

Számítógépes járműmodellek kiegészítése két- és háromdimenziós látótér modellekkel valamint ezek validálása láthatósági kísérletekkel, tekintettel a 2007/38/EK irányelv követelményeire

Ignác Ferenc*, Bell Márton**

**IbB Hungary Mérnöki Szakértői Iroda, Budapest, H-1163
Hungary (Tel: +36(1)403 1040; e-mail: ignacz@ibbhungary.hu).*

***IbB Hungary Mérnöki Szakértői Iroda, Budapest, H-1163
Hungary (Tel: +36(20)972 8466; e-mail: bellmarton@freemail.hu).*

Absztrakt: A tehergépjárművek kanyarodási és sávváltási folyamata során a védtelen közlekedési partnerek a tehergépkocsi vezető látási holtterébe kerülhetnek, amely balesethez vezethet. Különösen súlyosak a következmények, ha a tehergépkocsi az elütést követően áthalad a baleseti partneren. A közvetett látómező hiányosságait a 2003/97/EK irányelv előírásai szerinti tükrök megszüntették, azonban az irányelv csak az új járművekre vonatkozik. A 2007/38/EK irányelv értelmében a jobboldalon oldalra-, illetve a hátralátást a már forgalomban lévő járműveknél is holtter-mentessé kell tenni. Ennek értelmében a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményeinek megfelelő tükröket 2009. március 31-i hatállyal a már forgalomban lévő (2000. január 1. után forgalomba helyezett) N2 és N3 kategóriájú tehergépkocsira is fel kellett szerelni.

A látási holtterrel összefüggésbe hozható balesetek gyorsabb és megbízhatóbb vizsgálata érdekében látótér modellek kidolgozását tartottuk indokoltnak. A járműadatbázisokban található jármű körvonalrajzok és háromdimenziós járműmodellek átszerkesztésével, kiegészítésével ugyanis olyan modellek hozhatók létre, amelyekkel a gépkocsivezetők holtterével összefüggésbe hozható balesetek megbízható módon vizsgálhatók. Jelen tanulmány keretében elvégzett láthatósági kísérletek eredményei bizonyították, hogy az általunk kidolgozott felülnézeti és a háromdimenziós modellek alkalmasak a holtterrel összefüggésbe hozható balesetek rekonstruálására. A térbeli modellekkel a láthatóság nem csak az úttest szintjében, hanem az úttest feletti térben, tetszőleges magasságban vizsgálható. Kísérleteink során azt is elemeztük, hogy a 2007/38/EK irányelv értelmében a nehéz tehergépjárművek 2003/97/EK irányelv műszaki követelményeinek megfelelő visszapillantó tükrökkel való utólagos felszerelése által milyen mértékben javul a védtelen közlekedési résztvevőkre való közvetett rálátás.

Abstract: In the cornering and lane-changing processes of heavy trucks, vulnerable road users (VRU) may get into the driver's visibility dead space, which can lead to accidents. There are very serious consequences, if a truck runs over a VRU after a collision. The shortcomings of the indirect visibility field were eliminated by new mirrors according to the directive 2003/97/EC, however the directive only applies to new vehicles. According to the directive 2007/38/EC, on the right hand side of the vehicle (in the direction of travel) in the view to the side and rear, the dead space should be eliminated in the case of vehicles in circulation. According to this, starting on 31st March 2009 the trucks in circulation (placed in circulation after 1st January 2000) of the categories N2 and N3 should be equipped with mirrors according to the technical specifications of the 2003/97/EC directive.

In order to conduct the analysis of a crash accident related to visibility dead space faster and more reliably we considered the development of visibility field models to be justified. With the construction and completion of drawn vehicle contour lines, and three dimensional vehicle models from the vehicle database, such models can be developed which make the reconstruction of crash accidents related to visibility dead space more reliable. The presented results of the visibility tests showed that the top-view- and three dimensional models are suitable for the reconstruction of accidents related to visibility dead space. With the help of three dimensional models the visibility can be studied not only in the road plane but at an arbitrary altitude in the space above the road plane. During our tests we analyzed how the indirect visibility of the VRU improves when heavy trucks are equipped with mirrors corresponding to the technical specifications of the directive 2003/97/EC according to the directive 2007/38/EC.

1. BEVEZETÉS

Becslések szerint évente 400 ún. *védtelen közlekedő* (gyalogos, kerékpáros és motorkerékpáros) veszíti életét Európa útjain azért, mert a tehergépjárművek vezetőinek látási holterébe kerülve nem észlelhetők. Utóbbi a balesetek jellemzően körgeometriás csomópontokban és útkereszteződésekben következnek be. *Látási holttér* alatt azon terület értendő a haszongépjármű körül, amelyet a jármű vezetője fizikai korlátok (takarások) miatt nem lát be sem a szélvédő- és az ajtóüvegen-, sem pedig a külső visszapillantó tükrökön keresztül. A látási holttér lényegében a közvetett és a közvetlen látómezőkön kívül eső területet jelenti a jármű környezetében. A tehergépkocsi vezetők látómezőjének nagysága a tehergépjárművek konstrukciós kialakításából adódóan tehát erősen korlátozott. A legveszélyesebb baleseti szituációhoz tartozik a kanyarodó tehergépkocsi és a kerékpáros vagy gyalogos közötti közlekedési konfliktus, hiszen ilyen esetekben a legnagyobb és legnehezebb közlekedési résztvevő találkozik a legkisebbel és a legkönnyebben [6]. A járműből való megfelelő kilátás közlekedésbiztonsági szempontból rendkívül lényeges, hiszen a járművezető információszerzési folyamata 90%-os arányban vizuálisan történik [16]. A holttérrel összefüggésbe hozható balesetek rekonstrukciójának hatékonyabbá tétele érdekében felülnézeti és térbeli látómezőket tartalmazó járműmodellek kidolgozását tartottuk szükségesnek. A kidolgozott modellek validálását látáshatósági kísérletek végrehajtásával végeztük el.

2. JOGSZABÁLYI ELŐÍRÁSOK

Az ún. *közvetett látást segítő rendszerek* típusjóváhagyására vonatkozó európai szabályozás kezdete 1971-re tehető [1]. A gépjárművek visszapillantó tükreire vonatkozó tagállami jogszabályok közelítéséről szóló 71/127/EGK irányelvet több lépésben módosították, hiszen a technika fejlődése lehetővé tette a korszerűbb tükrök alkalmazását és azok számának növelését. Az irányelv többek között meghatározta, hogy a visszapillantó tükröket járműveken milyen módon kell rögzíteni [1]. Az újabb irányelvek hatálya további járműkategóriákra is kiterjedt [1]. A változtatások indokoltságát a balesetkutatások és baleseti statisztikák eredményei is alátámasztották. A 85/205/EGK (1985.02.18) irányelv a széles látószögű külső visszapillantó tükrök görbületi sugarát $R=400$ mm-ben határozta meg, hasonlóan a külső közeltéri tükrökéhez. A 2003/97/EK irányelv hatályon kívül helyezte az 71/127/EGK irányelvet és kötelezővé tette a közvetett látást biztosító tükrök vagy egyéb eszközök alkalmazását [1]. Az irányelv az ún. *széles látószögű külső* és a *külső közeltéri* (rámpa) tükrök görbületi sugarát $R=300$ mm-ben határozta meg, számottevően növelve ezzel a járművezető látóterét. Ezáltal lehetővé vált a balesetek és a halálos áldozatok számának csökkentése, azonban az irányelv a kisebb ($R=300$ mm-es) görbületi sugarú tükrök alkalmazását csak új járművek esetében írta elő. A 2007/38/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv rendelkezései szerint 2009. március 31-i hatállyal az N2 és az

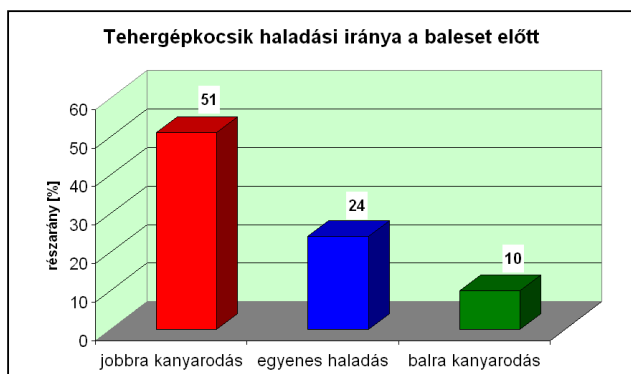
N3 kategóriájú (3,5 t-nál nagyobb megengedett legnagyobb össztömegű) tehergépkocsikat utólag fel kellett szerelni az utas oldalon a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményei szerinti IV. osztályú (széles látószögű külső) és V. osztályú (külső közeltéri) visszapillantó tükrökkel. Ki kell hangsúlyozni azonban, hogy a 2007/38/EK irányelv nem írja elő a forgalomban lévő járművek VI. osztályú (front) tükrörel való utólagos felszerelését. Utóbbi tükrök felszerelése - amely a jármű előtti terület beláthatóságát teszi lehetővé - csak az új járművekre kötelező, annak ellenére, hogy a szakértői tapasztalat szerint annak hiánya halálos kimenetelű elütéses balesetekhez vezethet. Az irányelvek összefoglalása az 1. táblázatban, szövegezése, pedig a <http://eur-lex.europa.eu/> internetes oldalon érhető el.

1. táblázat: A közvetett látást biztosító eszközökre vonatkozó irányelvek összefoglalása

Irányelv száma	Dátuma és (típusa)	Tartalma
71/127/EGK	1971. március 1. (tanácsi irányelv)	Műszaki, vizsgálati eljárások és követelmények, jóváhagyási jel, felszerelés, darabszám, beállítás, látómező.
79/795/EGK	1979. augusztus 20. (bizottsági irányelv)	Műszaki, vizsgálati eljárások és követelmények, jóváhagyási jel, felszerelés, darabszám, beállítás, látómező.
85/205/EGK	1985. február 18. (bizottsági irányelv)	Műszaki, vizsgálati eljárások és követelmények, jóváhagyási jel, felszerelés, darabszám beállítás, látómező, görbületi sugár: $R=400$ mm (széles lsz., külső közeltéri tükrök esetében).
87/354/EGK	1987. június 25. (tanácsi irányelv)	Jelzések.
86/562/EGK	1986. november 6. (bizottsági irányelv)	Jelzések.
88/321/EGK	1988. május 16. (bizottsági irányelv)	Tükrök darabszáma az egyes járműkategóriák esetében.
2003/97/EK	2003. november 10. (parlamenti és tanácsi irányelv)	Műszaki, vizsgálati eljárások és követelmények, jóváhagyási jel, felszerelés, darabszám, beállítás, látómező, görbületi sugár: $R=300$ mm (széles lsz., külső közeltéri tükrök esetében).
2005/27/EK	2005. március 29. (bizottsági irányelv)	2003/97/EK irányelv hatályának kiterjesztése további járműkategóriára, korrekciós tényező rögzített dőlésszögű üléstámlákkal rendelkező járművek esetében.
2007/38/EK	2007. július 11. (parlamenti és tanácsi irányelv)	A már forgalomban lévő járművek utólagos felszerelésre vonatkozó előírások.

