



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Gépjárműtechnológia tanszék

DIPLOMATERV

**Autonóm közlekedés hatása a jövő
baleseteire**

2017

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
1. Emberi tényező.....	5
1.1. A reakcióidő.....	6
1.2. A reakció.....	6
1.3. Szemmozgás	7
1.4. Izomtevékenység	8
1.5. Mechanikai fékhatás kialakulása (mechanikai tényező).....	8
1.6. Fejezet összefoglaló	10
2. Vezetőt támogató rendszerek (ADAS).....	11
2.1. Szenzor alrendszerek	13
2.1.1. Radar alrendszer	14
2.1.2. Kamera alrendszer	16
2.1.2. LiDAR alrendszer.....	17
2.2. AEB beavatkozó rendszerek-(Autonomus Emergency Braking)	18
3. Euro NCAP	20
3.1. Mi is az a Euro NCAP	20
3.2. AEB (Autonomus Emergency Braking) teszt protokollok	22
3.3. Euro NCAP AEB VRU Test Protokoll.....	23
3.3.1. Definíciók	24
3.3.2. Referencia rendszer	27
3.3.3. Laterális pálya hiba.....	28
3.3.4. Profil az ütközési sebesség meghatározásához.....	28
3.3.5. Mérőfelszerelés.....	30
3.3.6. Dummy tesztbábuk	32
3.3.7. Teszt körülmények	32
3.3.8. Tesztkörnyezet.....	33
3.3.9. Jármű-VUT előkészítés	34
3.3.10. Teszt procedúra	35
3.3.11. Teszt forgatókönyvek	36
3.3.12. Teszt levezetése	39
3.3.13. Teszt végrehajtása	40
3.3.14. Fejezet összefoglalás	40

3.4. Virtual Crash szimuláció	41
4. Összefoglalás.....	42
5. Célkitűzések	42
Felhasznált irodalom	43

Bevezetés

Azt mondják, hogy az autóiipar az elkövetkezendő 5-10 évben jobban meg fog változni, mint a mögöttünk álló 50 évben, és ez ugyanúgy igaz a közlekedésbiztonságra is.

Amióta az ember közlekedési eszközöket használ, hogy megkönnyítse és felgyorsítsa mindennapi teendőit, elmondható, hogy ez a tevékenység életet, testi épiséget és anyagi javakban előálló károsodás lehetőségét hordozza magában. Kezdetektől fogva megvolt a törekvés az emberekben és a gyártókban, hogy ezeket a károsodásokat csökkentsék vagy elkerüljék. Ennek okán az érintett hatóságok szabályokkal próbálták és próbálják védeni a közlekedők biztonságát. Az autóiipar megjelenése óta a gyártók is nagy energiát fektetnek a járművek biztonsági berendezéseinek tökéletesítésébe.

Napjainkban a járműipar és az azt támogató további szektorok rohamos fejlődésének köszönhetően, olyan technológiákkal találkozunk, amelyek életünk minden terén kihívást jelentenek, nem különben a közlekedést szabályozó hatóságok számára is. A biztonságos közlekedés érdekében a fejlesztések és a jogszabályok összehangolására van szükség. Ehhez elkerülhetetlen az említett fejlett biztonsági rendszerek standardizált tesztelése, mint követelmény ahhoz, hogy ezek a rendszerek hivatalosan integrálhatók váljanak a közlekedésben résztvevő járművekbe.

Dolgozatomban a biztonsági rendszerek standardizált tesztelési lehetőségeit vizsgálom és kutatom. Különös figyelmet fordítok a világ egyik legelismertebb, független közlekedésbiztonsági szervezetének a EuroNCAP standardizált és világ szinten elfogadott teszt protokolljaira, és kitekintek a Roadmap2025 programra.

1. Emberi tényező

Az emberi tényező a közúti közlekedésbiztonság alapja. Az emberi tényező alatt értjük a járművezetőt, a gyalogost, a kerékpárost, a motorost, és az egyéb, közlekedésben résztvevő egyént. A közúti forgalomban résztvevő személy a legfontosabb és egyben a leggyengébb láncszem a közlekedésbiztonság rendszerében, aki leginkább hajlamos arra, hogy valamilyen hibát kövessen el. A balesetekben elhunytak közel fele a gépjárműben utazó ember. Ezt az értéket egészíti ki a közlekedési balesetben elhunyt gyalogosok, motorosok és kerékpárosok száma. A halálos balesetek mellett nem elhanyagolhatóak a súlyos sérülést okozó balesetek. Európa útjain évente csaknem 135.000 ember sérül meg súlyosan közúti balesetben. [European Commission, 2017].

A közúti balesetek több mint 90%-át ember által elkövetett hibák okozzák. Általában 2 fajta hiba figyelhető meg. Az első, a szabálysértések, melyek közül a gyorshajtas és az alkohol és tudatmódosító szerek befolyása alatt való vezetés a leggyakoribb. A második, az emberi „hibák” amelyek között vezető szerepet játszik a figyelmetlenség, kimerültség és tapasztalatlanság. Társadalmunk elöregedése is egyre jobban hozzájárul a közúti balesetek számának növekedéséhez. A fent említett balesetek nagy része jármű-gyalogos baleset, amelyben a gyalogos keresztezi a jármű útját. Ezen típusú balesetek résztvevői védtelen úthasználók. A balesetek komoly sérülésekkel járnak és a vezetőknek nagyon kevés reakcióidőt hagynak, a fék használatára. A következőkben elfogadott Közlekedési igazságügyi szakértői elvek és számítások alapján szeretnék rámutatni arra, hogy mennyire összetett és egyben rengeteg hibafaktort tartalmazó része a közlekedésnek az ember. A fejezetben Dr. Melegh Gábor – Gépjárműszakértés című könyvének, egy **gépjárművezető** emberi tényezőivel foglalkozó részét dolgozom fel. Ezen irodalom tartalmi, adatai nemzetközileg és szakmailag elfogadott adatok. Sok éves szakértői tapasztalat és rengeteg kísérlet, vizsgálat eredményei.

1.1. A reakcióidő

„A reakció idő alatt egy időszakot értünk, amely egy inger megjelenése és az erre adott válasz között telik el. Ebben az időben az észlelés, felismerés, az információ feldolgozása, a döntés és a cselekvés megindításához kiadott belső parancs érhető, majd ezt követi a tágabban vett reakció azon szakasza, amikor a mozgáshoz kiadott belső parancs hatására a tényleges mozgás létre is jön.” [1]

Egy jármű fékezése bizonyos számításokkal nyomon követhető. A fékezés a gépkocsivezető észlelése kapcsán történik, és az ő beavatkozása eredményeként indul meg.

„A veszély észlelése és a féknyom megjelenése közt eltelt időt gyakran nevezik késedelmi időnek.” [1]

Ez az idő a járművezetőben végbement belső folyamatot, ennek hatására elhatározott mozgást (fékpedál benyomás), és a fékezés kialakulásához szükséges gépi (fékberendezés működés) késedelmét takarja, amely kereken 1,0 másodpercet jelent. Ha ezt az 1,0 másodpercet két részletre bontjuk, akkor kb. a 0,7s-os emberi reakcióidőt és a kb. 0,3s-os hidraulikus fékberendezés gépi késedelmi idejét kapjuk meg.

1.2. A reakció

A közlekedésben, bármely beavatkozás a számunkra lehetőséget nyújtó kezelőszerveken keresztül, a kormányzás, egy fékezés, vagy egy gyorsítás néhány kivételtől eltekintve egy, a látás útján nyert információ hatására indul el. Egy ilyen információ lehet akár az akadály észlelése is. Az akadály tudatos felismerése általában három részből áll. Az akadály véletlenszerű megpillantása automatikusan kiváltja a cselekvés elindítását (az ingerre egy megkezdett reagálás a válasz). Ez az idő többnyire 180-190ms, de legalább 100ms. Megjegyzendő, hogy még ez az egyszerű reakció is számos tényezőtől függ. Az inger nem a vezető látómezőjében történik. Az akadály felismerése jelenti az információtartalmat és ez határozza meg a járművezető tevékenységét.

Az ingert követő felismerés különböző döntésekhez vezethet: fékezés, gyorsítás, kormányzás, vagy ezek kombinációja, hang, vagy fényjelzés. Itt már választásos reakcióról beszélünk, az agykéreg is részt vesz a döntésben.

A járművezető reakciója sokban függ az ingerek fajtájától és számától. Az ember gyorsabban reagál a hangra és a tapintás útján szerzett információra, mint a fényre. Minél magasabb az ingerek száma, annál hosszabb a reakcióidő. Ha viszont egy észleléshez több ingert kap, a reakcióidő csökken. Befolyásolja a reakcióidőt még az inger erőssége, nagysága, megjelenésének ideje, a látómezőben való elhelyezkedése. Ugyanakkor a reagálás függ a vezető felkészülésétől, feszültségi szintjétől, életkorától, magatartástípusától és különböző tudatmódosítók hatásától.

1.3. Szemmozgás

Nézzük meg mi is az a vészhelyzet, amiben egy gépjárművezetőtől a képességei szerinti legmegfelelőbb reakciót, cselekedetet várjuk.

„Ez a helyzet fizikailag aligha definiálható helyzet, ez csupán egy előre megállapított szituáció. Ezt a helyzetet akkor tekinthetjük megállapítottnak, ha egy közlekedési előírásból fakadó szituációban, ezt a helyzetet a jogalkalmazó objektív vészhelyzeteként meghatározza. Tehát az a pillanat, amikor valamely eseménynek egy késedelem nélküli észlelést kell kiváltania, nem műszaki, hanem jogalkalmazói mérlegelés kérdése.” [1]

Amint azt fentebb említettem már, a gépjárművezető az esetek legnagyobb részében a veszélyt nem a közvetlen látómezőjében, hanem a **periférián** észleli. Tehát a vezetőnek a szeme elmozdítására van szükség, ami idővel jár, és ezt az időt befolyásolja az elmozdítás mértéke is.

Egy mindennapi közlekedési helyzetben a vezető szeme ide-oda jár, nem pedig egy fix pontot figyel. Ezt nevezhetjük egy folyamatos mintavételezésnek. A gépjármű sebességének növelésével a mintavételezés gyakorisága és tartománya is megváltozik, beszűkül. A vezető egyre inkább centrikusan, középre figyel és nem hajt végre nagyobb tekintetváltásokat. A tekintet irányváltás ideje ~0,2-0,4s időközönként következik be. Ezt természetesen sok minden befolyásolhatja, többek közt egy új nagyobb figyelmet igénylő közlekedési szituáció vagy egy hirtelen inger. Azt megállapíthatjuk, hogy kis forgalomban a vezető ~1,2s-ig a gépjármű

előtt történő dolgokra fókuszál, majd ezután tekint más irányokba. Ha egy összetettebb, nagyobb figyelmet és koncentrációt igénylő szituáció alakul ki, akkor ez az érték $\sim 3,8s$. Így megállapíthatjuk, hogy egy teljesen másik irányból érkező inger, veszély észlelése sokkal nagyobb reakcióval lehetséges. Normál fényviszonyok között 1 másodperc alatt átlagosan 3 körülöttünk lévő objektumra tekinthetünk. Ez 0,33 másodperc objektumunkként. Éjszakai fényviszonyok közt ez az egyharmad másodperc megnő 0,5 másodpercre, tehát 2 akadály másodpercenként. A periférián történő észlelést követi a következő fontos mozzanat, az akadályfelismerés. Csak és kizárólag ezen folyamat, mozzanat tudati megvalósulása utána következik a reakció. A periférián történő észlelés és a felismerés tudati megvalósulás közti időt nevezzük *tekintet-irányváltás időnek*.

1.4. Izomtevékenység

Az izomtevékenység attól a pillanattól számolható miután a vezető a lábát elemeli a gázpedálról. Ez részét képezi a fékezési folyamatnak. Az előző alfejezetben említett felismerés és ezen láb leemelése mozzanat kezdete közötti időt tekinthetjük *reakció-alapidőnek*. Ebbe az időegységbe beletartozik az információfeldolgozás ideje, a döntés, és a döntés utáni láb elvétel mozzanata. A következő mozgási tevékenység mikor a lábmozgást folytatva a vezető áthelyezi a lábát a fékpedálra és megérinti. Tehát a gázpedál elengedése és a fékpedál megérintése közti időt tekintjük *láb-áthelyezési időnek*.

