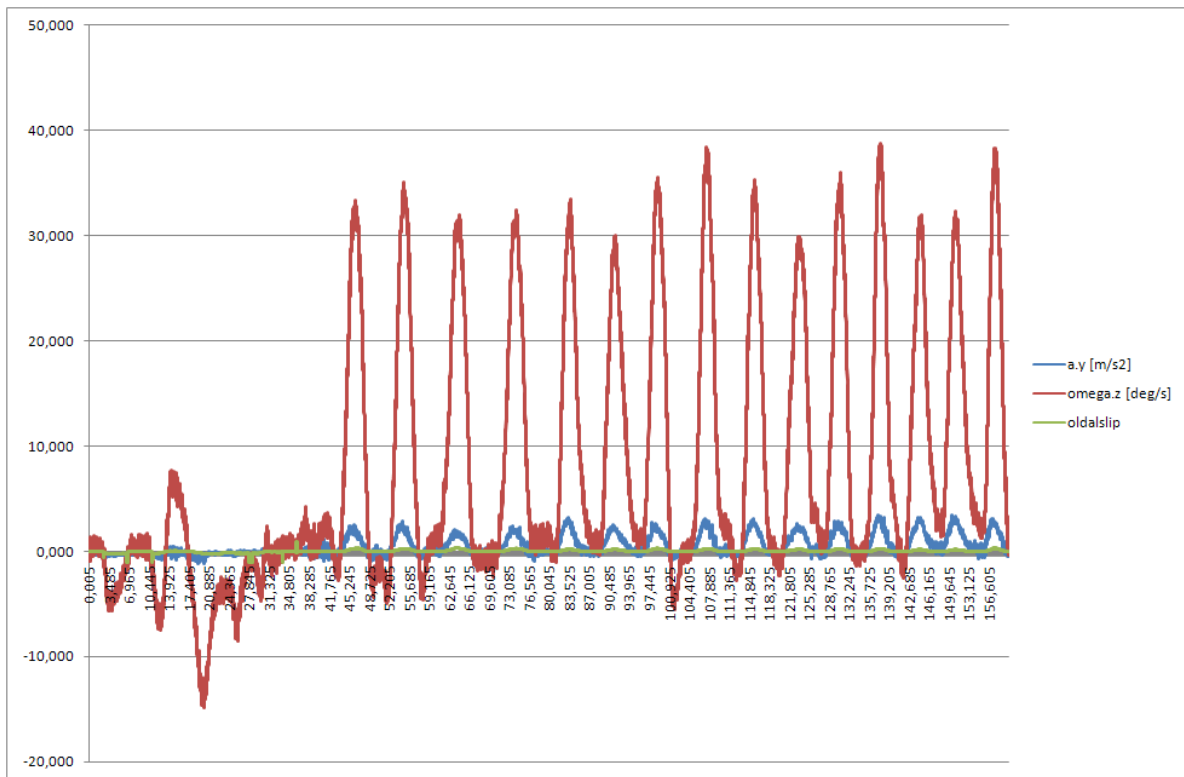


„oldalszlip” =  $(v.b - v.j) / v.j$  ez az ábrán 5-szörös nagyításban látható.

