

## Raport științific final (2020 - 2022)

<b>Competiția:</b>	<b>Proiect experimental demonstrativ - PED 2019</b>
Nr. contract:	409PED din 26/10/2020
Cod proiect:	PN-III-P2-2.1-PED-2019-1762
Domeniul de cercetare:	2.3 - Securitate
Titlul :	Sistem electronic inteligent de asistență a conducătorului de tramvai prin folosirea detecției vehiculelor cu scopul de a preveni și reduce pericolul de tamponare.
Acronim:	TRAMDAR
Data începere proiect:	26/10/2020
Data finalizare proiect:	25/10/2022
Durata (luni):	24
Buget total:	591.125,00
Sursa 1 Bugetul de stat	591.125,00
Sursa 2 Alte surse atrase (cofinanțare):	0,00
Pagina web proiect:	<a href="http://www.icpe-ca.ro/409ped/">http://www.icpe-ca.ro/409ped/</a>
Instituția coordonatoare:	INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICA ICPE - CA BUCURESTI
Director de proiect:	Dr. ing. Emil TUDOR
Partener 1 proiect (P1):	UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCURESTI

1. Prezentare generală a realizării obiectivelor proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor. Prezentarea trebuie să includă explicații care să justifice diferențele (dacă există) dintre activitățile preconizate și cele realizate.

Principalele obiective ale acestui proiect experimental - demonstrativ sunt proiectarea, dezvoltarea, producerea și testele de validare de laborator ale unui produs care poate fi montat pe tramvaie și, lucrând independent de celelalte echipamente ale vehiculului, poate alerta conducătorul de tramvai atunci când o coliziune este iminentă.

Obiectivele specifice realizate ale proiectului sunt:

a) Obiectivul specific OS1 - creșterea cunoștințelor privind senzorii LiDAR și RADAR, împreună cu hardware-ul necesar pentru a decoda informațiile furnizate de astfel de senzori.

Obiectivul a fost îndeplinit integral prin realizarea a două studii privind senzorii LiDAR și RADAR.

b) Obiectivul specific OS2 - dezvoltarea unui Model Experimental pentru Distanțe Scurte (ME-DS), prin utilizarea senzorilor LiDAR, pentru calcularea distanței, pentru măsurarea vitezei absolute și a vitezei relative între două vehicule aflate pe aceeași linie.

Obiectivul a fost îndeplinit integral prin realizarea Modelului Experimental de interior TRL3, un model experimental la scară mică, bazat pe un vehicul miniaturizat, pentru testarea soluției tehnice în interior. Software-ul dezvoltat a identificat numai obiective importante și a eliminat semnalele mici de la obiectele staționare (în afara liniei).

c) Obiectivul specific OS3 - dezvoltarea un Model Experimental pentru distanțe mari (ME-DM).

Obiectivul a fost integral îndeplinit prin realizarea unui Model Experimental echipat cu

microprocesor și cu senzor LiDAR cu rază mare de detecție. Soluția este fezabilă economic, deoarece senzorul ales reprezintă cea mai ieftină soluție care poate face măsurătorile și determinarea distanței.

d) Obiectivul specific OS4 - diseminarea proiectului.

Obiectivul a fost realizat integral prin publicarea a două articole în jurnale și participarea la o conferință științifică internațională.

## 2. Prezentarea și argumentarea nivelului de maturitate tehnologică (TRL) la finalul proiectului.

Nivelul TRL al rezultatului acestui proiect este TRL4, deoarece, prin utilizarea rezultatelor experimentale de laborator, modelul experimental TRL4 reprezintă dovada conceptului, acest model fiind realizat cu toate piesele similare cu cele ale produsului vizat, devenind un sistem de prevenire a coliziunilor pentru tramvaie.

Model experimental TRL4 realizat poate fi testat de către un constructor de tramvaie în condiții reale (TRL5) și omologat (TRL6), aceste activități ne fiind parte a proiectului curent.

## 3. Gradul de atingere a rezultatelor estimate (prezentarea produsului/tehnologiei sau a serviciului rezultat al proiectului).

Modelul experimental de interior (TRL3) prezentat în Figura 1 este format din:

- senzor LiDAR montat pe o machetă scara G, modificată pentru radio-control al vitezei și echipată cu senzor de viteză;
- tren urmărit, realizat din Macheta scara G modificată pentru radio-control al vitezei;
- telecomandă radio, conectată la PC;
- linie configurabilă, în acest caz linie în O cu lungimea de 25 m, unde cele 2 vehicule pot fi conduse cu viteze constante și pot fi determinate vitezele absolute și cele relative. Au fost dezvoltate și verificate procedurile software de filtrare a mărimilor măsurate.

Modelului experimental de exterior (TRL4) prezentat în Figura 2, reprezintă un sistem electronic de asistență pentru conducătorul de tramvai ce folosește un senzor de tip LiDAR pentru a detecta alte vehicule aflate pe direcția de mers a tramvaiului. El constă în:

- senzorul LiDAR TF03 singular, de unghi îngust, pentru distanță mare;
- unitatea de comandă, cu afișor propriu;
- afișorul de bord.

Alimentarea sistemului se face de la tensiunea de 12-24 Vcc. Senzorul este plasat într-un suport, reglabil pe două direcții, prin intermediul căruia senzorul LiDAR poate fi montat rigid pe vehicul pentru a fi testat.

Pe ecranul afișorului se pot observa afișate:

- distanța [m];
- spațiul de frânare [m];
- viteza relativă [km/h];
- viteza absolută [km/h];
- imaginea buffer-ului de comunicație (pentru validarea comunicației);
- butoane pentru funcțiile *Refresh*, *Settings* și de *Salvare* pe USB.