1.5. Mechanikai fékhatás kialakulása (mechanikai tényező)

A fékhatás kialakulása a következő mozzanat. A fejezet címét figyelembe véve ez a történés már nem emberi tényező hanem egy mechanikai rendszer folyamat. Ezt a mozzanatot nagyban befolyásolják mechanikai és műszaki tényezők melyeket egy gépjármű magában hordoz. A folyamat során megkülönböztetünk *beindulási-időt*, illetve *fékfelfutási-időt*. A beindulási idő alatt a fékpedál érintésétől a fékhatás mérhető kialakulásáig eltelt időt értjük. A fékhatás kialakulása után közvetlen megindul a féknyom keletkezése, mely közben a fékhatás egyre növekszik. Ezt az időegységet jellemzi a fékfelfutási idő. A folyamat végét ahhoz az időpillanathoz társítjuk mikor a fékhatás elérte az általa teljesíthető fékhatás 90%-át.

Az 1.táblázatban láthatjuk a tárgyalt emberi tényezők, mozzanatok egyszerűsített értékeit. A 2. táblázat kicsit bővebben tartalmazza ezen időegységeket. Ezek az adatok szakmailag és jogilag elfogadottak.

1.táblázat: Egyes értékek összefoglaló táblázata [1]

Megnevezés	2%-os valószínűség g (s)	98%-os valószínűség g (s)	Jellemző érték (s)
Fék beindulás ideje	0,03	0,06	0,05
Szemmozgás korrekciós idő	0,09	0,15	0,03
Fékfelfutás ideje	0,14	0,18	0,17
Lábáthelyezési idő	0,15	0,21	0,19
Reakció alapidő	0,22	0,58	0,45
Tekintet-irányváltási idő	0,32	0,55	0,48
Reakció alapidő	0,36	0,78	0,64
Késedelmi alapidő (ember+gép)	0,58	0,99	0,86
Késedelmi alapidő+tekintet irányváltás	1,02	1,48	1,34
Reakció alapidő + lábáthelyezés + tekintet irányváltás	0,68	1,33	1,12
Késedelmi alapidő + tekintet irányváltás + szemmozgás korrekció	1,11	1,62	1,47

2. táblázat: Egyszerűsített értékek

Megnevezés	Lakott területen belül	Lakott területen kívül
Alapreakció idő	0,7s	1,0s
Tekintet irányváltás	1,0-1,2s	1,3-1,5s
Döntési időnövekménnyel	1,3-1,7s	1,6-2,0s

1.6. Fejezet összefoglaló

Az előzőekben tárgyalt adatokat nézve láthatjuk, hogy a közlekedésben egy gépjárművezető emberi tényezője hatalmas szerepet játszhat egy-egy közlekedési szituációba, közlekedési baleset kialakulásában. A részletes számadatokat vizsgálva talán nem is tűnnek az időegységek olyan nagynak. De nézzünk példának egy városon kívüli, főúton való közlekedést. A megengedett maximális sebességhatár 90 km/h, átváltva 25 m/s. Ha csak az alap reakcióidőt vesszük figyelembe, ami 1.0s, és minden egyéb zavaró körülmény kizárunk, akkor láthatjuk, hogy ezalatt az idő alatt a járművünk 25 métert tesz meg. Az ezen a távolságon belül észlelt akadályt, nagy valószínűséggel csak komplikált és helyes döntések gyors alkalmazásával tudnánk elkerülni.

Az ilyen helyzetekben való megfelelő döntés meghozatalára, és cselekvés idejének lecsökkentésére a halálos kimenetelű balesetek és a súlyos sérülésekkel járó balesetek számának csökkentése érdekében, az autógyártók elkezdtek kifejleszteni, és gépjárműveikbe beépíteni úgynevezett vezetőt támogató rendszereket.

Ezek a rendszerek folyamatosan figyelik az utat, a közlekedési helyzetet és a közlekedés résztvevőit, és jóval előrébb gondolnak, mint egy ember. Ezek a rendszerek nem fáradnak el, nem befolyásolja őket külső direkt behatás. Dolgozatom következő fejezetében ezen rendszerek felépítését és működési elvét fejtem ki, nagyobb hangsúlyt fektetve a manapság már forgalomba hozott, szériában szerelt, szabványos rendszerekre.

Napjainkban a technika napról napra hatalmas fejlődésen megy át. A tárgyalt rendszereknek már léteznek továbbfejlesztett, okosabb változatai, ám ezek még csak prototípus szinten, tesztelés alatt állnak.

2. Vezetőt támogató rendszerek (ADAS)

256 millió autóval Európa a világ legnagyobb jármű flottájával rendelkező kontinens. 2016-ban több mint 14 millió új autót regisztráltak. [ACEA;2017]

Itt meg kell jegyezni, hogy Európa nagyon nagy ütemben lép előre az elektromos meghajtású járművek elterjedésében. Felmérések szerint 2025-re az eladott autók számának mintegy 30%-át az elektromos meghajtású járművek teszik majd ki. [UBS-2017] Általánosságban elmondható, hogy az újonnan forgalomba helyezett autók nagy része az "A"- mini autó és "B" -kisautó kategóriába tartozik, míg a "D" közép kategóriában a leggyorsabban növekvő típus az S.U.V. Az új modellek több mint 95%-át ezekben a szegmensekben értékesítik.

A növekvő járműszám, az egyre feljebb tolódó sebességhatárok mellett, sajnos növekszik a közlekedési balesetek száma és súlyossága. Egyre nagyobb teljesítményű és méretű járművek jelennek meg, melyek balesetbiztonsági követelményei egyre magasabb szintre kerülnek, és ezek egyre nehezebben érhetők el. Itt megjegyzendő, hogy a gépjárművek komolyabb biztonságtechnikai fejlesztése csak körülbelül a nyolcvanas évek elején kezdődött el.

Annak ellenére, hogy Európában a legmagasabb a „motorizációs” ráta, az Európai utak a legbiztonságosabbak a világban, 2016-ban. Az Európa Unió 28 tagállamában 50 halálos kimenetelű közúti baleset jutott 1 millió emberre. [European Commission 2017] Ehhez képest a világátlag 174 halálos kimenetelű baleset, 1 millió emberre nézve. [European Commission 2017]

A halálos balesetek mellett nem elhanyagolhatók a súlyos sérülést okozó balesetek. Európa útjain csaknem 135.000 ember sérül meg súlyosan közúti balesetben évente. Ezen súlyos sérülést szerzők többsége az úgynevezett sérülékeny úthasználó. Például gyalogosok, kerékpárosok és kiemelten az idősek. Ez egy olyan korcsoport mely egyre fontosabbá válik.

Az egyre szélesebb körben elérhető és megfizethető technológiák, képessé teszik a különböző vezetést támogató rendszerek, mint például az AEB vagy az LDW elterjedését a mindennapokban. Ezeket összegezve ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) rendszereknek nevezzük.

A statisztikákat nézve megállapítható, hogy az újonnan üzembe helyezett autók száma, melyek ilyen ADAS rendszerrel rendelkeznek nagyon alacsony. Jelenlétüket és működésük eredményét még nem lehet észrevenni a balesetek típusainak és számának változásában.

Ez különösen igaz azon ADAS rendszerekre, melyek kimondottan sérülékeny úthasználókra vannak tervezve. Ezek még csak éppen hogy megjelentek a piacon. Megvizsgálva a többi, már standardizált technológiát, mint például az oldal- és függönylégzsák, biztonsági öv bekapcsolás figyelmeztető vagy az ESP rendszerek, egyértelmű hatással bírt egyes halálos kimenetelű vagy súlyos baleset végkimenetelénél.

A járművezetők támogatása az esetleges balesetek elkerülése vagy a sérülések súlyosságának mérséklése érdekében az autógyártók olyan támogató technológiát kínálnak, amely önálló fékezéssel reagál a helyzetre, és nagyobb sebesség esetén figyelmezteti a járművezetőt. Azok a rendszerek, amelyek kifejezetten a sérülékeny úthasználókra, például gyalogosokra és kerékpárosokra keresnek és reagálnak, AEB VRU rendszereknek nevezik.

A vezetőt támogató rendszerek (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) olyan közlekedési, balesetbiztonsági és kényelmi rendszerek, melyek segédeszközként szolgálnak a vezetők számára, különösen kritikus forgalmi szituációkban. Ezek a rendszerek az említett kritikus helyzetek igényei szerint lettek kifejlesztve.

Ezek alapján 2 fő csoportra oszthatjuk őket. Az első a prediktív biztonsági rendszerek, melyek a vészfékezés, elkerülő manőver, sávtartó automatika, gyalogosvédelem. A második nagy csoport a kényelmi és információs rendszerek, melyek a vezető monitorozás, aktív fényszóró vezérlés.

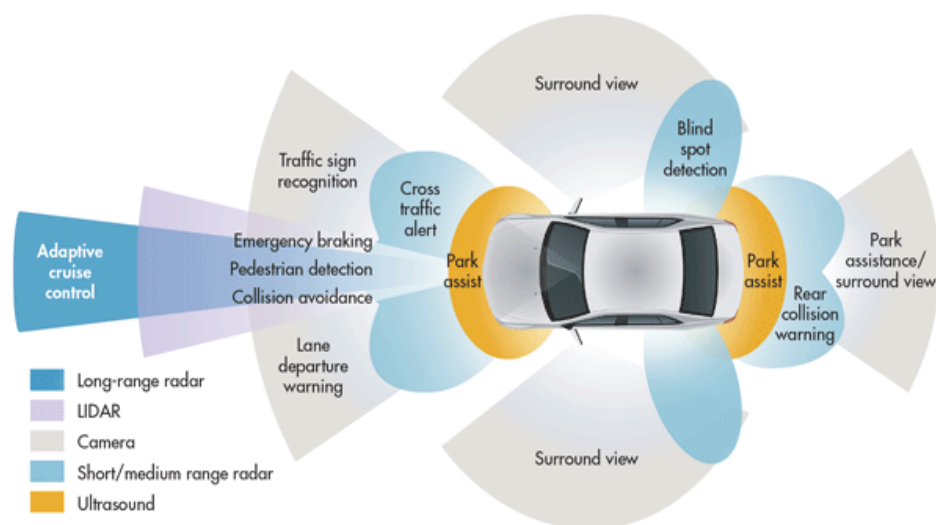
A rendszer működése során a jármű külső és belső részébe integrált szenzorok figyelik a környezetet, illetve az utasteret. A szenzorok által küldött adatokat a vezérlőegységek (ECU, Electronic Control Unit) valós időben vizsgálják, elemzik. A vezetést támogató rendszerek célja, hogy a szenzorok által szolgáltatott adatok kiértékelésével és összegzésével egy megbízható támogatást adjon a gépjármű vezetők számára normális, illetve kimondottan kritikus helyzetekben, így elhárítva a balesetet vagy csökkentve a balesetek mértékét.

(Fontos megjegyezni, hogy ez a rendszer nem tud mérlegelni, dönteni.) Ahhoz, hogy egy gépjármű képes legyen ilyen beavatkozásra, egy komplex szenzor

– számítógép rendszer beépítésére van szükség. A fejlett szenzorok képesek folyamatosan figyelni és vizsgálni az autó környezetét és saját állapotát. Az érzékelt adatokat közvetlen, vagy már átalakítva a gépjármű belső kommunikációs rendszerén keresztül (CAN-BUS) továbbítja egy központi számítógépbe, mely elvégzi az adatok elemzését és jelzi, ha a számításai szerint baleset fog bekövetkezni. Ha úgy állapítja meg, hogy azonnali beavatkozásra van szükség, akkor alkalmazza az AEB – automatikus vészfék funkciót. Ez az elemzés egy bonyolult algoritmus alapján épít fel saját magának egy digitális környezetet melybe elhelyezi az autót és annak telemetriai adatait. Ennek a rendszernek a pontos működése egyelőre minden fejlesztő cég részéről titkosított vagy nem feldolgozható nyíltan. Ezért ezen dolgozatomban nem térek ki rá komolyabban. A további kutatásaimra, engedélyt kaptam a Robert Bosch. Kft.-től, hogy az ő általuk kifejlesztett rendszert feldolgozzam és ezen dolgozat bővítésére felhasználjam, melyet majd a Diplomatervemként fogok benyújtani.