3. BALESETI STATISZTIKÁK

A Közúti Fuvarozók Nemzetközi Egyesülete (IRU) és az Európai Bizottság (EB) egyedülálló tudományos kutatási programjának (ETAC – European Truck Accident Causation) keretében – amelyben hét másik kutatóintézet mellett az IbB Hungary Mérnöki Szakértői Iroda is részt vett - 624 tehergépkocsi részvételével történt balesetet vizsgált meg [2]. Azoknál a balesetknél, amelyeknél legalább egy ún. védtelen baleseti partner (gyalogos vagy kerékpáros) részvételével útkereszteződésben következett be a baleset, az elsődleges okot 14 esetben a tehergépkocsi vezető látási holtterére lehetett visszavezetni. A látási holtterre visszavezethető balesetek kétharmada halálos kimenetellel végződött [2].



1. ábra: A tehergépkocsik haladási iránya a baleset előtt [2]

A balesetek 75%-ában a tehergépkocsi jobbra vagy balra kanyarodott, miközben elütött valamilyen fokozottan veszélyeztetett közlekedőt a látási holtter következtében. A kutatás eredmények azt mutatták, hogy a tehergépkocsi jobbra kanyarodása a legkritikusabb, hiszen a balesetek döntő része (51%-a) ebben a baleseti szituációban következett be (1. ábra). A balkormányos tehergépkocsik vezetőfülkéje körüli terület a baloldali mellső részen a leginkább belátható. Ezt látszik igazolni, hogy a balra kanyarodás során következett be a legkevésbé baleset.

A fokozottan védtelen közlekedési partnerek részvételével történt balesetekben az ütközések 24,3%-a a tehergépkocsi oldalával történt, 61,9%-a pedig a tehergépkocsi elejével következett be (2. ábra).



2. ábra: A védtelen baleseti partnerek felütközési helye a tehergépkocsin

4. LÁTHATÓSÁGI VISZONYOK TEHERGÉPKOCSI VEZETŐFÜLKÉBŐL

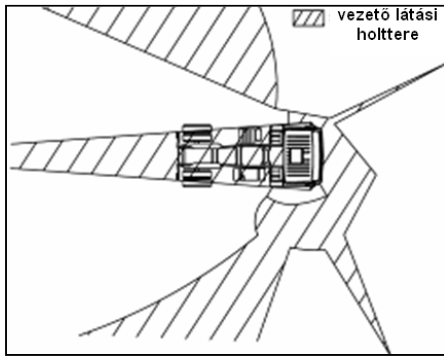
Látási holtter alatt azon terület értendő a haszongépjármű körül, amelyet a jármű vezetője a fizikai korlátok (takarás) miatt nem lát be, sem a szélvédő- és az oldalüvegen, sem a külső visszapillantó tükrökön keresztül. A tehergépkocsi vezetők látómezője a magas ülés pozíció, a szélvédő- és oldalüvegek alsó peremének viszonylag magas kialakítása, valamint a láthatóság szempontjából csaknem teljesen zárt vezetőfülke és felépítmény miatt erősen korlátozott [3].

A látási holtter különösen városi forgalomban jelenthet baleseti kockázatot, kiváltképp akkor, ha egy kanyarodási-, vagy sávváltási folyamat közben a tehergépkocsi közvetlen környezetében gyalogos illetve kerékpáros halad. A vezetőülésből a jármű jobboldali első részének tartományában tartózkodó- vagy haladó gyalogosok és járművek észlelhetők a legkevésbé.

A gépkocsivezető látómezőjét a következő főbb tényezők befolyásolják:

- Kilátást korlátozó objektumok (visszapillantó tükrök, „A”, „B” és „C” oszlopok,).
- A szélvédő és az oldalablakok alsó élének magassági kialakítása.
- A járművezető szemhelyzete a szélvédő és az ablakok alsó éléhez viszonyítva.

Az 3. ábra sraffozott területe a tehergépjármű vezetőjének látási holtter tartományát jelöli.



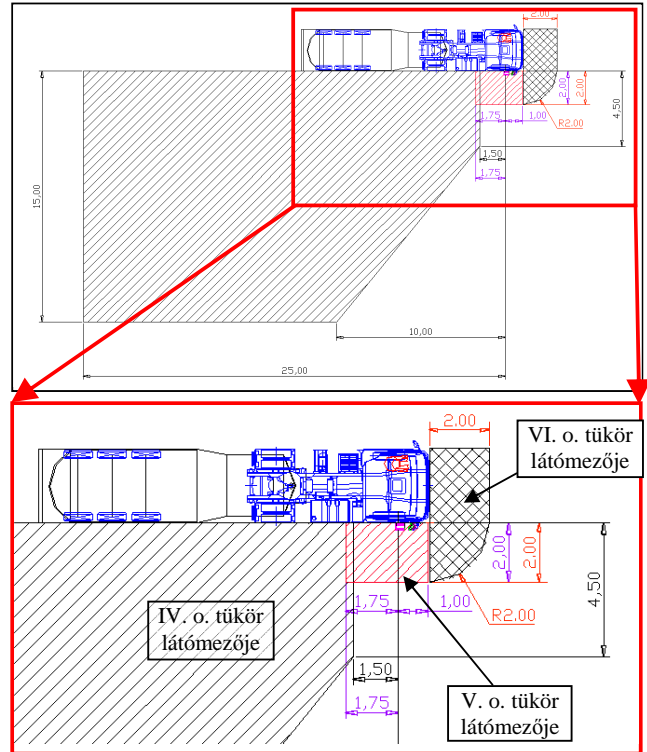
3. ábra: A járművezető látási holtter tartományai (balkormányos nyerges vontató esetében) [3]

5. FELÜLNÉZETI- ÉS TÉRBELI LÁTÓTÉR MODELLEK KIDOLGOZÁSA

A különféle adatbázisokban található jármű körvonalrajzok és háromdimenziós járműmodellek szerkesztésével, kiegészítésével olyan modellek hozhatók létre, amelyek segítségével a gépkocsivezetők holtterével összefüggésbe hozható balesetek megbízható módon vizsgálhatók.

5.1 járműmodellek kiegészítése felülnézeti látómezőkkel

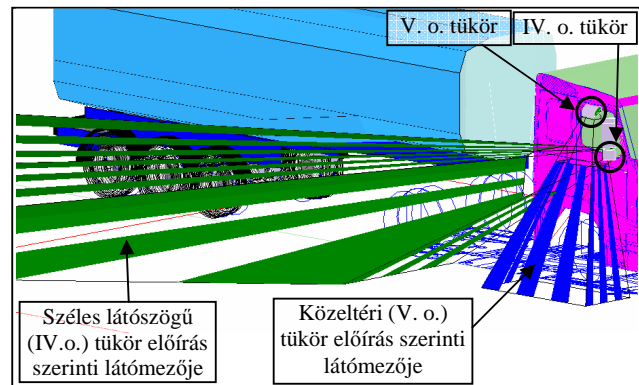
A járművek felülnézeti vektorgrafikai ábrái számítógépes rajzolóprogramok felhasználásával kiegészíthetők az előírások szerinti látómezőkkel. A modellképzés folyamata során elsőként egy nyerges vontató felülnézeti vektorgrafikai rajzát egészítettük ki a 85/205/EGK, majd a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményei szerinti kétdimenziós látómezőkkel (4. ábra sraffozott területei). Mivel a kísérleteink során jobbra kanyarodó járműből való láthatósági viszonyokat vizsgáltuk, ezért a következő ábrában csak a járműtől jobbra eső és a jármű előtti látómezőket szerkesztettük ki. A korábbi (85/205/EGK) irányelv szerinti látómezők szerkesztésére és az ilyen tükrökkel szerelt járművel végzett kísérletek végrehajtására azért volt szükség, mert a 2007/38/EK előírás csak 2000. január 1-e után forgalomba helyezett N2 és N3 kategóriájú járművek esetében írja elő a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményei szerinti, R=300 mm-es görbületi sugarú tükrök utólagos felszerelését. Számos olyan tehergépkocsi van tehát jelenleg is forgalomban, amelyekre még a korábbi, 85/205/EGK előírás műszaki követelményei szerinti, R=400 mm-es görbületi sugarú tükrök vannak felszerelve. A látómezőkkel kiegészített járműmodelleket a láthatósági rekonstrukció során a számítógépes rekonstrukciós programban az egyes járműmodellekre rá kell tölteni, majd a modelleket az előzetesen rekonstruált haladási viszonyok szerint kell mozgatni. A kiserkesztett felülnézeti látómező-tartományok a járműmodellel együtt mozognak, így dinamikus vizsgálat is vizsgálható a védetlen baleseti résztvevők láthatósága a mozgásfolyamat során.



4. ábra: Felülnézeti járműmodell kiegészítése a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményei szerinti látómezőkkel

5.2 járműmodellek kiegészítése térbeli látómezőkkel

A hivatkozott előírások szerinti felülnézeti látómezők külső határoló egyenesei és a tükrőlapon meghatározzák azokat a térbeli tartományokat, amelyeket a járművezetőnek minimálisan be kell látnia. Utóbbi tartományok az adatbázisokban található térbeli járműmodellekre is méretarányosan rászerkeszthetők. Ezekkel a modellel a láthatóság nem csak az úttest szintjében, hanem az úttest feletti térben, tetszőleges magasságban vizsgálható. Az 5. ábra a jobboldali széles látószögű külső- és külső közelítéri tükrő térbeli látómező tartományának szerkesztett rajzait mutatja be, az előírások figyelembe vételével.