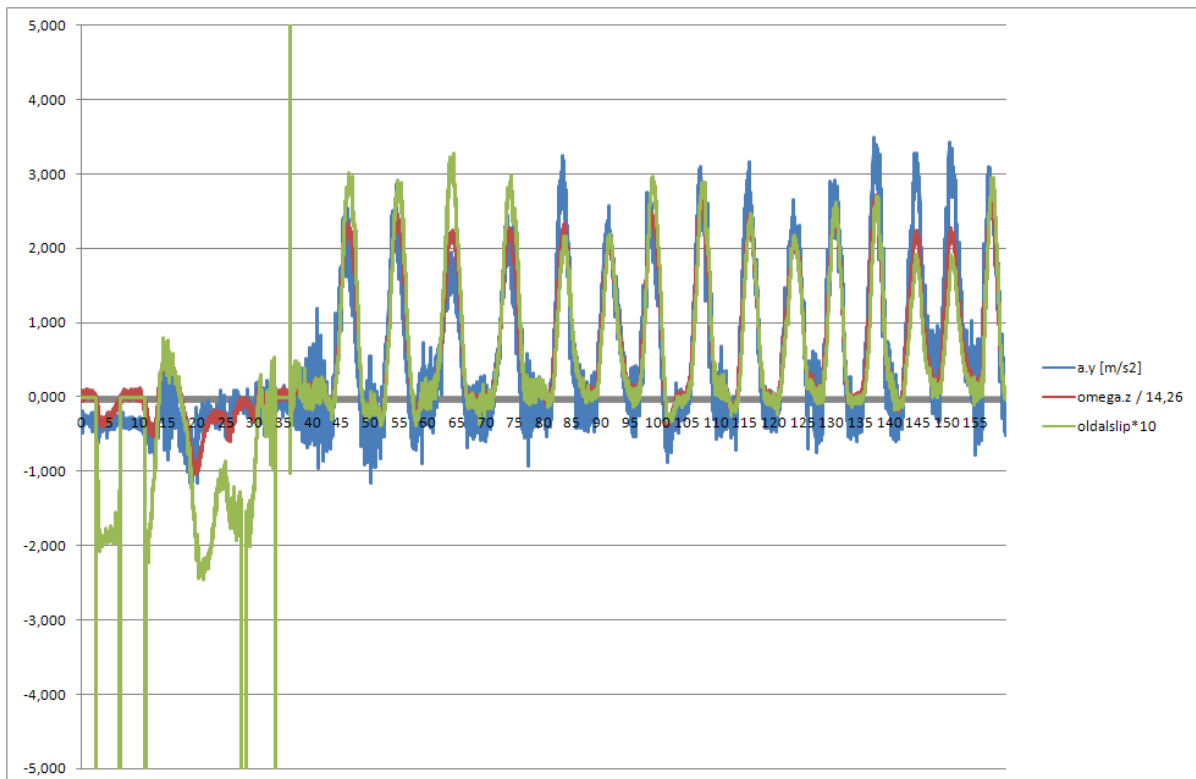
Megállapítható, hogy jellegében közelíti az oldalgyorsulás diagramját. Az ábra fékezés és irányváltás együttesét mutatja. Az út egyenes vonalvezetésű, csupán fékezve az út széléhez kanyarodtam, a mérés végéhez közeledtem.

# Korszerű járműdinamikai mérések tapasztalatai, az eredmények kiértékelési lehetőségei

Látványosabb a következő diagram, ahol 20km/h körüli sebességgel kanyarogtam egy parkolóházban:

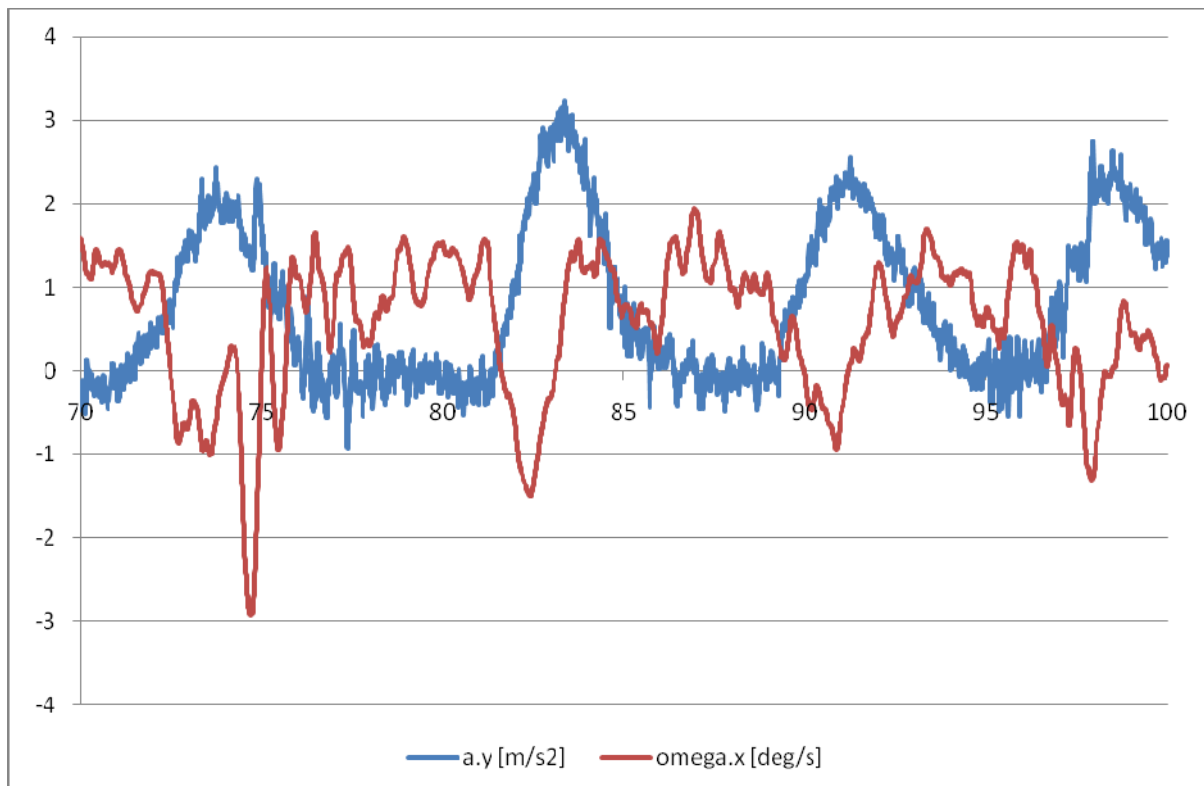
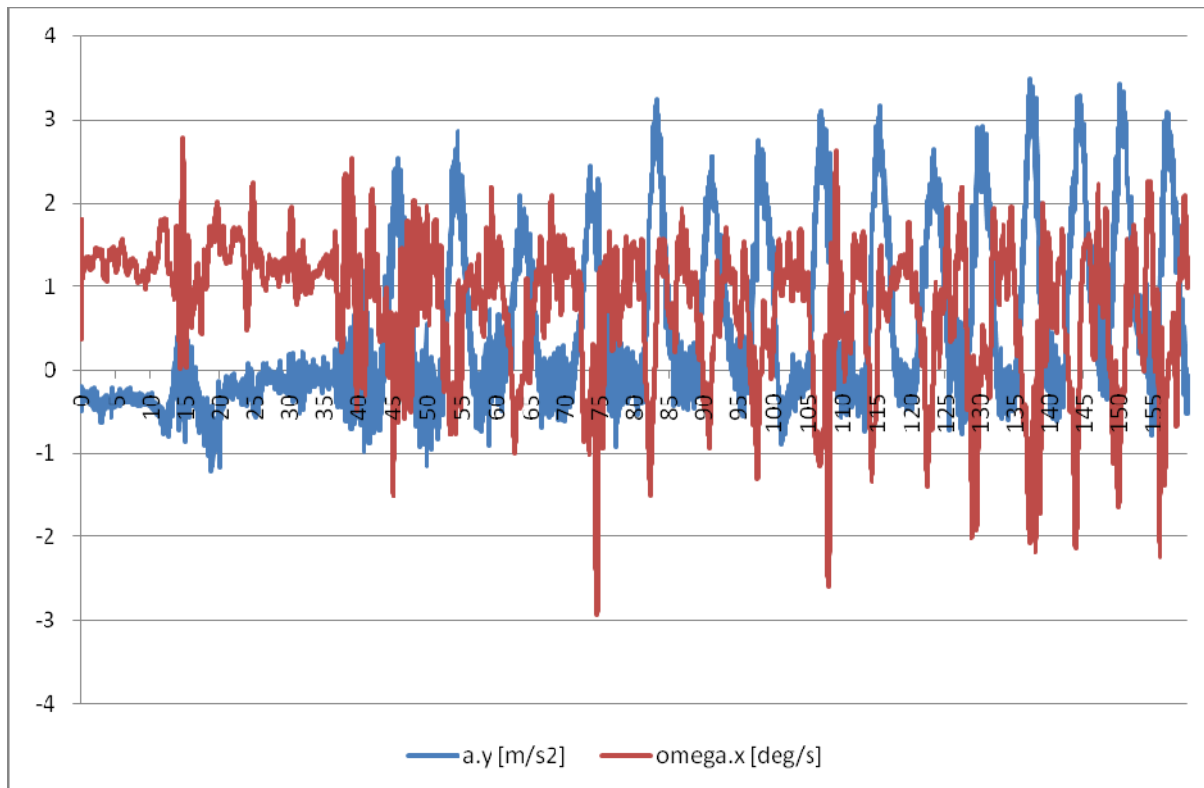


Konstansszorzós korrekciót követően a hasonló jelleg igencsak szembeötlő:



(A bólintási szög számítása során az integrálás közben hiba generálódik, ezért előnyösebbnek bizonyult a szögsebesség figyelembe vétele.)