2.1. Szenzor alrendszerek

Napjainkban egy ilyen vezetést támogató rendszer szenzor csoportja kamerákból, ultrahangos szenzorokból, radarokból és LiDAR-ból épül fel. A következő részekben a szenzor rendszerek biztonsági funkciójuk alapján közelítem meg, melyek célja a vezető és az utasok épségének megóvása. Ez történhet egy balesetveszélyes szituáció időben való felismerésével, elkerülésével, vagy a már bekövetkező baleset következményeinek enyhítésével.



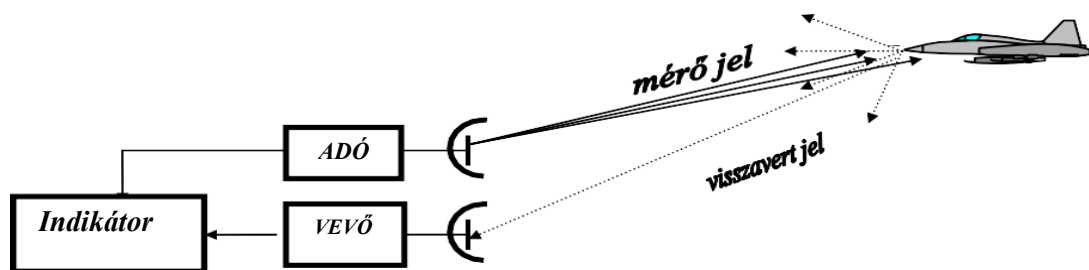
1. ábra: ADAS szenzor szektorok [1]

2.1.1. Radar alrendszer

A RADAR (**R**adio **D**etection **A**nd **R**anging), magyarul rádióérzékelés és távmérés. Olyan alrendszer a járműben mely rádióhullámokat bocsájt ki és ezek visszaverődése alapján képes különféle tárgyak helyét meghatározni. Az élet számos területén használják, mint például meteorológiában, hadiiparban, és napjainkban már az autóiiparban is. A radar egy adóból és egy vevőből áll, ezek általában egy szerkezetbe vannak beépítve. Ez fontos a mérés szempontjából, ugyanis így a kisugárzott és a visszavert hullám ugyanakkora távolságot tesz meg. Természetesen csak ha nem mozog az adó-vevő. A rádiólokáció fizikai alapját az képezi, hogy az ezen eszközök működése során kisugárzott elektromágneses energia:

- állandó sebességű,
- egyenes vonalban és a nagykörök mentén terjed,
- irányítható,
- a céltárgyakra képes visszaverődni.

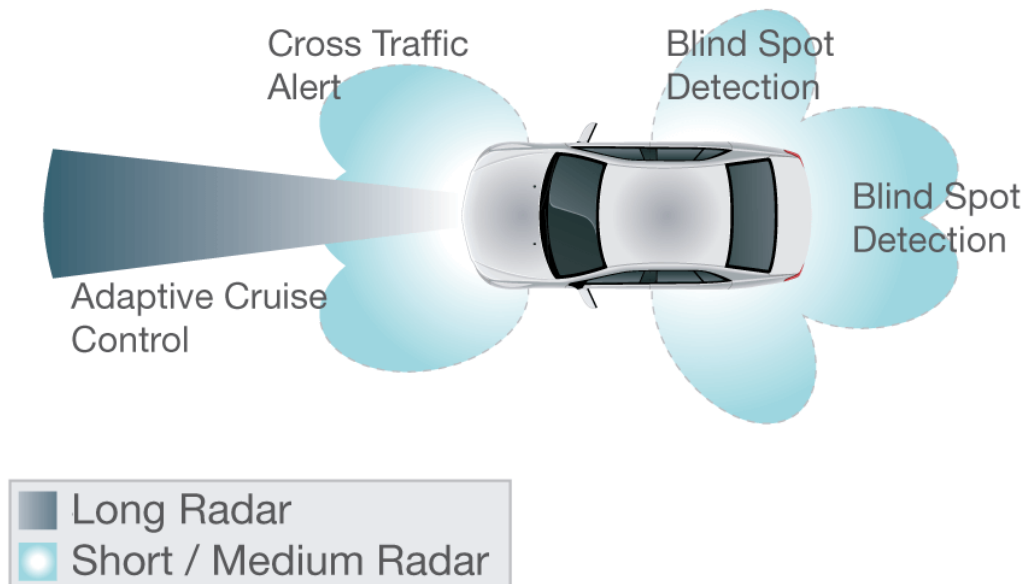
A kisugárzott elektromágneses energia állandó terjedési sebessége a légtérben gyakorlatilag megegyezik a fény terjedési sebességével. Ez képezi a távolság meghatározás alapját.



2.ábra: Radarlokáció folyamata[5]

Az adóberendezés által előállított nagyfrekvenciás, nagyteljesítményű jelek tápvezeték-rendszeren keresztül az (adó) antennára jutnak, mely irányított elektromágneses hullámok formájában sugározza ki azokat. Ha a kisugárzott elektromágneses hullámok terjedésük során valamilyen céltárgyba ütköznek, visszaverődnek annak felületéről. A célról visszaverődő - igen kis térerősségű elektromágneses hullámok a vevőantennán és a tápvezeték rendszeren keresztül a vevőbe jutnak.

A vevő berendezés feladata a jelek erősítése és az adó modulációjának megfelelő demoduláció után az indikátorokon való megjelenítésre alkalmas elektromos jelekké való átalakítása.



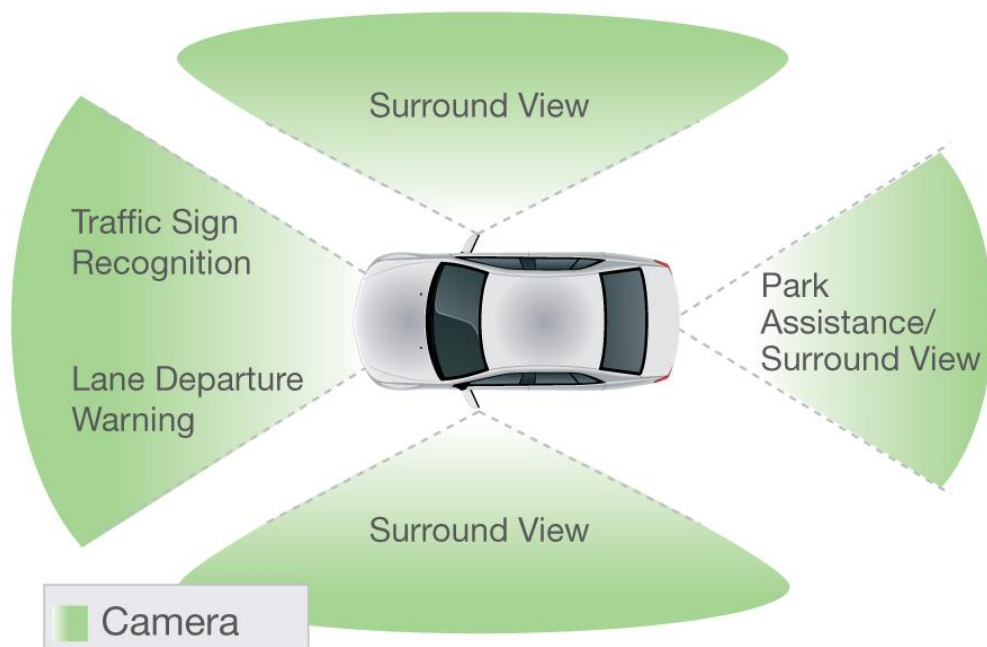
3.ábra: Radar érzékelő mező[1]

Az autóiparban és a közlekedésben a radart általában egy céltárgy helyzetének meghatározására és a sebesség mérésére használják. Sebességmérés a Doppler-effektus alapján valósítható meg. A kibocsájtott és a visszavert radarhullámok frekvenciája különböző, ha a céltárgy a radarhullám terjedési irányába mozog. Egy matematikai egyenletet felírva megkapjuk a céltárgy sebességét.

Miután a radar segítségével megkaptuk egy céltárgy sebességét, a járművünk alkalmazkodni tud a kialakult közlekedési helyzethez, és utasítást adhat az egyes biztonsági rendszereknek.

2.1.2. Kamera alrendszer

A kamera egy gépi látásrendszer az ADAS rendszerek számára, amely egy előre felé néző kamerából származó képeket használ a feladatok elvégzésére, mint például a sáv elhagyására figyelmeztető jelzés, az objektumok felderítése, a távolságmérés vagy a közlekedési táblák felismerése. A kimenet lehet figyelmeztetés a vezetőnek, vagy bizonyos autós funkciók közvetlen vezérlése, mint a kormányzás vagy a fékezés.



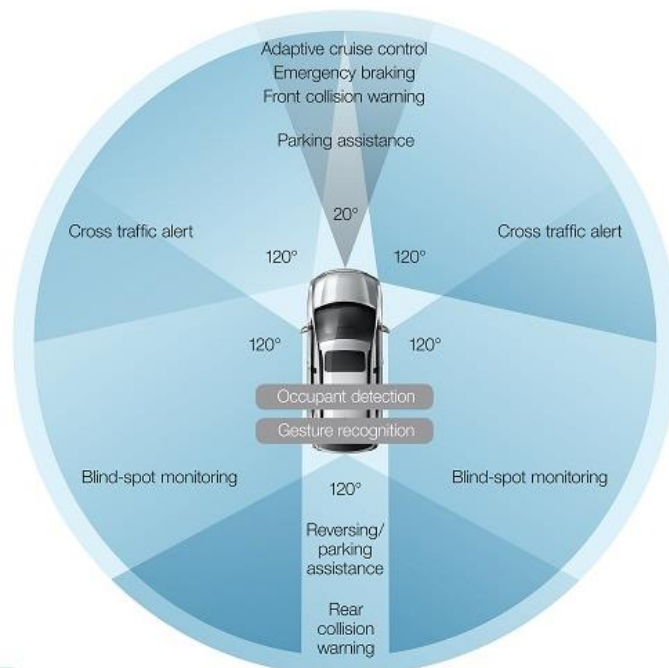
3.ábra: Kamera érzékelő mező[1]

A kamera digitális jelkommunikációja helyettesíti az analógot, így nagyobb sáv szélességet és képfeldolgozást tesz lehetővé. A feldolgozás adatmennyisége és a csökkentett teljesítmény kritikus fontosságú a kamera modul méretének csökkentéséhez.

2.1.2. LiDAR alrendszer

Napjainkban a legtöbb szakértő egyetért abban, hogy a LiDAR az egyik kulcsfontosságú érzékelési technológia, amely a részleges és a teljes autonóm közlekedéshez szükséges. A LiDAR (a fényérzékelés és -világítás rövidítése) aktív távérzékelési módszer, amely a radar elve alapján működik, de fényhullámokat használ a rádióhullámok helyett. A LiDAR alapú érzékelő alapvetően láthatatlan fényt bocsájt ki a célterületre, és mérni tudja, mennyi időt vesz igénybe az, hogy ez a fény visszaérjen a forrásához. Mivel a fény állandó sebességgel mozog, nagy pontossággal kiszámíthatjuk az érzékelő és az objektumok közötti távolságot az érzékelési zónában.

Az autók hagyományosan kamerákat és radarokat használnak, hogy érzékeljék a körülöttük lévő környezetet, hogy elkerüljék a baleseteket, de ez a két technológia nem üzembiztos.



4.ábra: LiDAR 360° érzékelő mező[1]

A LiDAR technológia gyorsan megoldja ezeket a problémáknak. Az elkövetkező évek során, mivel az autóiipari lehetőségek az aktív biztonságtól az autonóm vezetésig fejlődnek, a LiDAR rendszer várhatóan az érzékelés és a távolságmérés

legnagyobb részévé válik, amely kiegészíti vagy lecseréli a radarokat és a kamerákat.

2.2. AEB beavatkozó rendszerek-(Autonomus Emergency Braking)

A balesetek többségében a késői fékezés és/vagy a nem megfelelő fékerő alkalmazása okozza a gondot. A járművezető több okból kifolyólag túl későn fékezhets. Fáradt vagy figyelmetlen. Láthatósági problémák, például amikor a lemenő nap fénye szemből süt és így vezet, vagy nagyon nehéz megjósolni a helyzetet, mert váratlanul fékeznek elötte, vagy a gyalogosok figyelmen kívül hagyják a rájuk vonatkozó szabályokat. A legtöbb ember nem képes ilyen kritikus helyzetek kezelésére, és nem alkalmaz megfelelő fékerőt a baleset elkerülésére, vagy egyáltalán nem fékez, mert nincs elegendő ideje a reakcióra.