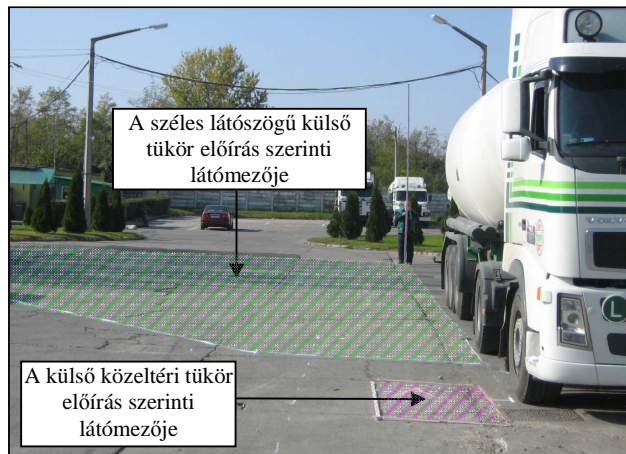
5. ábra: A 85/205/EGK irányelv szerinti R=400 mm-es görbületi sugarú IV. és V. osztályú tükrök általunk kiserkesztett látóterei 3D járműmodellel

A modellképzés folyamata során részben kitöltött, rácsos kialakítású (5. ábra) és teljesen kitöltött háromdimenziós modellek is készültek, azonban nyilvánvalóvá vált, hogy részben kitöltött modellek hatékonyabban használhatók, mivel ezeknél a gyalogos pillanatnyi helyzete a mozgásfolyamat minden fázisában nyomon követhető.

6. A KIDOLGOZOTT MODELLEK VALIDÁLÁSA LÁTHATÓSÁGI KÍSÉRLETEKKEL

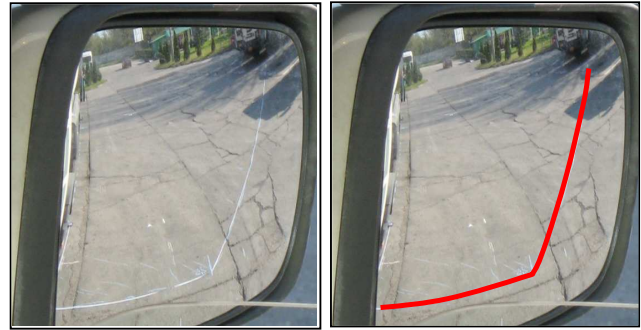
6.1 A láthatósági kísérletek előkészítése

Az előírások szerinti látótérrel kiegészített modellek validálásához láthatósági vizsgálat sorozatot hajtottunk végre. Ennek során egy előre felrajzolt képzeletbeli útkereszteződésben jobbra kanyarodást végző Volvo FH12 420 / Kässbohrer SSK 36/10-28 típusú nyerges járműszerelvénnyel a vontatójának vezetőülésétől vizsgáltuk a kanyarodás előtt vele párhuzamosan közlekedő gyalogos és kerékpáros láthatóságát. Jelen tanulmányban a gyalogos láthatóságának kérdéskörét elemeztük. A vizsgálatok előkészítése során a tükörpozíciók mérésével való meghatározása után a járműszerelvénnyel melletti területen felrajzoltuk az előírások szerinti látómezőket (6. ábra), majd elvégeztük a tükrök beállítását.



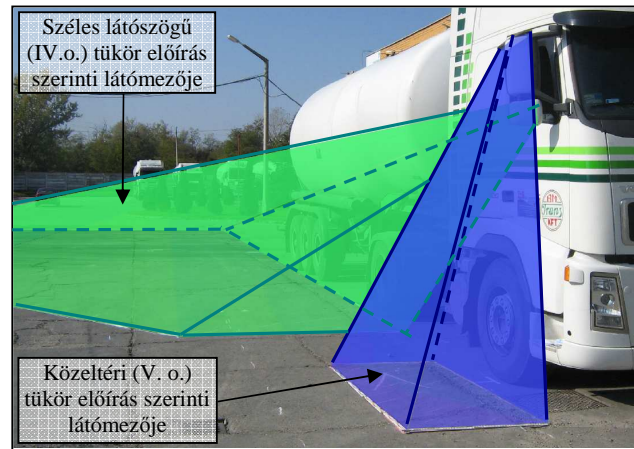
6. ábra: A 85/205/EGK irányelv szerinti látómezők felrajzolása a jármű melletti területen

A járművezető szemmagasságát a kísérlet előtt mérésel meghatároztuk, amely az úttest szintje felett $h=2,67$ m volt. A 7. ábra azt mutatja be, hogy megfelelő tükröbeállítás esetében az előírás szerinti felrajzolt látómező a jobboldali széles látószögű visszapillantó tükörben egyértelműen látható.



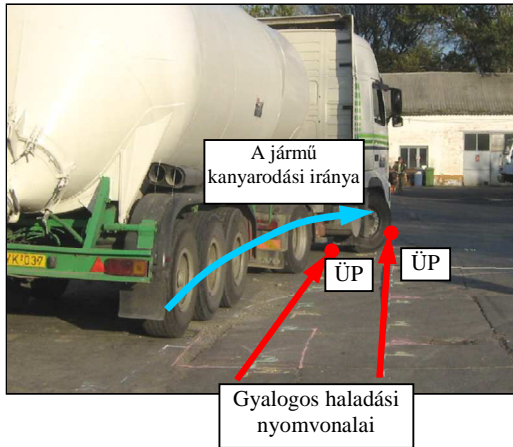
7. ábra: A felrajzolt látómező láthatósága a jobboldali széles látószögű külső visszapillantó (IV. osztályú) tükörben

Ki kell emelni, hogy az előírásoknak megfelelően beállított tükrökkel az előírt látómezőnél nagyobb tartomány látható be. Ennek a jelentőségére a láthatósági vizsgálatok eredményeinek és szimulációjának összehasonlításánál fogok részletesebben kitérni. A közvetett térbeli látómezők szemléltetését a vizsgálat során készített fényképfelvétel kiegészítésével mutatom be (8. ábra).



8. ábra: A jobboldali közvetett (minimális) térbeli látómezők, amelyek az úttestre felrajzolt 85/205/EGK irányelv szerinti felülnézeti látómezőkhöz kapcsolódnak

A kísérleteket végrehajtása során az elütés előtt párhuzamosan, egymástól (oldalirányban mérve) $s_y=1,9$ m, majd $s_y=0,9$ m távolságra haladó nyerges vontató és a gyalogos elütés előtti, $t=1,0$ s-onkénti összetartozó helyzeteit beállítva a kanyarodó nyerges vontató vezetőülésétől vizsgáltuk a védtelen közlekedési partnerek láthatóságát (9. ábra)



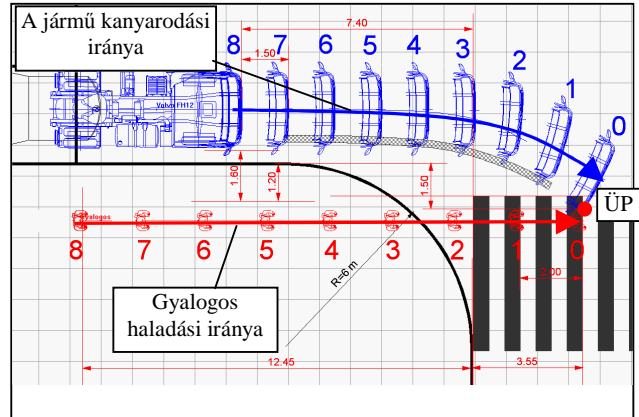
9. ábra: Az időben összetartozó gyalogos és járműhelyzetek kijelölése a felrajzolt útkeresztvezetésben

A kísérletek során a gyalogost a szakirodalomban található - gyors haladást feltételező - haladási sebességgel ($v_{gy}=2,0$ m/s, 40-50 év közötti életkorú gyalogost figyelembe véve) mozgattuk. A tehergépkocsi esetében $v_{Volvo}=5,4$ km/h kanyarodási sebességet feltételeztünk. A kísérletben szerepelt férfi gyalogos magassága $h_{gy}=166$ cm volt.

A láthatósági kísérlet sorozatot elsőként a korábbi (85/205/EGK) irányelv előírásai szerinti $R=400$ mm-es görbületi sugarú széles látószögű külső (IV. osztályú) és külső közeltéri (V. osztályú) tükrökkel hajtottuk végre. A tükröket ezután kicseréltük az újabb (2003/97/EK) előírás műszaki követelményei szerinti $R=300$ mm-es görbületi sugarú tükrökre (amelyek utólagos felszereléséről a 2007/38/EK irányelv rendelkezik), és a kísérletsorozatot megismételtük. Ezt követően a láthatósági kísérleteket az általunk kidolgozott látótér modellekkel szimuláltuk és ellenőriztük azok alkalmazhatóságát valamint korlátait. Ezen kívül a két kísérletsorozat eredményeit összehasonlítva megvizsgáltuk, hogy az új előírás szerinti tükrök használatával milyen mértékben javult a védetlen közlekedési résztvevőkre való közvetett rálátás a tehergépkocsi vezetőfülkéből.

6.2 $R=400$ mm-es görbületi sugarú tükrökkel végzett láthatósági kísérletek és azok szimulációja a kidolgozott látótér modellekkel

A 1. sz. kísérletnél a gyalogos esetében $v_{gy}=2,0$ m/s, a nyerges vontató esetében pedig $v_{Volvo}=5,4$ km/h haladási sebességet feltételeztünk. Utóbbi sebességeknek megfelelő, időben összetartozó gyalogos és járműhelyzetekben vizsgáltuk a gyalogos láthatóságát, $t=1,0$ s-os lépésközökben (10. ábra). A résztvevők oldalirányú távolsága a kanyarodás megkezdése előtti párhuzamos haladás során $s=1,9$ m volt. A következő ábrában az egyes jármű-, illetve gyalogos helyzetekben feltüntetett számozás (0,1...8) az elütés előtti $t=0,1...8$ s-mal felvett járműhelyzeteket jelöli. A gyalogos képzeletbeli elütése ennél a kísérletnél a jármű jobb első sarokrészénél következett be.



10. ábra: Az 1. sz. láthatósági kísérlet vázlatrajza (ÜP: elütési pont)

A láthatósági kísérlet során megállapítottuk, hogy a feltételezett elütés előtt $t=4,0...8,0$ s idővel (és a mozgás korábbi fázisaiban) a gyalogos a IV. osztályú tükrökben egyértelműen látható volt a járművezető számára.