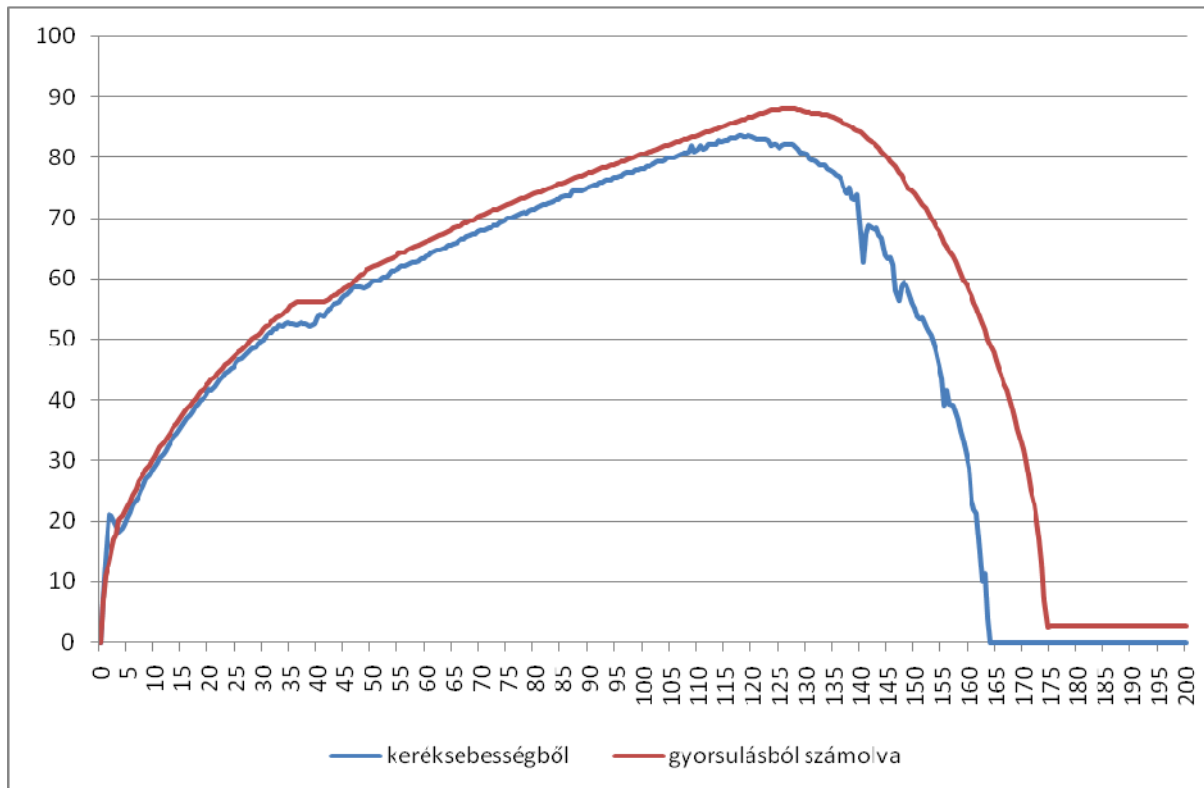
## Oldalgyorsulás és billenés



Az oldalgyorsulással szinkronban jelentkeznek a billenések. Az ábra hasznos lehet a kerékre ható erővizsgálatánál (átterhelődés okozta függőleges- és oldalirányú erő változáshoz a billenés is hozzájárul).