Számos gyártó olyan technológiákat fejlesztett ki, amelyek segíthetnek a járművezetőnek elkerülni az ilyen baleseteket, vagy legalábbis azok súlyosságát csökkenteni. Az általuk kifejlesztett rendszereket a következő képpen lehet csoportosítani:

Autonomus / Autonóm: a rendszer a járművezetőtől függetlenül jár el, hogy elkerülje vagy enyhítse a balesetet.

Emergency / Vészhelyzet: a rendszer csak kritikus helyzetbe lép működésbe.

Braking / Fékezés: a rendszer megpróbálja elkerülni a balesetet fékezéssel.

Az **AEB** rendszerek kétféle módon javítják a biztonságot: először is, segítik a balesetek elkerülését a kritikus helyzetek korai azonosításával és a vezető figyelmeztetésével. Másodszor pedig, csökkentik az ütközés súlyosságát, amelyet nem lehet elkerülni az ütközési sebesség csökkentésével, és egyes esetekben a jármű és az utasbiztonsági rendszerek előkészítésével.

A legtöbb AEB rendszer radar, (sztereó) kamerát és / vagy LiDAR alapú technológiát használ a potenciális ütközési objektumok azonosítására az autó előtt. Ez az információ fuzionál a többi adattal, amit az autó tud a saját menetsebességéről, pályájának megállapításáról, és hogy egy helyzet esetleg kritikussá fejlődik-e vagy sem. Ha potenciális ütközést észlelnek, az AEB rendszerek általában (bár nem kizárólagosan) először megpróbálják elkerülni a hatást, figyelmezteti a vezetőt, hogy

szükség van rá. Ha nem hajtanak végre semmilyen beavatkozó lépést, és már alig van idő az ütközésig, akkor a rendszer a féket fogja alkalmazni. Egyes rendszerek teljes fékerőt alkalmaznak, mások magas szintet. Akárhogy is, a szándék az, hogy csökkentse az ütközés sebességét. Egyes rendszerek kikapcsolnak, amint észlelik, hogy a vezető megakadályozza az elkerülési lépéseket.

Napjainkban 4 olyan beavatkozási helyzet van mikor az ADAS rendszerek AEB-et alkalmaznak.

Az első a gyalogosvédelem. Az egyik legfontosabb tényező, amely befolyásolja a gyalogos sérülés kimenetele az ütközés során, a jármű sebessége az ütközési ponton. Egyre több járműgyártó kínál olyan rendszereket, amelyek képesek arra, hogy az autó biztonságosan leálljon, mielőtt a gyalogossal ütközne, vagy amely legalább csökkentheti az ütközés sebességét.

A második a ráfutásos balesetek elkerülésére szolgál. Az AEB Interurban rendszerek támogatják a vezetőt, figyelmeztetéssel és a megfelelő fékezéssel, vagy végül a jármű önműködő megállításával, hogy elkerüljön egy hátsó ütközést. Az autó-autó hátsó ütközés az egyik leggyakoribb baleset az utakon. Az ilyen típusú balesetek a nyílt úton történnek, mérsékelt vagy magasabb sebességnél, ahol a vezető figyelmetlen, és nem tudja felismerni, hogy az előtte lévő forgalom leállt vagy alacsonyabb sebességgel halad.

A harmadik a sávtartás támogatása. A sávtámogató rendszerek segítséget nyújthatnak és figyelmeztethetnek, ha véletlenül elhagyjuk az út sávját, vagy ha sávot váltanánk jelzés nélkül. Néha egy pillanatnyi figyelmetlenség elég ahhoz, hogy a jármű elhagyja a sávját. A rendszer figyeli a jármű helyzetét az út sávjában, és a Lane Departure Warning figyelmeztet, ha az autó véletlenül elhagyja a sávot, a Lane Keeping Support pedig segít abban, hogy korrigáljon helyettünk a jármű. A negyedik és egyben utolsó, a táblafelismerés és a hozzá párosuló sebességszabályozás. A túlzott sebesség sok közúti baleset ok-okozatának és súlyosságának egyik tényezője. A sebességkorlátozások célja, hogy a forgalmi sebességeket az adott környezetnek megfelelő maximális érték alatt tartsák, biztosítva az autósok és más úthasználók biztonságát. A megfelelően választott sebességhatároknak meg kell könnyíteniük a hatékony forgalom áramlását és meg kell teremteniük a biztonságos vezetési feltételeket. A sebességkorlátozások nagyobb mértékű betartása sok balesetet megakadályozna és enyhítené azoknak a hatásait, amelyek előfordulhatnak.

3. Euro NCAP



3.1. Mi is az a Euro NCAP

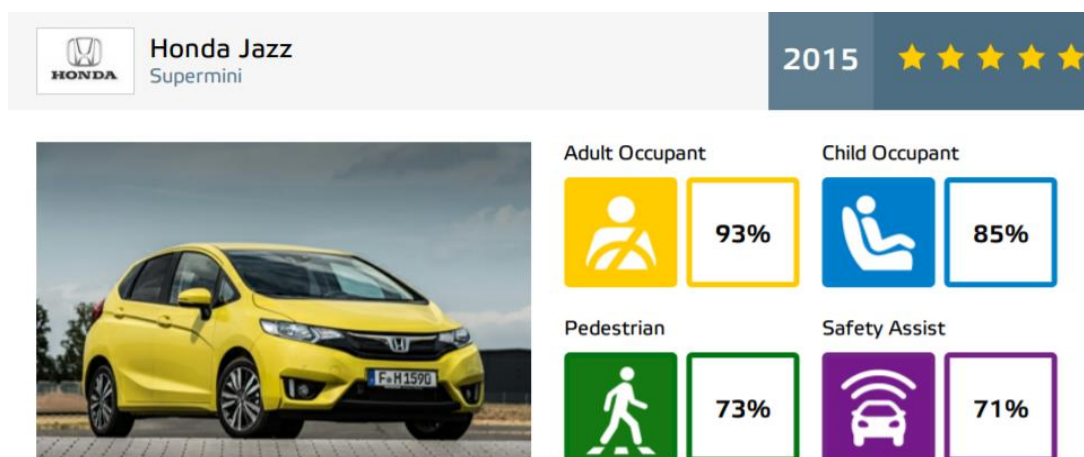
A Euro NCAP egy független járműbiztonsági minősítési rendszer, amely az Egyesült Királyságban született, de most az Európai Bizottság, hét európai kormány, valamint az autóipar és a fogyasztói szervezetek támogatják minden EU-országban. A törvény előírja, hogy minden új autómoddelt biztonsági teszteknek vessék alá mielőtt eladják őket, de ezek csak a minimális törvényi követelmények. A Euro NCAP tesztek sikeresen ösztönözték az autógyártókat olyan biztonsági szintek biztosítására, amelyek jelentősen meghaladják a törvényi minimumot. A Euro NCAP nagyon rövid idő alatt a biztonságos autók gyártásának katalizátorává vált, jelentősen növelve az Európában újonnan eladott autók biztonságosságát. A Euro NCAP hozta létre az ötsillagos biztonsági minősítési rendszert, amely segítséget nyújt a fogyasztóknak, családtagjaiknak és vállalkozásoknak, hogy könnyebben összehasonlíthassák a járműveket, és segítsen nekik megtalálni a legbiztonságosabb választást az igényeiknek megfelelően.

A biztonsági minősítést egy, az Euro NCAP által tervezett és végrehajtott járművizsgálatok sorozatok alapján határozzák meg. Ezek a tesztek egyszerűsített módon hoznak létre fontos, életveszélyes közlekedési szituációkat, amelyek károkat okozhatnak vagy akár megölhetik az utasokat, vagy más úthasználókat. Az ötsillagos biztonsági minősítési rendszer folyamatosan fejlődik, ahogy a régebbi technológiák fejlődnek és új innovációk válnak elérhetővé. Ez azt jelenti, hogy a tesztek rendszeresen frissítik, új tesztek adnak hozzá a rendszerhez és a csillagok szintjeihez igazítják. Emiatt elengedhetetlen párosítani a tesztelés évszámát az osztályozásához, hogy a kocsi eredményének értelmezése helyes legyen. A közelmúltban feltörekvő ütközés-elkerülési technológia bevonása az osztályozásba jelentősen megváltoztatta a csillagok jelentését. 2016-tól néhány autó két csillagos értékeléssel rendelkezik. Ezt a besorolást olyan jármű kapja meg, amely csak azzal az alap biztonsági berendezéssel van felszerelve, amely az EU28 előírás szabványainak megfelel. Ez a minősítés tükrözi a biztonság minimális szintjét, amelyet általában az Európai Unióban bárhol eladott autótól elvárhat a vásárló. Az Euro NCAP által értékelt összes autónak ez az alapvető biztonsági minősítése van.



5.ábra: Honda Jazz 2004 Euro NCAP értékelés [3]

A második minősítés egy "biztonsági csomaggal" rendelkező autóra épül, amelyet választható extra felszereltségként kínálnak a fogyasztóknak. A biztonsági csomagban található további biztonsági berendezések növelik az autó biztonsági értékét, ezért a második kategória osztályozása megmutatja azt a biztonsági szintet, amelyet az autó képes elérni, ha ezt a kiegészítő berendezést tartalmazza.



6.ábra: Honda Jazz 2015 EuroNCAP értékelés [3]

Nem minden autónál elérhető ez a második kategória, de ha elérhető, segít a fogyasztóknak abban, hogy könnyen megértse az extra csillaggal kifejezett kiegészítő eszközök előnyeit.

A napjainkban használt értékelési rendszer jelentése:

5 csillagos biztonság: összességében jó teljesítmény az ütközés elleni védelemben. Jól felszerelt robusztus ütközésselkerüléssel

4 csillagos biztonság: összességében jó teljesítmény ütközés elleni védelemben; további baleset-elkerülési technológia jelen lehet

3 csillagos biztonság: átlagos és jó utasvédelem, de hiányzó ütközésselkerülő technológia

2 csillagos biztonság: névleges ütközésvédelem, de hiányzó ütközésselkerülő technológia

1 csillagos biztonság: csekély ütközésvédelem.

3.2. AEB (Autonomus Emergency Braking) teszt protokollok

A kutatások azt mutatják, hogy a közúti balesetek 90% -át megzavart vagy figyelmetlen vezetők okozzák. Az autógyártók olyan rendszereket fejlesztenek ki, amelyek figyelmeztethetik a járművezetőt a közelgő ütközésre, és segíthetnek abban, hogy az autó maximális fékezési kapacitását használja. A fékeket a vezetőtől függetlenül is alkalmazhatja a rendszer, ha a helyzet kritikus. Az ilyen beavatkozást Autonomous Emergency Braking (AEB) néven ismerik. A valós élet teljesítményadatai azt sugallják, hogy az ilyen AEB rendszerek akár 38% -kal is csökkenthetik a balesetek számát, és jelentősen csökkenthetik a sérülések nagyságát. Jelenleg 3 protokoll létezik, mely egy-egy olyan rendszer teljesítményét méri melyek igénybe veszik az AEB rendszereket, tehát fékezéssel tudnak beavatkozni szükség esetén.

A 3 protokoll a következő:

- Euro NCAP AEB VRU Test Protocol v1.0.1
- Euro NCAP Test Protocol AEB C2C Test Protocol v2.0
- Euro NCAP LSS Test Protocol v2.0

A dolgozatom következő részében az első protokoll feldolgozásával mutatom be egy ilyen teszt felépítését, tartalmát és lebonyolítását.

3.3. Euro NCAP AEB VRU Test Protokoll

Az autó-gyalogos közötti baleset az egyik leggyakoribb eset az utakon, a vezetők figyelmetlensége vagy a rossz döntéshozatal miatt. Az egyik legfontosabb tényező, amely befolyásolja a gyalogos sérülésének mértékét az ütközés során, az a jármű sebessége az ütközési ponton. A járművek és a gyalogosok közötti tipikus balesetek a városi sebességnél fordulnak elő, ahol a gyalogos keresztezi a jármű útját. A sérülékeny úthasználók ilyen típusú balesetekben legtöbbször súlyos sérüléseket szenvednek. A járművezetőnek nagyon kevés reakcióidőt hagynak a fékezésre. A járművezetők támogatása az esetleges ütközés elkerülése, vagy az ilyen ütközések mérséklése érdekében az autógyártók olyan elkerülési technológiát kínálnak, amely önálló fékezéssel reagál a helyzetre, és egy szükséges beavatkozás esetén figyelmezteti a járművezetőt. Azokat a rendszereket, amelyek kifejezetten a sérülékeny úthasználókra, például gyalogosokra és kerékpárosokra reagálnak, AEB VRU rendszereknek nevezik. Ez a protokoll meghatározza az AEB VRU tesztelési eljárást mind az AEB Gyalogos, mind az AEB Kerékpár számára, amely része a gyalogosok védelmének.