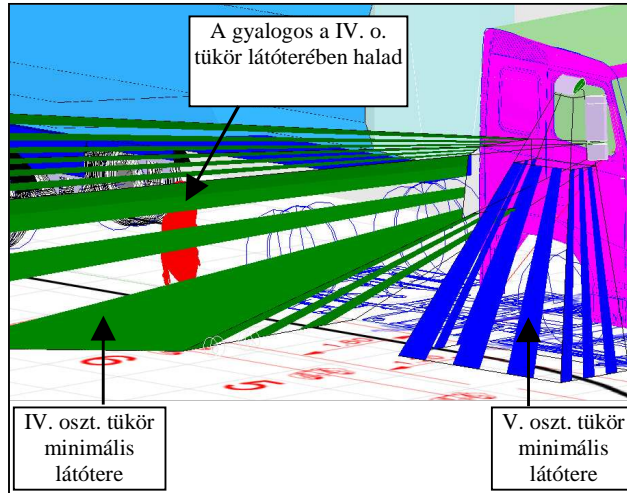
A 11. ábra az ütközés előtt $t=6,0$ s-mal mutatja be a gyalogos tükrökben való láthatóságát a kísérlet során.



11. ábra: A gyalogos láthatósága és elhelyezkedése az ütközés előtt $t=6,0$ s-mal (A gyalogos a IV.o. tükrökben látható)

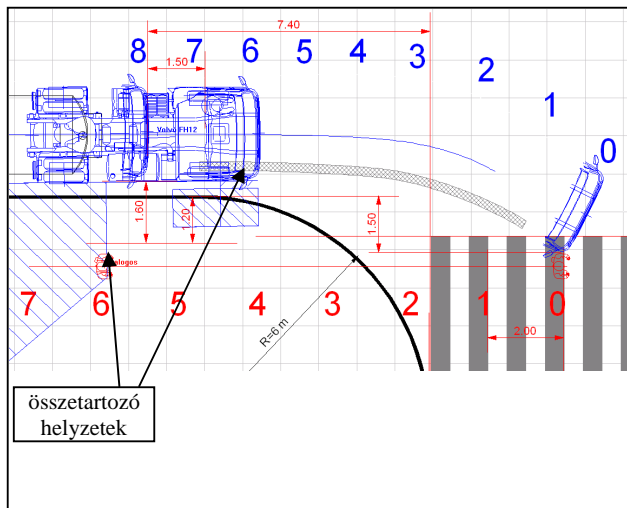
A láthatósági vizsgálatot az általunk kidolgozott felülnézeti- és háromdimenziós látótér modellekkel is szimuláltuk. A szimuláció eredményei az elütési helyzetet megelőző $t=6,0$ s időpontig a kísérlettel azonos eredményeket mutattak és a gyalogos láthatóságát igazolták a IV. osztályú tükrökben (12-13. ábrák). Ebben az időpillanatban a gyalogos még a IV. osztályú tükrök előírás szerinti látómezőjében, annak előlő határvonalára mögött helyezkedett el.

Az elütési ponthoz tovább közeledve a gyalogos kihalad a IV. osztályú tükör úttest szintjében előírt látómezőjéből (12-13. ábrák). A gyalogos láthatósága ekkor természetesen nem szűnik meg teljesen, azonban egyre inkább korlátozott lesz, hiszen lábfejtől fölfelé egyre kisebb rész lesz látható a testéből. A láthatósági kísérletnél ebben a helyzetben a gyalogos a még nem volt a IV. osztályú tükör szélénél, tehát tovább haladva annak láthatósága nem korlátozódott azonnal. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a tükrökben az előírások szerinti területnél nagyobb terület látható be. A 11. ábra baloldali képén fehér szaggatott vonallal jelöltük az előírás szerinti látómező határvonalait.



12. ábra: 3D modellekkel végzett láthatósági szimuláció részlete ütközés előtt $t=6,0$ s-mal (A gyalogos még látható helyzetben van)

Annak eldöntése, hogy a gyalogos láthatósága az előírások szerinti feltételek figyelembe vételével mely időpillanattól szűnik meg-, vagy korlátozódik kritikus szintre a háromdimenziós modell alkalmazásával a legkönnyebb.



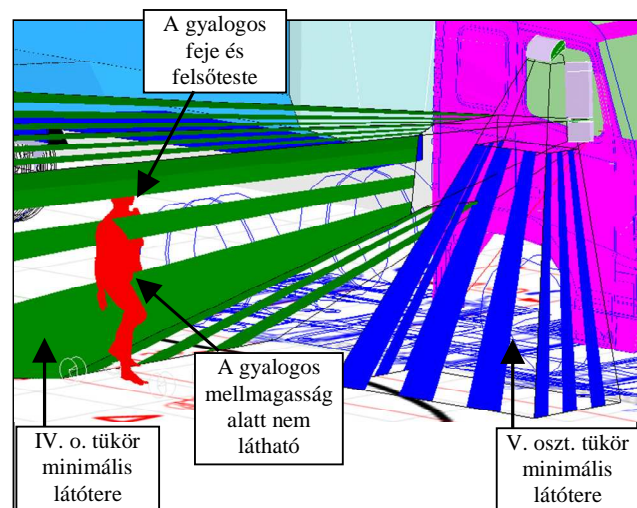
13. ábra: Felülnézeti modellekkel végzett láthatósági szimuláció részlete az ütközés előtt $t=6,0$ s-mal (A gyalogos még látható helyzetben van)

A láthatósági vizsgálatok eredményei szerint a gyalogos a feltételezett elütés előtt $t=3,0$ s-mal már csak részben volt látható a gépkocsivezető számára (14. ábra). Ezt követően annak láthatósága megszűnt.



14. ábra: A gyalogos elhelyezkedése és láthatósága az ütközés előtt $t=3,0$ s-mal (A IV.o. tükörben korlátozottan észlelhető)

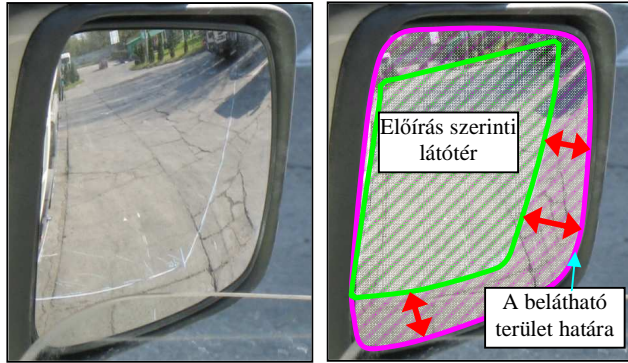
A láthatósági szimulációt tovább futtatva megállapítottuk, hogy a gyalogos láthatósága háromdimenziós modell esetében az elütés előtt $t=4,5$ s-mal korlátozódott a kritikus szintre, hiszen ekkor már csak annak felsőteste és a feje volt látható a szimulációban (15. ábra).



15. ábra: 3D modellekkel végzett láthatósági szimuláció részlete az elütés előtt $t=4,5$ s-mal (A gyalogos a láthatóság határhelyzetében helyezkedik el)

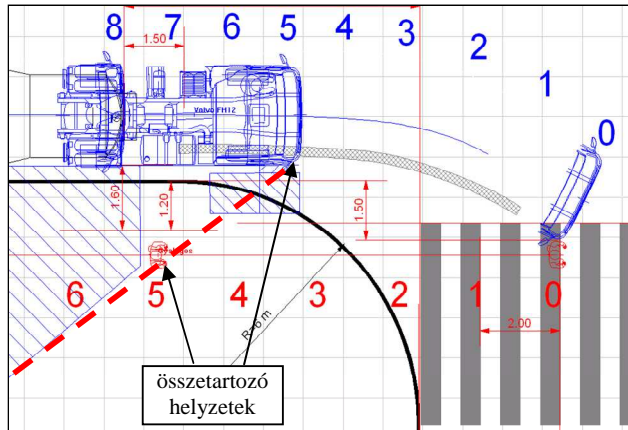
Az általunk elvégzett vizsgálatok eredményei szerint az előírások szerinti, megfelelő beállítású tükrökkel az előírásokban meghatározottnál nagyobb terület látható be (16.

ábra). Ez a magyarázat arra, hogy az előírások szerinti minimális látómezőket tartalmazó modellekkel végzett szimulációkban a háromdimenziós látótér modellek esetében a kísérletekhez képest mintegy másfél másodperccel korábban, $t=4,5$ s-mal az elütés előtt került a gyalogos a láthatóság határhelyzetébe (15. ábra).



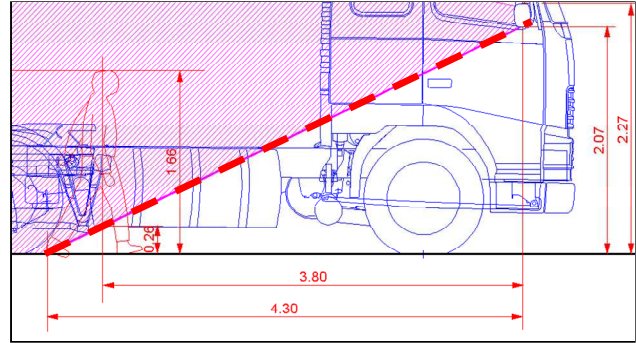
16. ábra: A IV.o. tükörben az előírás szerinti látómezőnél nagyobb terület látható be

A láthatósági kísérlet felülnézeti modellekkel elvégzett szimulációjában az elütés előtt $t=5,0$ s-mal a gyalogos látszólag teljesen kihalad az előírás szerinti látómezőből (17. ábra), valójában azonban a láthatósága ez által nem szűnik meg teljes mértékben, hiszen az előírás szerinti látómezők az úttest szintjére vonatkoznak.



17. ábra: 2D modellekkel végzett láthatósági szimuláció részlete az elütés előtt $t=5,0$ s-mal (a gyalogos a IV.o. tükör látómezőjéből kihalad, de a láthatósága valójában nem szűnik meg)

Amennyiben tehát a felülnézeti modellekkel végzett láthatósági szimulációnál a gyalogos az úttest szintjére vonatkozó előírás szerinti látómezőből kihalad, de még a visszapillantó tükrölap és az előírás szerinti látómező oldalirányban mérhető legtávolabbi pontja által meghatározott egyenes és a jármű között helyezkedik el, akkor további, a vertikális síkban elvégzendő vizsgálatokra van szükség annak megállapítására, hogy a gyalogos látható-e és ha igen, akkor mely testrészei esnek a járművezető látóterébe (18. ábra).