### v(s) keréksebességből és gyorsulásból számítva



Látható, hogy a gyorsulásértékekből számított megtett úthossz mintegy közel 12,5 m-rel hosszabbra adódott, mint a keréksebességből számított esetben, az elért legnagyobb sebességben 4,5 km/h eltérést tapasztalunk, míg a megállást követően az integrálás miatt ~3km/h sebességünk marad.

## Helykoordináták meghatározása GPS nélkül

A gyorsulásértékek kétszeres integrálásával hibát generálunk. Továbbá csupán a gyorsulásértékek felhasználásával figyelmen kívül hagyjuk a karosszéria szögelfordulásait. Emiatt mindenképpen javasolt a szögelfordulás-érzékelő adatainak számbavétele, különösen a keréksebességek kontrolljával.

Az autó CAN hálózatán levő keréksebesség és oldalgyorsulás értékekkel meghatározható az autó közelítő mozgása. Így ha a GPS antennája műholdat nem lát (pl. alagútban), megfelelő algoritmus segítségével a CAN hálózaton levő adatokkal a járműhelyzet a navigáció számára átmenetileg meghatározható.

A keréksebesség általában arányos a járműsebességgel, azonban a hajtott és vontatott keréksebességek aránya (szlip), illetve a hosszirányú gyorsulás jó kontroll a valós hosszirányú járműsebesség meghatározására.

Ha csupán az eltérő keréksebességekből kívánjuk meghatározni az oldalirányú elmozdulást, fordulási szöveget, alacsony sebesség esetén elfogadható pontosságot kapunk, azonban nagyobb járműsebesség esetén szükségünk van az oldalgyorsulás értékeire is.

## 6. Összefoglalás

A mai technika már lehetővé teszi számunkra, hogy a járművek különféle rendszereihez felhasznált jelek szolgáltatott adatokat akár méréseink során is felhasználjuk. Hasonlóképpen az egyes elektronikus mérőeszközök adatait célszerű közvetlenül egy hordozható számítógépre juttatni, így az időszinkron létrehozása is egyszerűbbé válik az adatok között.

Az új adatok segítségével a megértés és a fejlesztéshez kapcsolódó modellalkotás új perspektíváihoz jutunk, továbbá a mindennapi szakértői gyakorlat számára is értékes többletinformációkat kapunk.

## 7. Források

- [1.] Dr. Melegh Gábor – Gépjárműszakértés  
Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft. Budapest, 2004  
ISBN 963 9005 66 5
- [2.] Dr. Péter Tamás – Jármű rendszerek sztochasztikus dinamikus modelljeinek  
automatikus előállítása  
2005.
- [3.] Dr. Szalay Zsolt – Gépjármű elektronika (oktatási segédlet)  
(URL: <http://www.auto.bme.hu> / Oktatási segédletek )
- [4.] VDSU II – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.inventure.hu/>)
- [5.] XL Meter Pro Gamma – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.inventure.hu/>)
- [6.] ScanTool – diagnosztikai kábel és program  
(URL: <http://www.autoenginuity.com/products.html>)
- [7.] E-tanú – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.e-tanu.hu/>)
- [8.] G-Tech Pro RR – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.gtechpro.com/rr.html#>)
- [9.] VC3000 DAQ – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.vericomcomputers.com/VC3000DAQ.htm>)
- [10.] Pocket DAQ – elektronikus mérőműszer  
(URL: <http://www.dsd.at/>)
- [11.] Correvit Pitch and Roll System – optikai elven működő mérőrendszer  
(URL: [http://www.corrsys-datron.com/optical\\_sensors.htm](http://www.corrsys-datron.com/optical_sensors.htm))
- [12.] MicroSat – GPS alapú mérőműszer  
(URL: [http://www.corrsys-datron.com/gps\\_sensors.htm](http://www.corrsys-datron.com/gps_sensors.htm))
- [13.] DriftBox – GPS alapú mérőműszer  
(URL: <http://www.driftbox.com/>)
- [14.] PerformanceBox – GPS alapú mérőműszer  
(URL: <http://www.performancebox.co.uk/>)
- [15.] V-BOX – GPS alapú mérőrendszer  
(URL: <http://www.racelogic.co.uk/?show=VBOX>)
- [16.] Dynolicious (iPhone) – alkalmazás mobiltelefonra  
(URL: <http://dynolicious.com/>)