3.3.1. Definíciók

Peak Braking Coefficient (PBC) – Csúcs fékhatás együttható. A guruló gumiabroncs és a talaj között ébredő súrlódási együttható maximális lassulás esetén, 64,4 km/h sebesség. American Society of Testing and Materials (ASTM) által meghatározva.

Autonomus Emergency Braking (AEB) – Autonóm vészfékezés. Fékezés, melyet a jármű automatikusan alkalmaz egy előrelátható baleset esetén vagy a baleset enyhítésére.

Forward Collision Warning (FCW) – Ütközésfigyelmeztetés. Hangjelzés, melyet az autó automatikusan kiad ütközési lehetőség érzékelésekor, figyelmeztetve a vezetőt.

Vehicle width – Járműszélesség. A jármű legszélesebb pontján, figyelmen kívül hagyva a visszapillantó tükröket, a helyzetjelzőket, az irányjelzőket, sárvédőket és a guminyomásból eredő gumi oldalfalai redőket.

Car-to-Pedestrian Farside Adult 50% (CPFA-50) – Jármű-gyalogos keresztirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű középvezetékébe (50%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Pedestrian Nearside Adult 25% (CPNA-25) - Jármű-gyalogos keresztirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű gyalogos felőli részére (25%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Pedestrian Nearside Adult 75% (CPNA-75) - Jármű-gyalogos keresztirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű gyalogossal ellentétes részére (75%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Pedestrian Nearside Child 50% (CPNC-50) – Jármű-gyermek keresztirányú ütközés. A gyermek dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű középvezetékébe (50%) esik, ha nem történik ütközés. A gyermek dummy takarásából érkezik.

Car-to-Pedestrian Longitudinal Adult 25% (CPLA-25) - Jármű-gyalogos hosszirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű valamely középvonaltól oldalirányban eltérő részére (25%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Pedestrian Longitudinal Adult 50% (CPLA-50) - Jármű-gyalogos hosszirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű középvonalába (50%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Bicyclist Nearside Adult 50% (CBNA-50) – Jármű–kerékpáros keresztirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű középvonalába (50%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Car-to-Bicyclist Longitudinal Adult 25% (CBLA-25) - Jármű–kerékpáros hosszirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű valamely középvonaltól oldalirányban eltérő részére (25%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés vagy kitérő kormányzás FCW esetén.

Car-to-Bicyclist Longitudinal Adult 50% (CBLA-50) - Jármű–kerékpáros hosszirányú ütközés. A dummy és a jármű ütközéspontja a jármű elején, a jármű középvonalába (50%) esik, ha nem történik a jármű részéről fékezés.

Vehicle under test (VUT) – Teszt alatti autó. Az éppen tesztelt autó a teszt folyamat során. Rendelkezik baleset elkerülő figyelmeztetéssel és AEB funkcióval.

Euro NCAP Pedestrian Target (EPTa) – Euro NCAP által elfogadott gyalogos dummy.

Euro NCAP Child Target (EPTc) - EuroNCAP által elfogadott gyerek dummy.

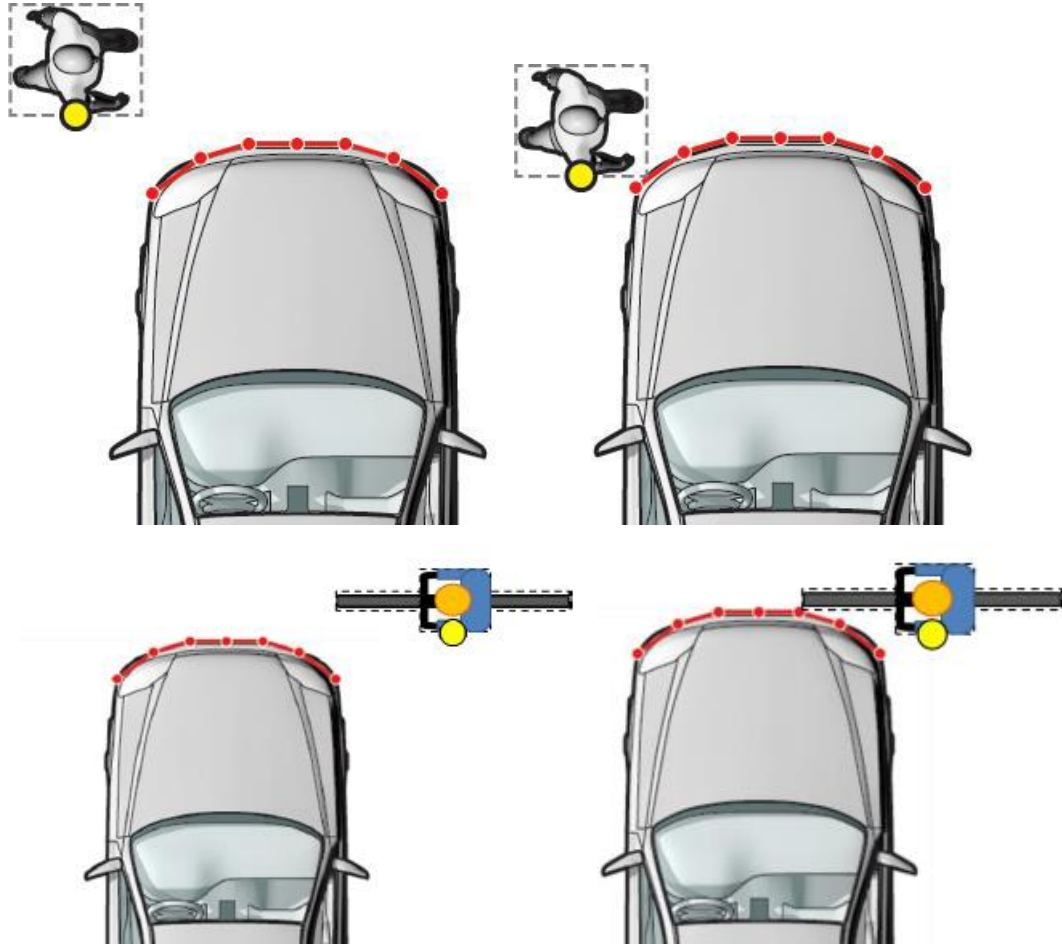
Euro NCAP Bicyclist and bike Target (EBT) - EuroNCAP által elfogadott kerékpáros dummy.

Time To Collision (TTC) – Ütközésig hátralévő idő. Az az idő, amennyi hátra van a VUT és a EPT ütközéséig, feltételezve, hogy mind a kettő a megadott sebességgel halad tovább.

TAEB – Az az időpont, amikor az AEB rendszer aktiválódik. Az aktiválási időt pontosan azonosítjuk. Az utolsó adatponttól nézve a szűrt jelet, ahol a gyorsulás 1 m/s^2 alatt van. Amint eléri a $-0,3 \text{ m/s}^2$ pontot, aktiválnak vesszük.

T_{FCW} – Az az időpont, mikor az FCW hangjelzés megszólal. Ezt hangérzékeléssel mérjük.

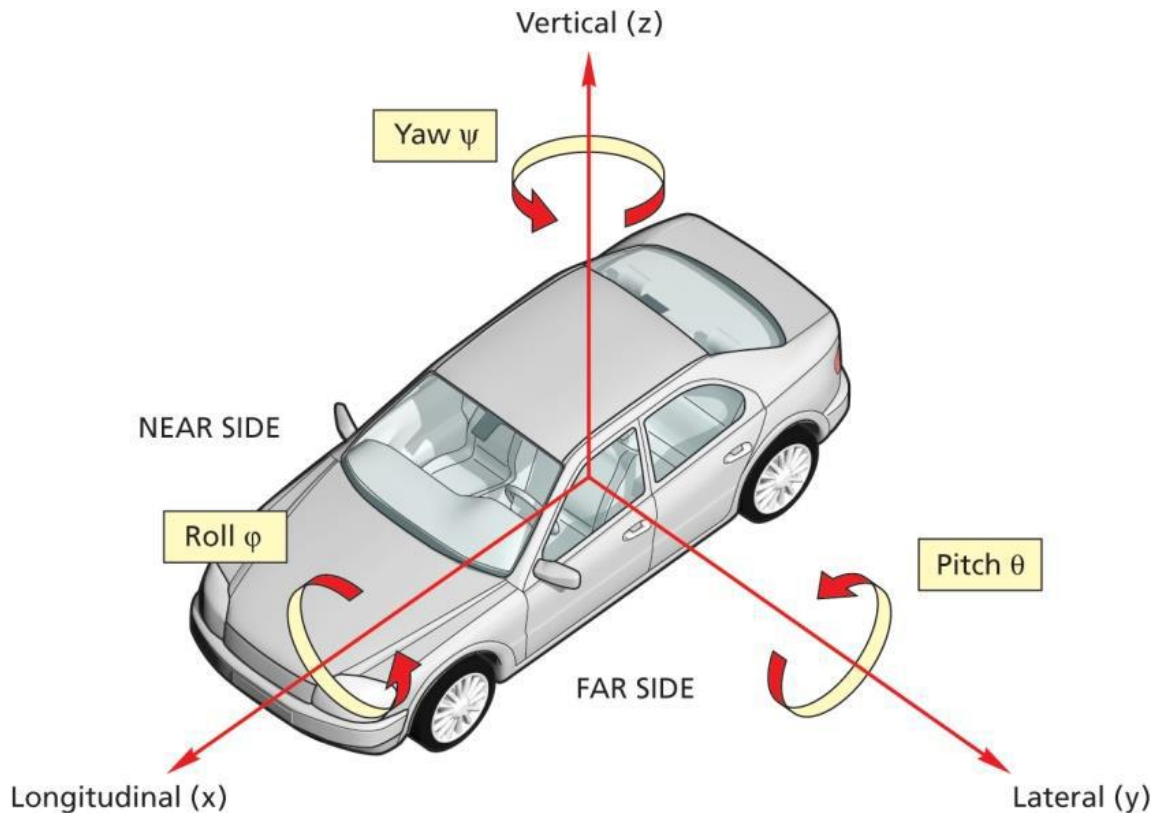
V_{impact} – Ütközési sebesség az érintkezés pillanatában.



7.ábra: Átfedések magyarázata (25%, 50%) [3]

3.3.2. Referencia rendszer

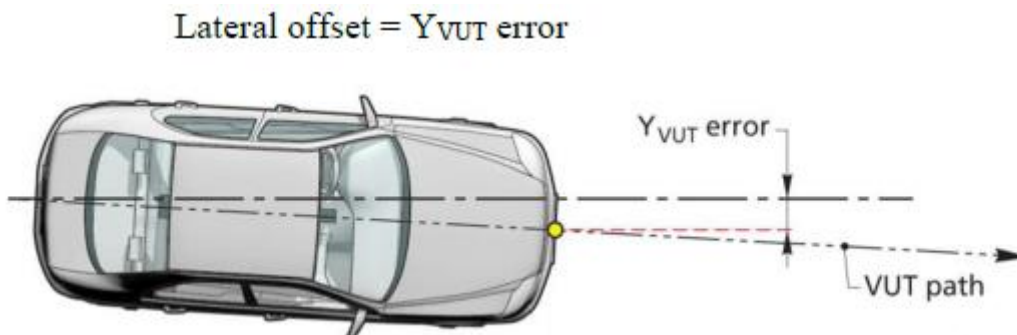
A tesztben résztvevő összes eszköznél, VUT, EPT, EBT az **ISO 8855:1991** szabvány szerinti koordináta rendszert alkalmazzuk. Így meghatározva azok X,Y,Z irányát. Továbbá meghatározza a forgás, csavarodás, bólintási irányokat is. Ez a referencia rendszer érvényes a bal és jobbkormányos autókra is.