18. ábra: A vertikális síkban végzett láthatósági vizsgálat

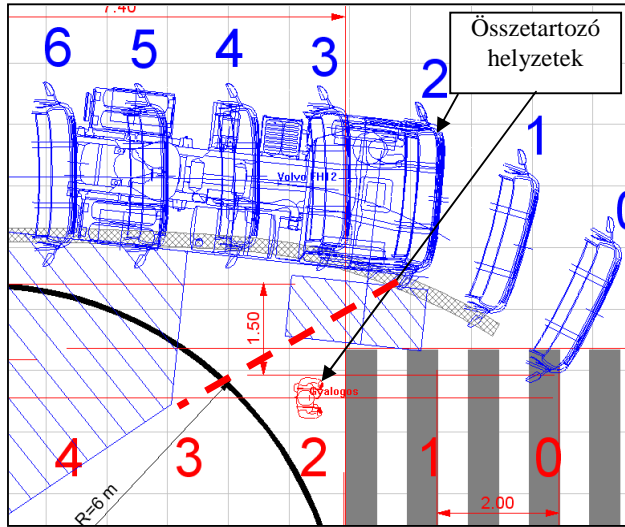
A 18. ábra azt mutatja, hogy a gyalogos ugyan kihalad az előírás szerinti – az úttest szintjében található – látómezőből, de valójában legalább térd feletti tartományban a gépjárművezető számára látható.

A láthatósági vizsgálatok során megállapítottuk, hogy az ütközés előtti, $t=1,0...2,0$ s időtartományban a gyalogos a korábbi rendelet szerinti kialakítású, $R=400$ mm-es görbületes sugárú, IV. és V. osztályú tükrökben nem észlelhető. A résztvevők elhelyezkedését és a láthatósági viszonyokat az ütközés előtt $t=2,0$ s-mal a 19. ábra fényképfelvételei mutatják be.



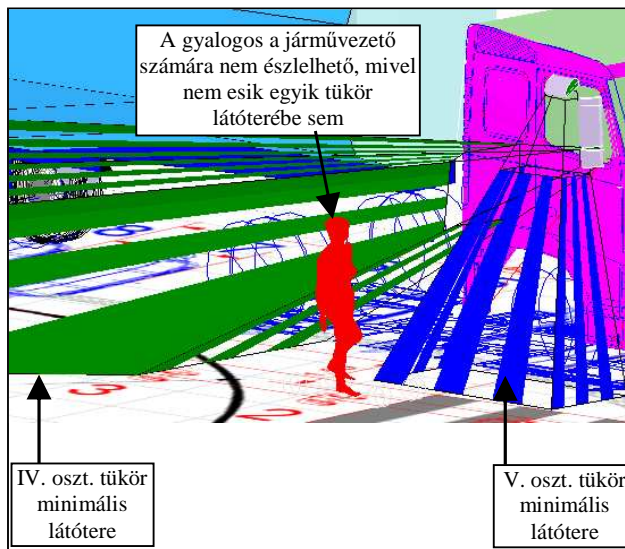
19. ábra: A résztvevők elhelyezkedése és a láthatósági viszonyok az elütés előtt $t=2,0$ s-mal (A gyalogos nem észlelhető)

A 20. ábra a korábbi előírás szerinti, $R=400$ mm-es görbületes sugárú széles látószögű (IV. osztályú) és külső közeltéri (V. osztályú) visszapillantó tükrökkel végzett láthatósági kísérlet szimulációját mutatja be a felülnézeti látómezőket tartalmazó járműmodellekkel az ütközés előtt $t=2,0$ s-mal.



20. ábra: A gyalogos a külső közelítéri- és a széles látószögű tükrökben az elütés előtt $t=2,0$ s-mal nem észlelhető

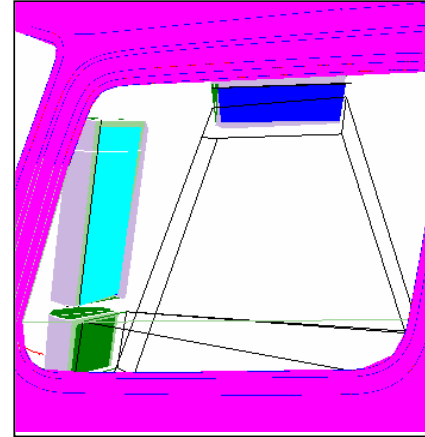
A háromdimenziós láthatósági szimuláció egy pillanatképét az elütés előtt $t=2,0$ s-mal a 21. ábra mutatja be.



21. ábra: 3D modellel végzett mozgás szimuláció és láthatósági vizsgálat részlete (A gyalogos nem észlelhető)

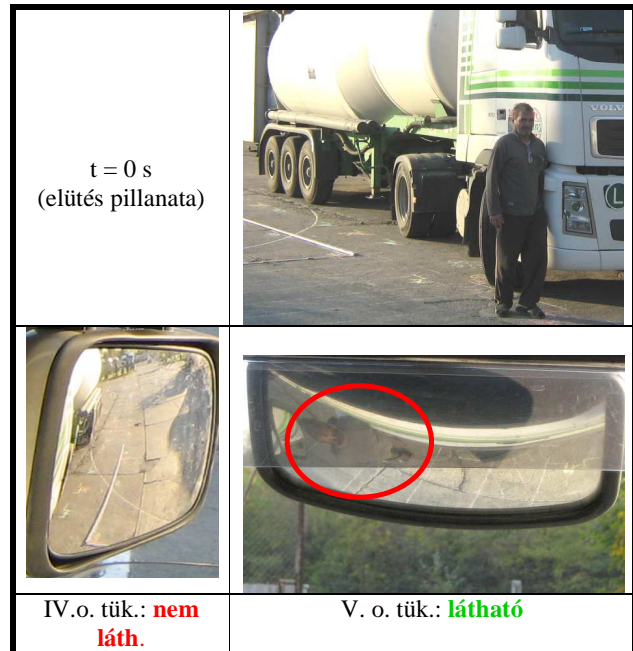
Az előírás szerinti felülnézeti és háromdimenziós látómezőket tartalmazó járműmodellekkel végzett szimulációk az ütközés előtti $t=1,0 \dots 2,0$ s időtartományban a láthatósági kísérletekkel azonos eredményt szolgáltattak. Eszerint utóbbi időtartományban a gyalogos $R=400$ mm-es görbületi sugarú visszapillantó tükrökben nem észlelhető.

A fentiekben bemutatott számítógépes látótér modellekkel nem csak a tükrökben látható (közvetett) látómező vizsgálható, hanem a szélvédő üvegen és az oldalablakokon való kilátás (közvetlen látómező) problematikája is elemezhető. A 22. ábra például azt mutatja, hogy jelen kísérletnél az elütés előtt $t=2,0$ s-mal a gyalogos a jobboldali oldalablakon keresztül nem látható.



22. ábra: 3D modellel végzett láthatósági szimuláció (oldalablakon való kilátás vizsgálata)

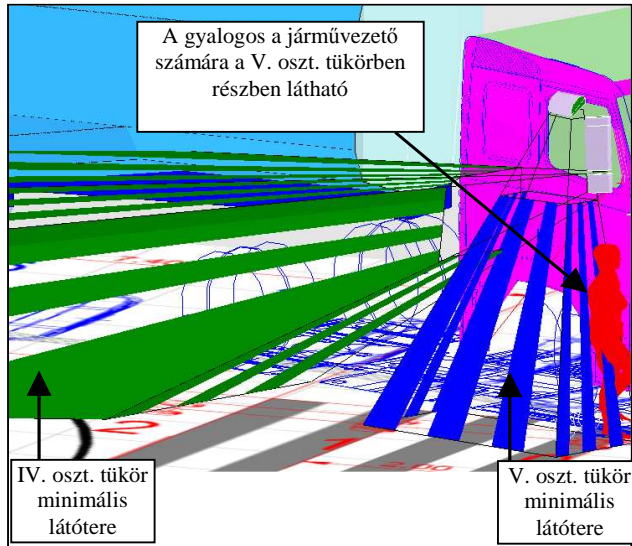
A láthatósági kísérlet során a gyalogos csak közvetlenül az ütközés előtt került ismét látható helyzetbe az V. osztályú, külső közelítéri tükrökben (23. ábra) és ezután az elütésig kevesebb, mint egy másodperc időtartamig tartózkodott a járművezető látóterében. Ennek azért van különös jelentősége, mert mérési eredmények [18] alapján a tehergépkocsi vezetői visszapillantó tükrök közötti tekintetváltási ideje viszonylag magas értéket ($t=0,44$ s) is felvehet, amely időtartam alatt gépkocsivezető a védetelen baleseti partnert nem észlelheti. A rendelkezésére álló cselekvési idő tehát utóbbi értékkel lecsökkenhet.



23. ábra: A résztvevők elhelyezkedése és a gyalogos láthatósága az elütés pillanatában (A gyalogos az V. o. tükrökben látható)

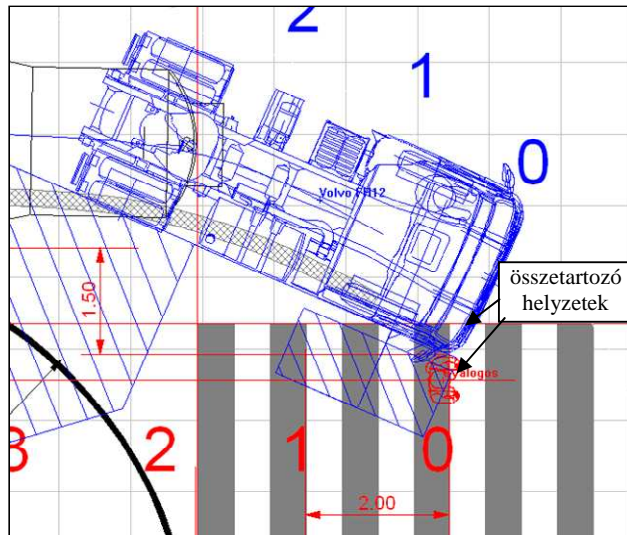
A gyalogos láthatóságának szimulációját az elütés pillanatában a 24. ábra mutatja be a kiserkesztett térbeli modellekkel. A szimulációs ábrán az látható, hogy az elütési ponthoz közeledve a gyalogos az V. osztályú tükrör üttest

szintjében előírt látómezőjében mozog, majd az elütés pillanatában annak határhelyzetéhez érve abból részben kihalad (24-25. ábrák).