4. Impactul rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut.

Impactul rezultatelor obținute se poate evalua considerând două criterii:

- Modelul experimental TRL4 demonstrează utilitatea senzorilor LiDAR pentru detecția obiectelor aflate la mare distanță și eliminarea semnalelor provenite de la obstacole aflate în afara direcției de mers. Astfel, această soluție tehnică poate fi folosită, în colaborare cu un producător de tramvaie, pentru a dezvolta un sistem de prevenire a tamponării la tramvaie;
- Modelul experimental TRL3 poate fi folosit pentru lucrări de cercetare și ca demonstrator didactic de laborator pentru studiul senzorilor LiDAR;
- Rezultatele experimentale publicate ridică nivelul de cunoștințe în acest domeniu, în special în ceea ce privește senzorii de distanță mare și unghi îngust.

5. Detalii privind exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului.

- Modelul experimental TRL4 poate fi folosit pentru o colaborare cu un producător de tramvaie pentru a dezvolta un sistem de prevenire a tamponării la tramvaie;
- Modelul experimental TRL3 va fi folosit pentru lucrări de laborator la Facultatea de Transporturi din Universitatea "Politehnica" din București;
- Cele trei lucrări, realizate în comun, au devenit referințe pentru utilizarea senzorilor LiDAR de distanță mare, având, până în prezent, un număr de 1859 citiri și 1 mențiune ca referință într-un articol științific.

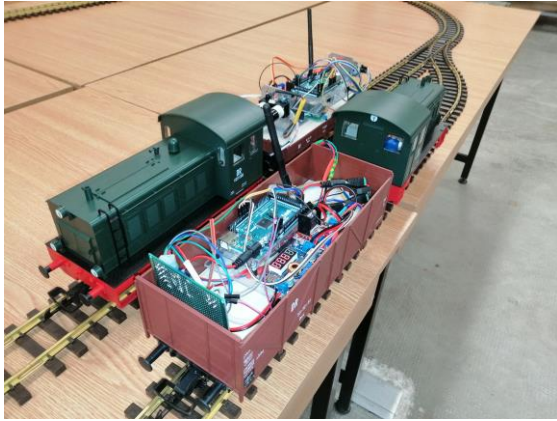
6. Prezentarea livrabililor/indicatorilor obținuți la finalul proiectului comparativ cu cei propuși.

Nr. crt.	Livrabile/indicatori planificați	Nr.	Livrabile/indicatori realizați	Nr.
1.	Studii	2	Studii	2
2.	Proiect Tehnic	2	Proiect Tehnic	4
3.	Produse - Modele Experimentale	2	Produse - Modele Experimentale	2
4.	Raport de Încercări	3	Raport de Încercări	3
5.	Lucrări Științifice sau Prezentări la conferință	2	Lucrări Științifice sau Prezentări la conferință	3

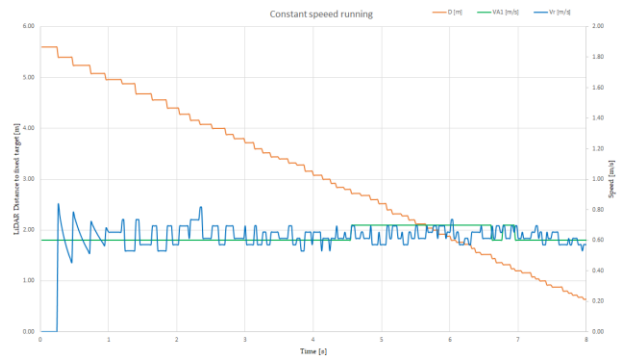
Proiectul 409PED/2020 a avut ca principal obiectiv creșterea cunoștințelor privind utilizarea senzorilor LiDAR cu unghi îngust și cu raza mare de detecție și modul în care aceștia pot fi folosiți la prevenirea tamponării tramvaielor.

Pentru a testa acești senzori a fost realizat, în primele etape, un Model Experimental (Figura 1) realizat la scară redusă, pentru a testa în laborator acești senzori și pentru a perfecționa software-ul de prelucrare a datelor furnizate de senzori.

În ultima etapă a fost dezvoltat un Model Experimental (Figura 2) care folosește componentele cu raport preț-performanțe optime și cu care se poate monta pe tramvai și pot fi probate soluțiile de semnalizare a iminenței unei tamponări. Activitățile sunt reflectate în publicații științifice cu impact în mediul academic.



(a)

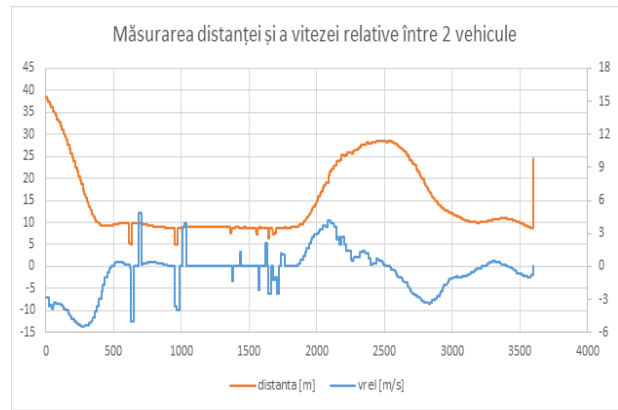


(b)

Figura 1a Modelul experimental de interior TRL3 / Figura 1b Date prelevate



(a)



(b)

Figura 2a Modelul experimental de exterior TRL4 / Figura 2b Date prelevate

Director de proiect  
Dr. Ing. Tudor Emil

Data: 18.10.2022