8.ábra: Referencia rendszer [3]

3.3.3. Laterális pálya hiba

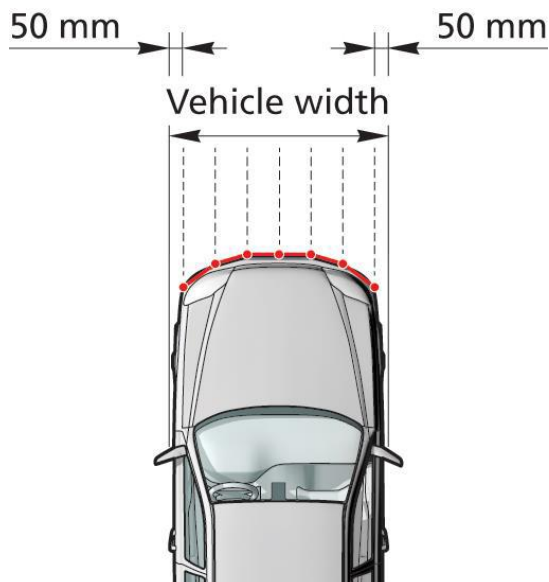
Oldalirányú offset eltolás meghatározása. Az út középvonala és az elfordult jármű elejének legelső pontjába húzott, az út középvonalaival párhuzamos egyenes közt mért távolság.



9.ábra: Laterális pályahiba[3]

3.3.4. Profil az ütközési sebesség meghatározásához

Ez egy virtuális vonal a jármű – VUT elején. Ez a vonal definiálva van egyenes vonalszegmensekből melyek 7 pontot kötnek össze. Az autó mindkét oldalától 50-50 mm-re kezdődik.



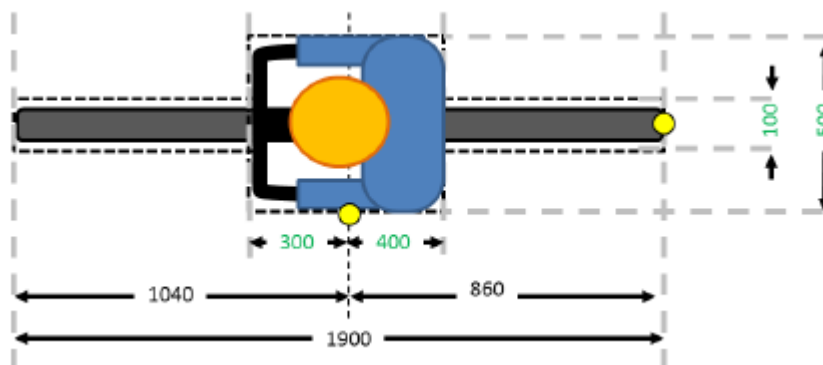
10.ábra: Ütközési profil[3]

Az EPT – dummy körül meghatározható virtuális doboz, mely segít meghatározni az ütközési sebességet a 11. ábrán látható. A hosszirányú ütközéses teszteknel a központi pont mindig a dummy oldal HIP pontja.



11.ábra: EPT – EPTc virtuális keret meghatározás

A kerékpáros teszteknel az EBT körül vett virtuális keret a 12. ábrán látható. A referenciapont az oldalirányú ütközéseknél mindig a kerékpár hajtó tengelyének pontja, a hosszirányú teszteknel pedig a hátsó kerék külső pontja.



12.ábra: EBT virtuális keret[3]

3.3.5. Mérőfelszerelés

Rögzítsünk mintaként minden, legalább 100 Hz frekvenciájú dinamikus adatot. Az EPT és EBT adatokat DGPS időbélyegző segítségével szinkronizáljuk a VUT adataival.

Mértékegységek és Változók

Idő	T
T_0 egyenlő TTC = 4s	T_0
T_{AEB} az időpont, amikor AEB aktiválódik	T_{AEB}
T_{FCW} az időpont, amikor AEB aktiválódik	T_{FCW}
T_{impact} az időpont, amikor a VUT becsapódik EPT-be és EBT-be	T_{AEB}
VUT pozíciója a teljes teszt alatt	X_{VUT}, Y_{VUT}
EPT és EBT pozíciója a teljes teszt alatt	
keresztezés esetén	Y_{EPT} / Y_{EBT}
hosszirányú közlekedés esetén	X_{EPT} / X_{EBT}
VUT sebessége a teljes teszt alatt	V_{VUT}
V_{impact} , a sebesség, mellyel VUT becsapódik EPT-be vagy EBT-be	V_{impact}
EPT vagy EBT sebessége a teljes teszt alatt	V_{EPT} / V_{EBT}
VUT csavarodási sebessége a teljes teszt alatt	Ψ_{VUT}
VUT hosszirányú gyorsulása a teljes teszt alatt	A_{VUT}
VUT kerékkormányozási sebessége a teljes teszt alatt	Ω_{VUT}

Mérőfelszerelés

Szereljük fel a VUT-ot, EPT-t és EBT-t adatmérő és adatgyűjtő berendezéssel, hogy mintaként rögzítsünk adatokat a következő minimális pontossággal:

- VUT sebesség 0.1km/h;
- EPT és EBT sebesség 0,01 km/h;
- VUT laterális és hosszanti pozíció 0,03 m;
- EPT és EBT pozíciója a mozgás irányában 0,03 m;
- VUT csavarodási arány 0,01 %/s;
- VUT hosszirányú gyorsulás 0,1 m/s²;
- VUT kormánykerék sebesség 1.0 %/s.

3.3.6. Dummy tesztbábuk

A teszt folyamán a teszt protokoll lebonyolításakor az EuroNCAP által bevizsgált és elfogadott tesztbábukat, dummy-kat lehet csak használni. A dummy pontos specifikációja adott. Ez nagyon fontos, ugyanis ezeknek a dummyknak meghatározott és tesztelt radar reflexiója és vizuális megjelenése van, ami nagyon fontos a szenzor rendszerek megfelelő működése miatt. A dummy-k kompatibilisek és mérhetőek Radar (24,77 GHz), LiDAR, Camera rendszerekkel.



12.ábra: Dummy tesztbábuk[3]

Ha az autógyártók egy más féle szenzorral, szenzor rendszerrel szeretnék tesztelni a járművet akkor azt előre jelezni kell az EuroNCAP felé, hogy a teszt és az eszközök bevizsgáláson essenek át.

3.3.7. Teszt körülmények

Tesztútvonat

A tesztútvonatnak száraznak és egyenletesnek kell lennie. Nem lehet rajta víz miatti tükröződés. Betonozottnak kell lennie. Maximum 0-1% közötti lejtése lehet. A PBC értéknek minimálisan 0,9 -nek kell lennie. Az útvonalon nem lehet semmiféle repedés, nem tartalmazhat aknafedelelet vagy fényvisszaverő csíkokat a VUT egyik oldalán sem 3-3 méteren. Sávjelzések nem helyezkedhetnek el az autó körül az útvonalon a VUT oldalirányában, párhuzamosan 3-3 méter távolságban.

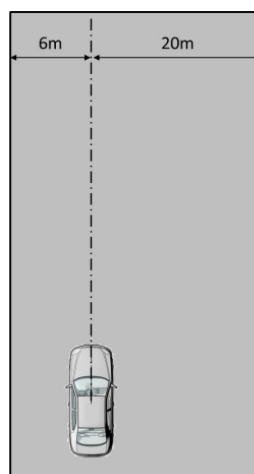
Időjárási körülmények

Az időjárásnak száraznak kell lennie. A hőmérséklet 5-40 Celsius fok között kell, hogy legyen. Csapadék nem eshet. A látótávolságnak a talajszint felett 1kilométernél nagyobboknak kell lennie. Tilos a napsugárzással szemben elvégezni a tesztet. A szél nem haladhatja meg a 10 m/s értéket. A megvilágításnak homogén eloszlást kell produkálnia, nem vethet sem a VUT, sem az EPT, EBT nagy árnyékot, mert ez zavarhatja a rendszert. Minden teszt előtt 30 perccel meg kell vizsgálni a körülményeket és jegyzőkönyvezni kell.

- Környezeti hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]
- Tesztfelület hőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]
- Szélsebesség [m/s]
- Fényerő [LUX]

3.3.8. Tesztkörnyezet

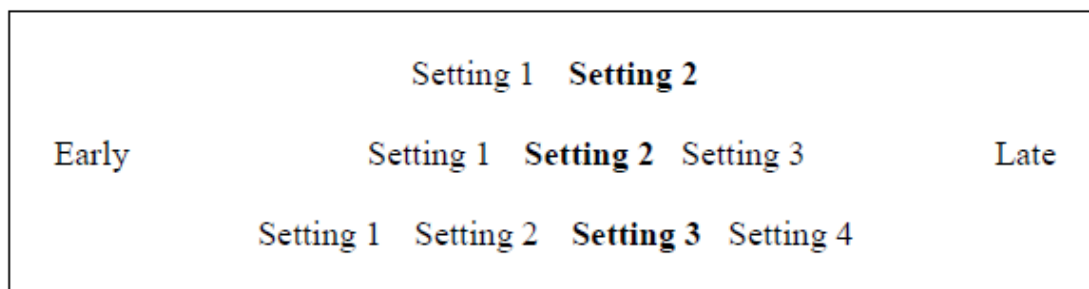
Nem lehet semmilyen objektum a teszt környezetben. Ez a Vut-hoz viszonyítva látható a 13.ábrán. Se autó, se semmilyen autópálya felszerelés, se ember, se növényzet. A jármű-VUT nem haladhat felső tábla, hídszerkezet, aluljáró, kapu, sem semmilyen objektum struktúra alatt. A természetes látómező tartalmazhat ember által készített, természeti körülményeket, kék eget stb., de nem tartalmazhat semmilyen reflektív felületet és semmilyen objektumstruktúrát, mely abnormális szenzor reakciókat válthat ki.



13.ábra: Tesztkörnyezet[3]

3.3.9. Jármű-VUT előkészítés

Ha lehetséges a tesztelendő rendszerek érzékenységét állítani az autóban, akkor a választható szintek közül mindig a középsőt, ha páros lehetőség van akkor mindig a középsőtől egyel nagyobb érzékenységet válasszuk. A teszt előtt ki/be kell kapcsolni a rendszereket.



14.ábra: Érzékenység beállítás[3]

Gumiabroncsok

A járművet új gumikkal frissen szerelve kell a tesztre bocsájtani. A gumik méretének meg kell felelnie az OEM által előírt kritériumoknak. A gumi cseréje engedélyezett, de csak abban az esetben, ha ez minden adatukban megegyezik a gyártó által javasolttal méret, sebesség és teherbírás szerint. A guminyomást a legkisebb terhelési állapotra kell állítani, amit a gyártó előír.

Járműkalibrálás

A járművet kalibrálni kell. Az üzemanyag tartályt 90%-ig fel kell tölteni üzemanyaggal. Az olajsintet maximumra kell tölteni és minden egyéb más folyadékot is maximum értékre kell feltölteni.

Az autóban csak az alapfelszereltség lehet, mint például a pótkerék, szerszámok, egyéb felszerelés, más teljesen tilos. A járművön tömegmérést kell végrehajtani száraz állapotban. Az első tengelyterhelés és a hátsó tengelyterhelés megméréssel kell számolni a száraz össztömeget. Ezt nevezzük terheletlen tömegnek a tesztautónál. Az autóba a teszt során összesen 200 kg tömeg tehető. Ebben a 200 kg-ba bele kell hogy tartozzon minden mérőfelszerelés, robot rendszerek és egyéb dolgok, amik a mérés végrehajtásához szükségesek. Ha ezen rendszerek össztömege nem éri el a 200 kilogrammot akkor azt ballaszokkal kell kiegészíteni.

Jármű előkészítés

Első lépésben a mérőberendezéseket kell behelyezni az autóba, majd a hozzájuk tartozó kábeleztést kell biztonságosan kialakítani és elvezetni. Minden egyes tárgyat biztonságosan kell rögzíteni. Ha ezek megvannak meg kell mérni ilyen állapotban is a tengelyterheléseket és a kapott adatokból kiszámolni a jármű így kialakult tömegét. Ezen értékek eltérése 5%-on belül kell, hogy legyen a gyári adatokhoz viszonyítva. Az össztömegnek 1%-on belül kell lennie. Ezek után a jármű tengelyeinek kalibrálása következik. Az x-y tengely kalibrálásnál nem térhet el 10 mm-nél jobban a gyári helyzettől. Ha mégis meghaladják ezt az értéket akkor a gyári adatokat kell használni.