24. ábra: 3D modellel végzett látósági szimuláció részlete (A gyalogos az elütés pillanatában részben látható)

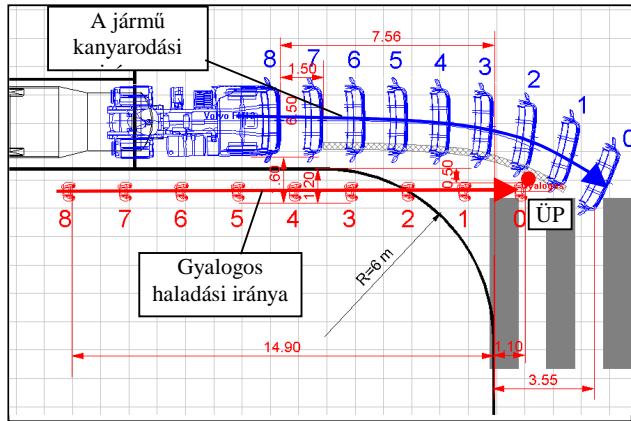
A látósági kísérlet során a gyalogos az elütés pillanatában teljes egészében látható volt (23. ábra), amely szintén azzal magyarázható, hogy a megfelelően beállított tükrökkel az előírás szerinti látómezőnél nagyobb tartomány látható be.



25. ábra: Felülnézeti látótér modellel végzett mozgás szimuláció és látósági vizsgálat részlete az elütés pillanatában

Az 1. sz. látósági kísérletnél a jobboldali II. osztályú (nem széles látószögű) külső visszapillantó tükörben a gyalogos egyáltalán nem volt észlelhető. A gyalogos láthatósága a jobboldali oldalablakon keresztül sem állt fenn, amelyet az elvégzett térbeli látósági szimulációval is igazolni lehetett (22. ábra).

A látósági vizsgálatot arra az esetre is elvégeztük, amikor a résztvevők a járműszerelvény kanyarodási manővere előtt egymástól oldalirányban mérve $s_y=0,9$ m távolságra haladtak (26. ábra). Ebben az esetben a gyalogos a nyerges vontató vezetőfülkéje mögötti részen a mellső („A”) tengelytől $s=1,2$ m távolságra ütközött fel. A résztvevők haladási sebességét az 1. sz. kísérlethez képest változatlanul hagytuk.



26. ábra: A 2. sz. látósági kísérlet vázlatrajza (ÜP: elütési pont; résztvevők távolsága a baleset előtti haladás során: $s_y=0,9$ m)

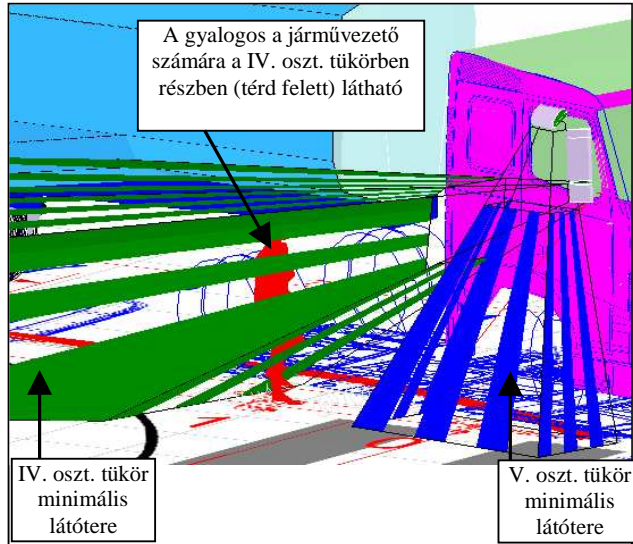
A látósági vizsgálat során azt állapítottuk meg, hogy a gyalogos a jobboldali széles látószögű tükörben a behaladási folyamata során egészen az elütést megelőző $t=1,0$ s időpillanatig jól látható volt (27. ábra), az elütési pontban azonban a láthatósága már erősen korlátozottá vált.



27. ábra: A résztvevők elhelyezkedése és a gyalogos láthatósága az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

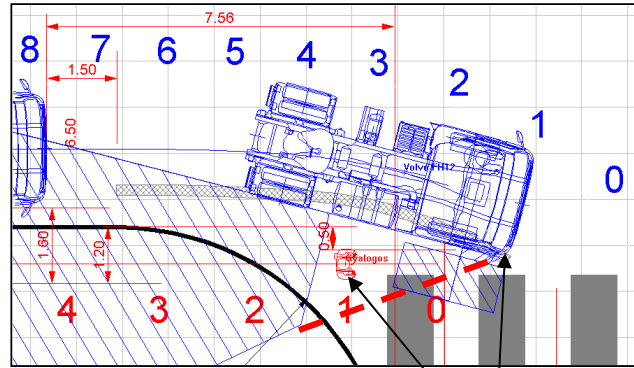
Ki kell emelni, hogy a 85/205/EGK előírás szerinti felülnézeti látótér modellekkel végzett látósági szimulációban a gyalogos az elütés előtt $t=2,0$ s-mal (előre irányban) kihalad a IV. osztályú tükör látómezőjéből az úttest

szintjében, azonban a láthatósága ekkor nem szűnik meg teljes mértékben. A láthatósági szimuláció eredményét és a résztvevők időben összetartozó helyzetét mutatja $t=1,0$ s-mal az elütési hely előtt a 28. ábra. A térbeli modellel végzett szimuláció szerint - amely az előírások szerinti minimálisan előírt látómezőt veszi figyelembe - az elütés előtt $t=1,0$ s-mal a gyalogos csak a térd feletti tartományban látható. Ezzel szemben a láthatósági vizsgálatnál az utóbbi helyzetben a gyalogos egyértelműen látható volt a gépjárművezető számára. Ez a jelenség ismételtén azzal magyarázható, hogy a megfelelően beállított tükrökben az előírtnál nagyobb tartomány látható be.



28. ábra: 3D modellel végzett mozgás- és láthatósági szimuláció részlete az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

A felülnézeti modellel végzett láthatósági szimuláció (29. ábra) eredményei szerint az elütés előtt $t=1,0$ s-mal a gyalogos láthatósága az úttest szintjében teljesen megszűnik, azonban a valóságban egy bizonyos magasság felett látható marad a járművezető számára. A korábban bemutatott - vertikális síkban végzett vizsgálattal - dönthető el pontosan hogy a gyalogos milyen mértékben látható a járművezető számára (18. ábra). Síkbeli látótér modellek használata esetén tehát nem elegendő csupán a felülnézeti vizsgálat végrehajtása, hanem a gyalogos láthatóságának kérdését több lépésben lehet csak tisztázni.

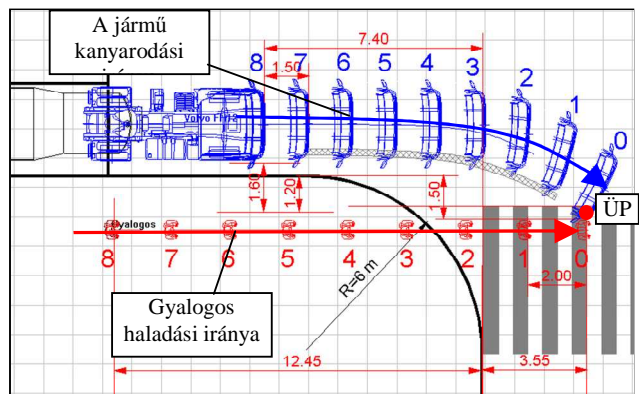


29. ábra: Felülnézeti látótér modellel végzett mozgás szimuláció és láthatósági vizsgálat részlete az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

Az V. osztályú, külső köztéri tükrökben a behaladási folyamat során a gyalogos nem volt észlelhető. A gyalogos a II. osztályú, jobboldali külső visszapillantó tükrökben az ütközés előtti $t=4,0 \dots 8,0$ s időtartományban csak részben volt látható, majd az ütközés előtt $t=3$ s-mal a láthatósága teljesen megszűnt. Ezt követően az ütközés előtti $t=0,0 \dots 2,0$ s időtartományban ismét csak részben volt látható a járművezető számára. A gyalogos láthatósága az oldalablakon keresztül nem volt adott.

6.3 $R=300$ mm-es görbületes sugarú tükrökkel végzett láthatósági kísérletek és azok szimulációja a kidolgozott látótér modellel

A vizsgálatokat a 2003/97/EK irányelv műszaki követelményei szerinti, $R=300$ mm-es görbületes sugarú tükrökkel is elvégeztük. A vizsgálat első szakaszában a résztvevők közötti távolság - az 1. sz. kísérlethez hasonlóan - oldalirányban mérve $s_y=1,9$ m volt (30. ábra).

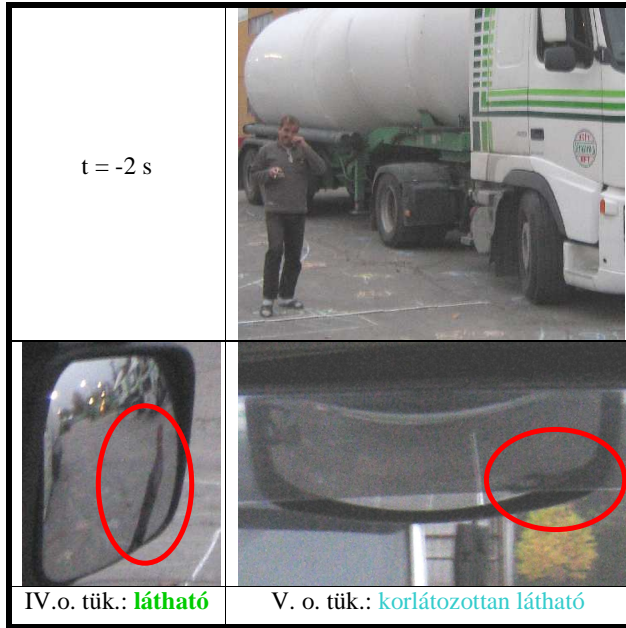


30. ábra: A 3. sz. láthatósági kísérlet vázlatrajza (ÜP: elütési pont; résztvevők távolsága az elütés előtti haladás során: $s_y=1,9$ m)

Az elvégzett kísérletek eredményei alapján a gyalogos láthatósága a IV. osztályú tükrökben az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

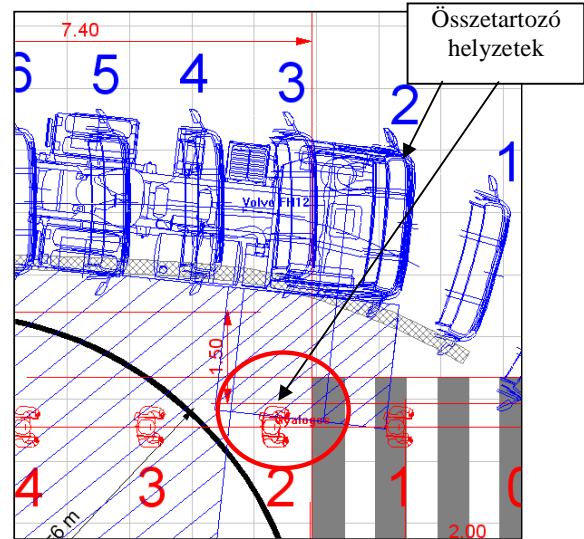
korlátozott kritikus mértékűre (ekkor már csak a gyalogos feje volt látható), ezt megelőzően látható volt a gépjárművezető számára. Az elütés pillanatában a láthatóság feltételei az utóbbi tükörben nem voltak adottak.