3.3.10. Teszt procedúra

Jármű bemelegítés

Ha a jármű gyártója ha igényli, a teszt előtt megtehető maximum 100 kilométert az autóval városi és vidéki környezetben, hogy a szenzorait élesítse táblákkal, környezettel. Kerülendő a nagy gyorsítás és nagy fékezés.

Fékrendszer

A fékek bemelegítéséhez szükséges 20 db. fékezést végrehajtani a végén megállással, 56 km/h-ról, 0,5-0,6 G lassulással. Közvetlenül ezután további 3 db. fékezést kell végrehajtani 72 km/h-ról, olyan pedálerővel, hogy az ABS működésbe lépjen. Mindezek után 72 km/h sebességet kell tartani 5 percig, hogy a fékek lehűljenek.

Gumiabroncsok

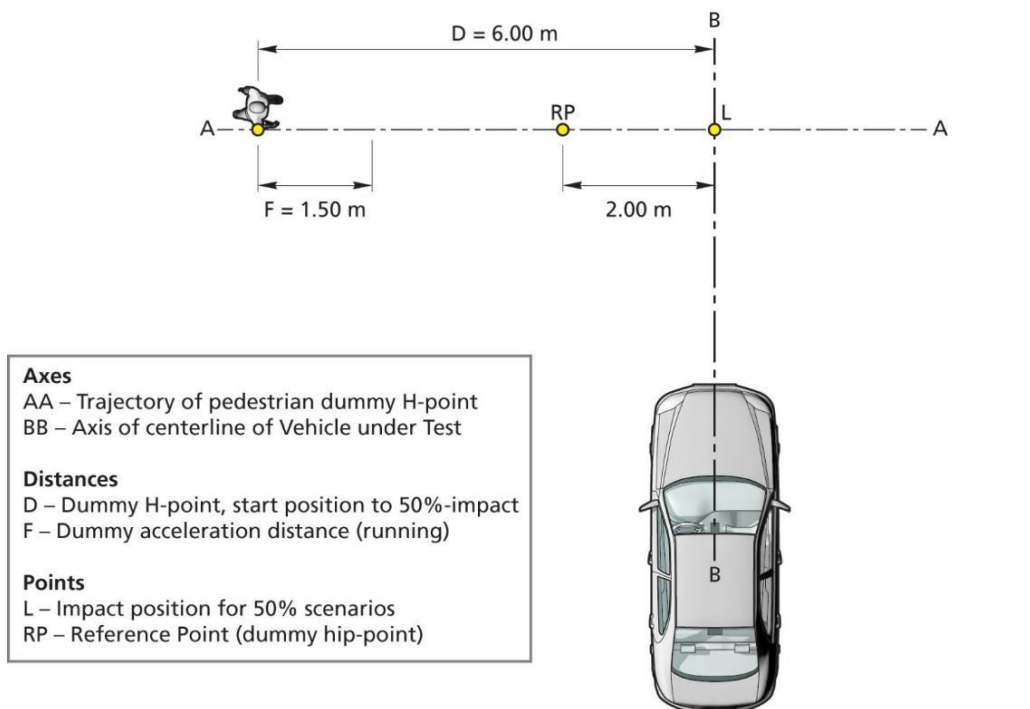
A gumiabroncsokat is be kell melegíteni, hogy arról a szennyeződés lekerüljön, és a fényes használatlan felületek is bemelegedjenek. Egy 30 méter átmérőjű körön, olyan sebességgel kell haladni, hogy 0,5-0,6G oldalgyorsulás érje a járművet. 3 db. kör az órajárás szerint és 3 db. kör ellentétes irányban. Ezekután 10 db. szinuszos járási ciklust kell végrehajtani 56 km/h-val, 1 Hz frekvencián. Az oldalgyorsulás itt is 0,5-0,6 G kell, hogy legyen. Az utolsó körben az amplitúdót a duplájára kell növelni.

AEB/FCW rendszer ellenőrzés

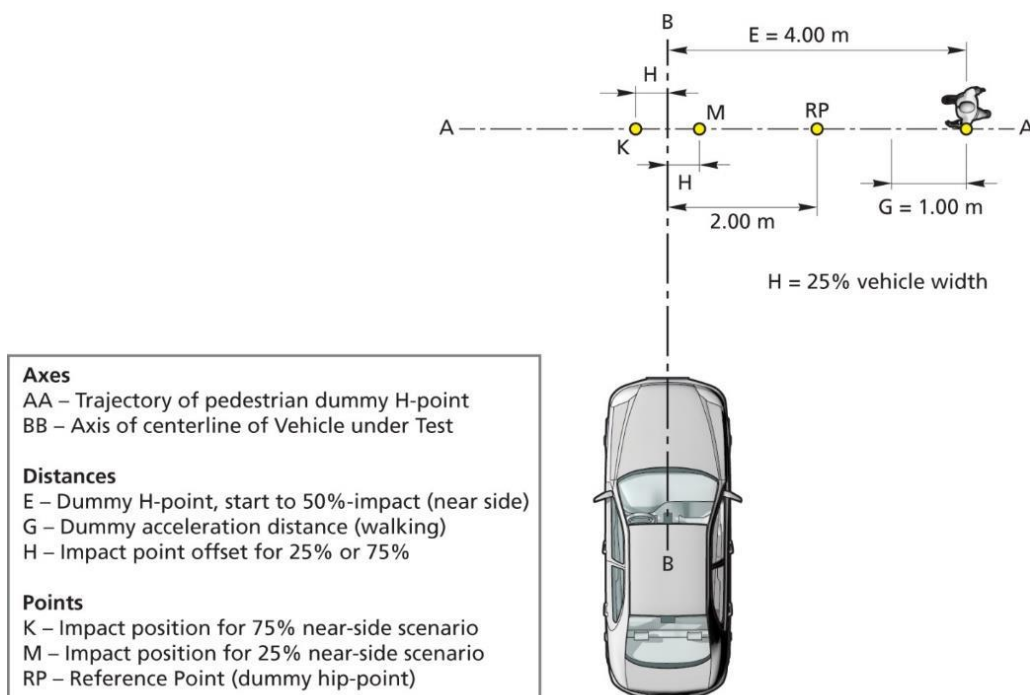
A teszt előtt 10 kört kell menni a járművel a legalacsonyabb sebességen, amelyet a teszt megenged, hogy a rendszer megfelelően működjön.

3.3.11. Teszt forgatókönyvek

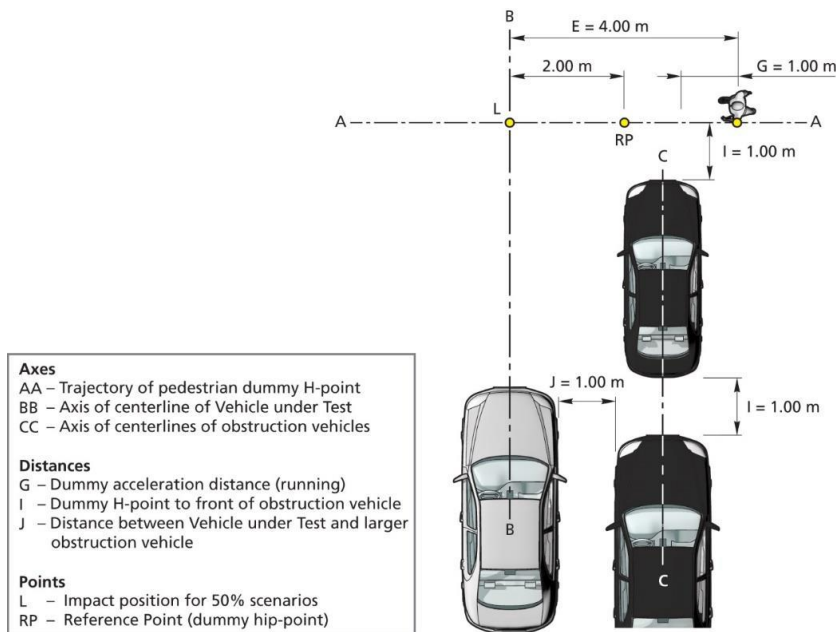
A következőkben a végrehajtandó teszt forgatókönyvek láthatók grafikusán ábrázolva. A teszt végrehajtásához definiálni kell egy vonalat, amelyen a VUT halad, és amelyet a vezető rendszer követni és többszörösen megismételni is tud.



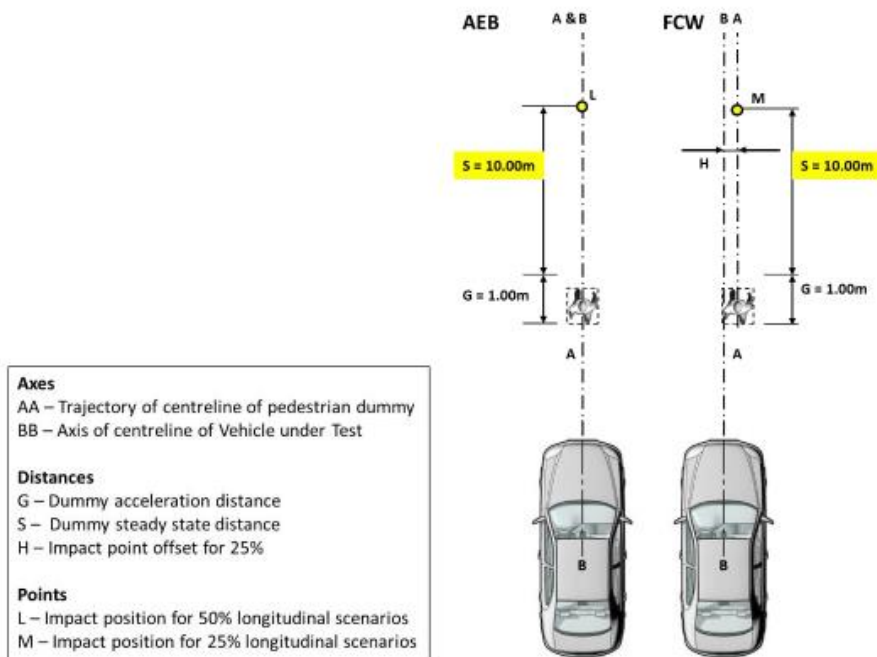
15. ábra: CPFA-50, Felnőtt keresztbe futás[3]



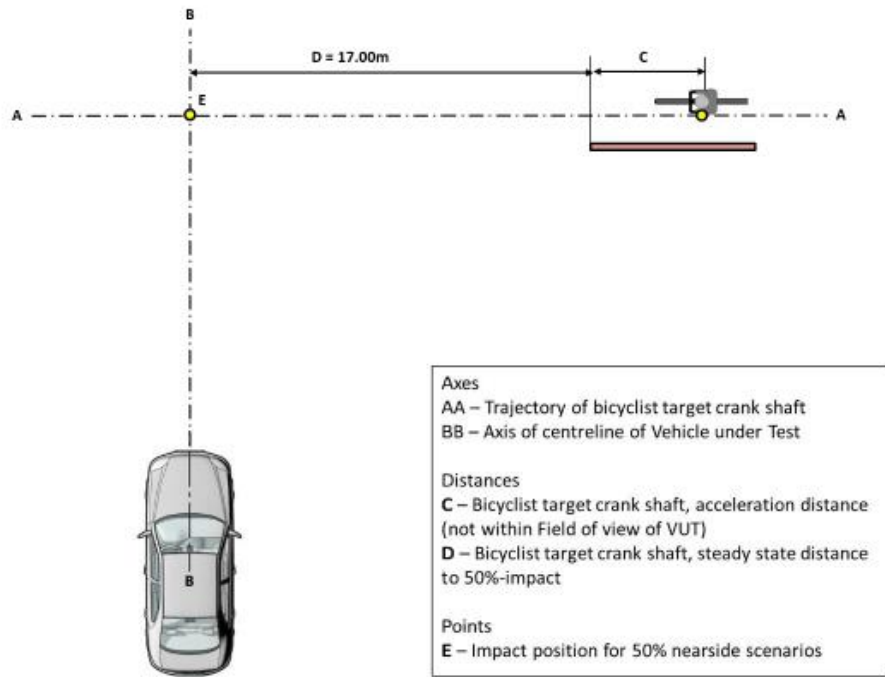
16. ábra: CPNA-25 & CPNA-75, Idős keresztbe sétál[3]



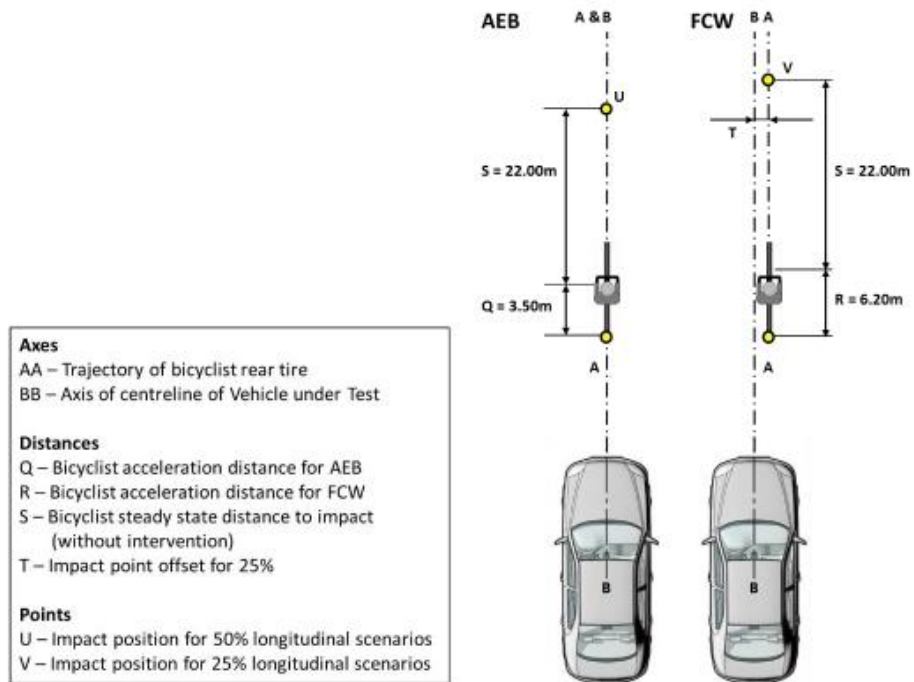
17.ábra: CPNC-50, Gyermek keresztbe futás takarásból[3]



18.ábra: CPLA, Felnőtt hosszirányú ütközés[3]



19. ábra: CBNA, Kerékpáros oldalirányú ütközés [3]



20. ábra: CBLA, Hosszirányú kerékpáros ütközés [3]

Minden tesztet 5 km/h-ás sebesség léptékekkel kell végrehajtani az alábbi táblázat szerint összefoglalva.

	AEB Pedestrian					
	CPFA-50	CPNA-25	CPNA-75	CPNC-50	CPLA-50	CPLA-25
Type of test	AEB					FCW
VUT speed	20-60 km/h					50-80 km/h
Target speed	8 km/h	5 km/h				
Impact location	50%	25%	75%	50%	50%	25%

	AEB Bicyclist		
	CBNA-50	CBLA-50	CBLA-25
	AEB		FCW
VUT speed	20-60 km/h	25-60 km/h	50-80 km/h
Target speed	15 km/h		20 km/h
Impact location	50%		25%

21. ábra: Sebességértékek a tesztek végrehajtásához[3]

3.3.12. Teszt levezetése

Minden tesztfutam előtt vezesse körbe a tesztjárművet (VUT) maximum 30m átmérőjű körben 10 km/h sebesség alatt egy, az óra járásával megegyező irányú körben, majd egy, az óra járásával ellenkező irányú körben, végül vezesse a tesztjárművet kezdeti pozícióba a tesztpályán. Amennyiben az OEM igényli, bemelegítő kör is levezethető minden tesztkör előtt. Állítsa meg a tesztjárművet és nyomja meg a fékpedált a teljes nyomtávon, majd teljesen engedje ki. Automataváltós gépkocsi esetén válassza ki a D sebességet. Kézi váltós járművek esetén válassza ki azt a legmagasabb sebességfokozatot, ahol a fordulatszám legalább 1500 lesz tesztsebességben. Végezze el az első tesztkört a gumi-kondicionálás (ha alkalmazható) utáni 90 másodperc és 10 perc közötti időintervallumban, majd a rákövetkező tesztekhez hasonló időintervallumokat követően. Ha az egymást követő tesztek közötti idő túllépi a 10 percet, végezzen el három fék megállást 72 km/h-ról körülbelül 0,3g-n.

Tesztek között a tesztjárművet maximum 50 km/h sebességgel vezesse, és kerülje a heves kanyarodást, fékezést vagy fordulást, hacsak nem nélkülözhetetlen a biztonságos vezetési környezet fenntartása érdekében.

3.3.13. Teszt végrehajtása

A teszt a kiindulási pontról T_0 sebességgel indul és csak az előzetesen kijelölt kondíciók meglétében kezdhető meg. A teszt akkor ér véget (amikor is az AEB funkció értékelésre kerül), ha V_{VUT} nulla keresztezés esetén (illetve $V_{VUT} = V_{EPT/EBT}$ hosszanti irányban), vagy $T_{FCW} < 1.5s$ TTC, mely után elkerülő manőver kezdeményezhető.

Mindkét váltótípus esetén figyelni kell a motorfékezés kezelésére (hiszen a sebességpedál használata ekkor felülírhatja az alapvető működést), illetve a tiszta fékezésekre.

A soron következő teszt sebessége 5 km/h-val növelendő. A tesztelést azonnal abba kell hagyni, ha fékezések során a sebességcsökkenés nem megfelelő mértékű vagy a gyártó nem jósol teljesítményt.

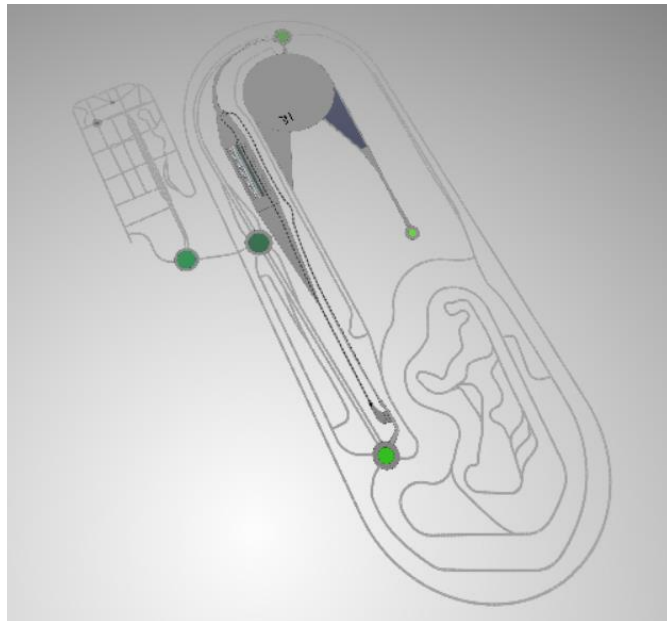
Amennyiben a gyártó által jósolt teljesítménytől a mért teljesítmény több, mint 5 km/h-ban eltér, a teszt folytatandó tovább folytatandó két percig további adatgyűjtés céljából. Az eredményeket az Euro NCAP és a gyártó megtárgyalja és megállapítja, hogy használhatóak-e a vizsgált tesztjármű értékelésére.

3.3.14. Fejezet összefoglalás

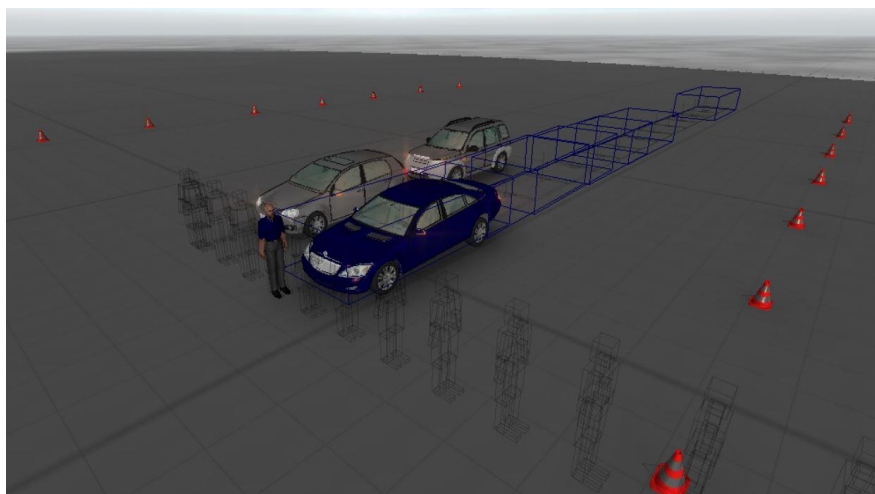
Ez a kiértékelés egy külön protokoll melyet dolgozatomban nem dolgoztam fel. Amint látható a fentebb feldolgozott protokollból, a tesztek nagyon szigorúak és összetettek. Erre a sémára épül a másik 3 protokoll is, eltérés kis mértékben a teszt előkészítésben lelhető fel. Természetes a legnagyobb eltérés magában a forgatókönyvekben van, mivel teljesen más közlekedési szituációban vizsgáljuk a jármű viselkedését.

3.4. Virtual Crash szimuláció

A Virtual Crash egy balesetrekonstruáló program. Ebben a programban bemodelleztem a teszpálya terveit. Azon a pályaegységen melyek alkalmasak az Euro NCAP tesztek lebonyolítására, leszimuláltam egyes szituációkat valódi adatok alapján. Ezzel a szimulációval meg tudjuk vizsgálni, hogy mekkora különbség lehet egy ember és egy gép reakcióideje közt, illetve, hogy milyen egyéb emberi figyelmetlenségek játszhatnak közre egy balesetben. Például egy holt-tér melyet az ember nem lát be, de egy szenzor rendszer igen.



22.ábra: Teszpálya Virtual Crash model



22.ábra: AEB teszt Virtual Crash programban

4. Összefoglalás

Dolgozatomban megpróbáltam egy átfogó képet adni napjaink legaktuálisabb baleset elkerülő rendszereiről és azok teszteléséről. Kutatásaim során megállapítottam, hogy a feldolgozott Euro NCAP tesztesetek igen csak leegyszerűsített közlekedési helyzeteket szimulálnak. Véleményem szerint ezek a tesztek csak rendszer szintű tesztek. Csak magának a beépített rendszereknek és alrendszereknek a működését vizsgálja. Ezeket a tesztek nem lehet igazi életben előforduló szituációkkal összehasonlítani. Szükség van a teszt esetek bonyolítására, hogy azok eredményeiből valós következtetéseket vonhassunk le egy-egy közlekedési szituációban való reagálásról.

5. Célkitűzések

Jelen dolgozatom csupán egy alapköve hosszútávú terveimnek. Az eddigiek során feldolgoztam az összes Euro NCAP tesztet a fentebb közöltem véleményem ezekkel kapcsolatban. A teszt esetek bonyolítására szükség van és egyre közelebb kell hozni a teszt eseteket a való élet közlekedési helyzeteihez. A 2017. decemberében leadandó MSC Diplomatervemben szeretném tovább bővíteni ezt a TDK dolgozat. Terveim közt szerepel, hogy pontosabb információkat írjak az ADAS rendszerek felépítéséről, működéséről. Ennek érdekében már megteremttem a kapcsolatot szenzor fejlesztő cégekkel.

Közlekedés biztonsági részről a Diplomatervemben ajánlást teszek az aktuális Euro NCAP tesztek kombinálhatóságáról, létrehozok egy teszt mátrixot, és az így kapott komplex tesztek szeretném standardizálni.

Hosszú távú céljaim közt szerepel elkezdni a 2018-as évben a Phd képzést, melyben a kutatási témámként folytatnám az eddigieket. Látva a technika gyors fejlődését, megpróbálok megalkotni a valós életből merített teszt eseteket és ezeket standardizálni. Ezeket a tesztek pedig megvalósítani a Zalaegerszegen épülő tesztpályán.

Felhasznált irodalom

Könyv:

[1] *Dr. Melegh Gábor: Gépjárműszakértés*

Online dokumentum, ábrák, hivatkozások:

[2] *www.TI.com*

[3] *Euro NCAP test protocols: www.euroncap.com*

[5] *Ferency Gábor- Szűcs Péter -Balogh Károly: Radarlokáció alapjai*