A külső közeltéri, V. osztályú tükörben a gyalogos az ütközést megelőző $t=0,0...2,0$ s időtartamban korlátozottan ugyan, de látható volt a járművezető számára (31. ábra), ezt megelőzően viszont nem volt észlelhető.



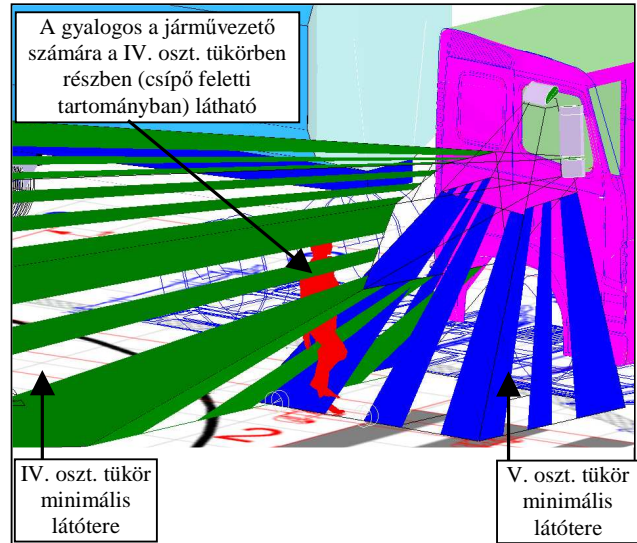
31. ábra: A résztvevők elhelyezkedése és a gyalogos láthatósága az elütés előtt $t=2,0$ s-mal

A láthatósági vizsgálatok során megállapítottuk, hogy az ütközés előtt $t=1,0...2,0$ s időtartományban a gyalogos a 2003/97/EK irányelv műszaki előírásai szerinti kialakítású $R=300$ mm-es görbületi sugarú széles látószögű (IV. osztályú) és külső közeltéri (V. osztályú) tükörrel, korlátozottan ugyan, de észlelhető volt a gépjárművezető számára. A korábbi rendelet szerinti tükörrel végzett kísérleteknél az ütközés előtti $t=1,0...2,0$ s időtartományban a gyalogos egyáltalán nem volt látható a gépjárművezető számára, amely azt bizonyítja, hogy az új előírás szerinti tükrök számottevően hozzájárultak a jármű melletti holtér csökkentéséhez. A kísérlet láthatósági szimulációját felülnézeti látómezőkkel kiegészített modellekkel a 32. ábra mutatja be.



32. ábra: A gyalogos a külső közeltéri tükörben (rámpatükörben) az elütés előtt $t=2,0$ s-mal korlátozottan észlelhető

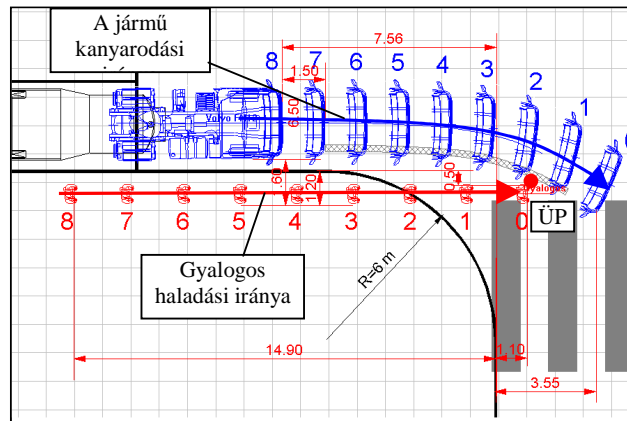
A 33. ábrában háromdimenziós járműmodellen követhető nyomon a gyalogos láthatósága. Az ábra azt mutatja, amint a gyalogos fokozatosan kihalad széles látószögű visszapillantó tükör látómezőjéből (zöld tartomány) és ezzel egyidejűleg belép a külső közeltéri tükör látómezőjébe (kék tartomány). A gyalogos az utóbbi tükörből ezt követően egészen az elütésig (korlátozottan) látható a gépkocsivezető számára a haladási folyamat során.



33. ábra: 3D modellel végzett láthatósági szimuláció részlete (A gyalogos a széles látószögű tükörben az elütés előtt $t=2,0$ s-mal a csípő feletti tartományban észlelhető)

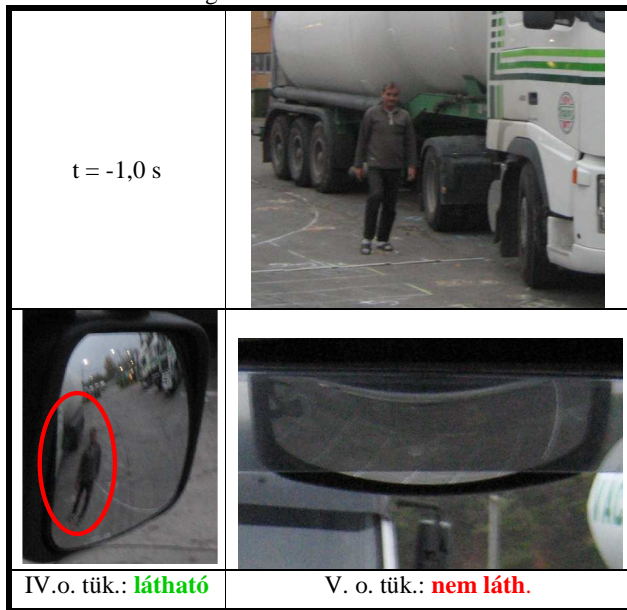
A láthatósági vizsgálatot az $R=300$ mm-es görbületi sugarú tükörrel elvégeztük arra az esetre is, amikor a résztvevők a járműszerelvénnyel kanyarodása előtti haladási folyamat során egymástól oldalirányban mérve $s_y=0,9$ m távolságra közlekedtek és a gyalogos az elütési pillanatában a nyerges

vontató vezetőfülkéje mögötti részen érintkezett a nyerges vontatóval (34. ábra).



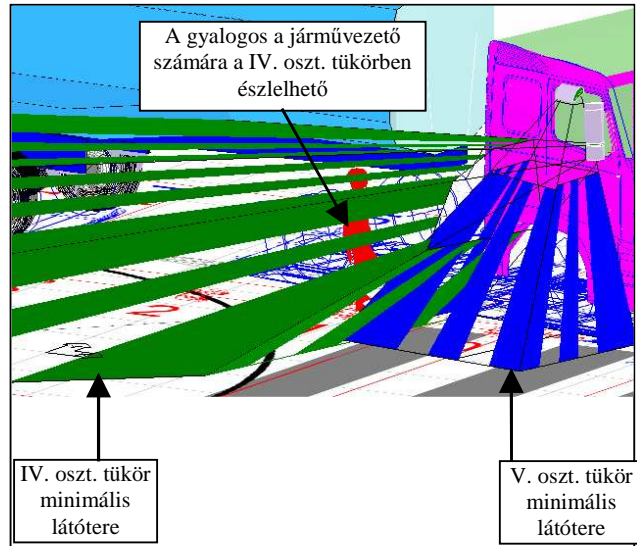
34. ábra: A 4. sz. látóhatósági kísérlet vázlatrajza (ÜP: elütési pont; résztvevők távolsága a baleset előtti haladás során: $s_y=0,9$ m)

A korábbi kísérletekhez képest változatlan haladási sebességekkel elvégzett kísérlet az $R=400$ mm-es görbületi sugarú tükrökkel végzett (2. sz.) kísérlettel azonos eredményeket szolgáltatott, tehát a gyalogos a jobboldali széles látószögű külső (IV. osztályú) tükörben a behaladási folyamata során egészen az ütközési pont előtti $t=1,0$ s helyzetig jól látható volt (35. ábra), az elütési pontban azonban a látóhatósága már erősen korlátozottá vált.



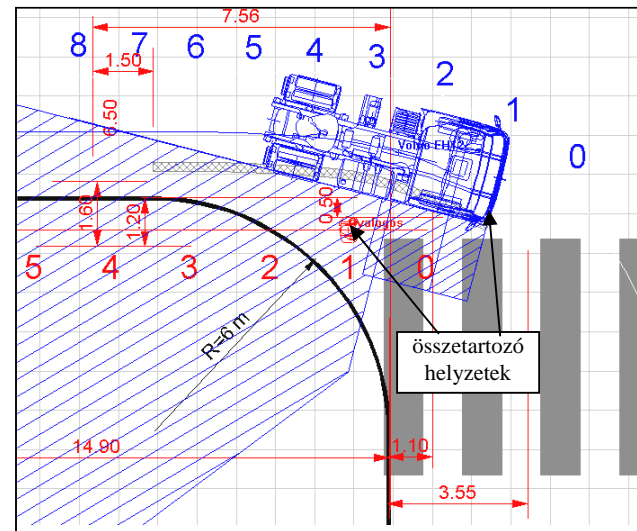
35. ábra: A résztvevők elhelyezkedése és a gyalogos látóhatósága az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

A 2003/97/EK előírás műszaki követelményei szerinti látómezőknek megfelelő látótér modellekkel végzett szimulációkban a gyalogos még az úttest szintjében sem halad ki a tükrök látómezőjéből. Utóbbi előírás szerinti látómezők a IV. és az V. osztályú tükrök esetében az úttest szintjében átfedésben vannak egymással (36. ábra).



36. ábra: 3D modellel végzett mozgás szimuláció és látóhatósági vizsgálat részlete az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

A gyalogos látóhatóságát bemutató térbeli szimulációt szemlélteti az elütés előtt $t=1,0$ s-mal a 37. ábra.



37. ábra: Felülnézeti látótér modellel végzett mozgás szimuláció és látóhatósági vizsgálat részlete az elütés előtt $t=1,0$ s-mal

A látóhatósági kísérletek eredményeit a látómezőkkel kiegészített járműmodellekkel végrehajtott szimulációkkal összehasonlítva megállapítottuk, hogy kidolgozott felülnézeti és háromdimenziós modellek alkalmasak holtterrel összefüggésbe hozható balesetek rekonstrukciójára. Ki kell emelni azonban, hogy az általunk elvégzett vizsgálatok eredményei szerint az előírások szerinti, megfelelő beállítású tükrökkel az előírásokban meghatározottnál nagyobb terület látható be. A kidolgozott modellekkel változó sebességű haladás (pl. gyorsítás, esetleges ún. megtorpanás) esetében is vizsgálható a közvetlen és a közvetett látóhatóság kérdése a tehergépjármű vezetőfülkéjéből. A kidolgozott felülnézeti és

háromdimenziós látómezőket tartalmazó járműmodellek segítségével a gépkocsivezető-látómezőjének változása elfogadható pontossággal rekonstruálható a mozgásfolyamat szimulációja során.

7. HOLTTERREL ÖSSZEFÜGGÉSBE HOZHATÓ BALESETEK REKONSTRUKCIÓJÁNAK TOVÁBBI SZEMPONTJAI

Amennyiben baleset vizsgálat során bizonyítási kísérletre kerül sor, akkor azt lehetőség szerint a balesetben részes tehergépjárművel és a balesetben érintett gyalogossal azonos testmagasságú személy közreműködésével kell végrehajtani [3]. A tehergépjármű mozgásának rekonstrukciójához fontos elvégezni a tachográf korong kiértékelését. Figyelembe kell venni azonban a leolvasás pontossági tolerancia tartományát, továbbá azt a tényt, hogy az európai tachográf készülékek sebességíró tüje $v=6$ km/h haladási sebesség alatt nem mozdul ki az alapkörről [3].

A járműszerelvény útkereszteződésben történő jobbra kanyarodása, mint forgalmi szituáció meglehetősen összetett követelményeket támaszt a többtagú járműszerelvények vezetői számára. A járművezetőnek megfelelően kell megválasztania a kanyarodási sebességet és figyelnie kell - elsősorban a jobboldali külső visszapillantó tükörben - a kanyarodási nyomeltérés miatt a nyerges vontatónál kisebb sugarú íven forduló félpótkocsi haladási nyomvonalára, az útpadkára, vagy a járdára való ráhaladás elkerülése érdekében. Figyelnie kell a vontató baloldali mellső részét, elkerülve az ellenirányú forgalom akadályozását. Ezen kívül figyelnie kell más közlekedő partnerek (különösen a gyalogosok és kerékpárosok) mozgását is.

A járművezető reakciópontjában az érzékelés foveálisan vagy periférikusan történhet. A fovea a legélesebb látás helye az ideghártyán, amely kb. $1,5^\circ$ -os látószögnek felel meg. Periférikus érzékelésnek nevezzük azt az esetet, amikor az érzékelendő jelenség ezen a $1,5^\circ$ -os látószögön kívül fekszik. A gépkocsivezetők vizuális információ szerzési folyamata során, abban az esetben, ha a védtelen baleseti partner érzékelése a perifériális érzékelés látómezőjébe esik, akkor a szemlencse csak az ún. akkomodációs idő elteltével képes oly módon beállítani a veszélyhelyzet tárgyát képező objektumra, hogy a vezető éles képet lásson. Az ún. foveális észlelés és felismerés esetében a gépkocsivezető a baleset elkerülésére irányuló döntést követően képes balesetelkerülési manőver bevezetésére. A balra ill. jobbra irányuló pillantásváltás (foveától a perifériális érzékelésig) időszükséglete $t=0,15..0,30$ s időtartamú lehet. A bal és jobboldali visszapillantó tükrök közötti tekintetváltás időtartama - mivel fejfördítással jár - elérheti a $t=0,5$ s-os időtartamot is. Ezt a rekonstrukció során figyelembe kell venni.

A reakcióidő alakulását befolyásolja, hogy az ún. reakció felszólítás [15] intenzív, közepes, vagy gyenge, amelynek részletezésétől most eltekintünk, mindenesetre állítható, hogy a periférikus látómezőben, éjszaka, jobbról váratlanul felbukkanó gyalogos, vagy kerékpáros a jármű vezetőjének

ún. „gyenge reakció felszólítást” jelent. Összehasonlításképpen „erős reakció felszólításként” kezelhető, ha például a jármű előtt egy feltűnő narancsszínű ruhájú gyalogos felbukkan a foveális látómezőben.

8. VÉGKÖZVETKEZTETÉSEK

A láthatósági vizsgálataink eredményei alapján azt állapítottuk meg, hogy a látómezőkkel kiegészített felülnézeti és a háromdimenziós járműmodellek alkalmasak a holtterrel összefüggésbe hozható balesetek rekonstrukciójára. Ezek segítségével a gépkocsivezető-látómezőjének változása elfogadható pontossággal rekonstruálható a mozgásfolyamat láthatósági szimulációja során. Ki kell emelni azonban, hogy vizsgálataink eredményei szerint az előírások szerinti, megfelelő beállítással tükrökkel az előírásokban meghatározottnál nagyobb tartomány látható be. Ez a magyarázat arra, hogy az előírások szerinti minimális látómezőket tartalmazó modellekkel végzett láthatósági szimulációkban kísérletekhez képest rövidebb ideig látható a gyalogos a behaladási folyamat során.

A felülnézeti modellekkel elvégzett láthatósági szimulációkban előfordulhat, hogy a gyalogos látszólag teljesen kihalad az előírás szerinti látómezőből, valójában azonban a láthatósága ez által nem szűnik meg teljes mértékben, hiszen az előírás szerinti látómezők az úttest szintjére vonatkoznak. Amennyiben tehát utóbbi vizsgálatnál a gyalogos az úttest szintjére vonatkozó előírás szerinti látómezőből kihalad, de még a visszapillantó tükörlap és a látómező oldalirányban mérhető legtávolabbi pontja által meghatározott egyenes és a jármű között helyezkedik el, akkor további, a vertikális síkban elvégzendő vizsgálatokra van szükség a láthatósági viszonyok tisztázása érdekében.

Az elvégzett láthatósági vizsgálataink eredményei szerint a forgalomban lévő tehergépkocsik $R=300$ mm-es görbületi sugarú ún. „széles látószögű” és „külső közeltéri” visszapillantó tükrökkel való 2007/38/EK irányelv rendelkezései szerinti utólagos felszerelése meghatározó mértékben csökkenti a tehergépkocsi vezető holtterét, lehetővé téve ezzel a tehergépkocsi mellett tartózkodó védtelen baleseti partnerek megfelelő láthatóságát. Ki kell hangsúlyozni, hogy a 2007/38/EK irányelv nem írja elő a forgalomban lévő járművek VI. osztályú (front) tükörrel való utólagos felszerelését. Utóbbi tükör felszerelése - amely a jármű előtti terület beláthatóságát teszi lehetővé - csak az új járművekre kötelező, annak ellenére, hogy a szakértői tapasztalat szerint annak hiánya halálos kimenetelű elütéses balesetekhez vezethet.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] *Javaslat az Európai Parlament és Tanács irányelve a Közösségben bejegyzett nehéz tehergépjárművek visszapillantó tükrökkel való utólagos felszereléséről*, Európai Közösségek Biztossága, 2006/0183 (COD) Brüsszel, 5.10.2006.
- [2] Dr. Kőfalvi, Gy.; ETAC tudományos kutatás az európai tehergépkocsi balesetek okairól. *Közlekedéstudományi Szemle*, 2008., Nr. 11.
- [3] Laßhof, R.: Der LKW-Unfall
in: Hugemann, W.: (Hrsg.) *Unfallrekonstruktion*, Verlag autorenteam, Münster 2007.)
- [4] Niewöhner, W.; Berg, A.; Nicklisch F.: Innerortsunfälle mit rechts abbiegenden Lastkraftwagen und ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Teil 1. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (VKU)* 43 (2005), pp. 175 – 182.
- [5] Niewöhner, W.; Berg, A.: Innerortsunfälle mit rechts abbiegenden Lastkraftwagen und ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Teil 2. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (VKU)* 43 (2005), pp. 239 – 244.
- [6] Niewöhner, W.; Berg, A.: Innerortsunfälle mit rechts abbiegenden Lastkraftwagen und ungeschützten Verkehrsteilnehmern. Teil 3. *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik (VKU)* 43 (2005), pp. 270 – 274.
- [7] Dr. Kőfalvi, Gy.; Ignác F.: Haszongépjármű balesetek elemzése Európában. *Innováció és Fenntartható Felszíni Közlekedés c. Konferencia*. Budapest, 2008. szeptember 3-5. (konferenciakiadvány).
- [8] Schmitt, B.; Niewöhner, W.: Agressivity Index, Active Safety Part. *APROSYS WP2.1 Workshop*, 7th May, 2008.
- [9] Niewöhner, W.; Berg, A.: Endangerment of pedestrians and bicyclists at intersections by right turning trucks. DEKRA Automobil GmbH. Paper Number 05-0344.
- [10] <http://www.volvo.com>
- [11] <http://www.man-mn.com>
- [12] www.baleset-megelozes.hu
- [13] <http://www.aprosys.com>
- [14] Gratzner, W.: Mozgó akadály veszélyérzékelésének analitikus meghatározása az un. szögváltozás segítségével. Salzburg.
- [15] Zomotor Ádám: *Gépjármű menetdinamika*, IbB-Hungary Mérnöki Szakértői Iroda, Budapest, 2004.
- [16] Glaser, H.: Prüfung der Sichtabschattungen aus dem Fahrzeug und im Verkehrsgeschehen, *EVU-Abendseminar in Österreich*, 02. Dezember 2008.
- [17] Pfleger E.: Eingeschränktes Blickverhalten bei der Navigation von Lkw. 6. EVU – *Österreich Tagung zum Thema LKW-Verkehrssicherheit*, 20. März 2009.