

Editori:

George CĂRUȚAȘU • Daniela ZIRRA

ADOPTAREA ȘI IMPLEMENTAREA SERVICIULUI

Call



Adoptarea și implementarea serviciului eCall

Editori

GEORGE CĂRUȚAȘU

DANIELA ZIRRA

Adoptarea și implementarea serviciului eCall



EDITURA UNIVERSITARĂ
București, 2020

Colecția ȘTIINȚE ECONOMICE

Redactor: Gheorghe Iovan
Tehnoredactor: Ameluța Vișan
Coperta: Monica Balaban

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

ISBN 978-606-28-1185-3

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2020
Editura Universitară
Editor: Vasile Muscalu
B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București
Tel.: 021.315.32.47
www.editurauniversitara.ro
e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021-315.32.47/ 0745 200 718/ 0745 200 357
comenzi@editurauniversitara.ro
www.editurauniversitara.ro

Prefață

Serviciul eCall a fost implementat la nivelul Uniunii Europene începând cu noiembrie 2017 pentru PSAP (Public Safety Answering Point – Centru de Primiri Apeluri de Urgență), cu module IVS (InVehicle System – modul incorporat în vehicul) obligatorii pentru toate modelele noi de autovehicule lansate după aprilie 2018, ca rezultat direct al proiectelor HeERO1 și HeERO2. Ulterior, prin proiectele iHeERO și sAFE, a fost adăugată posibilitatea transmiterii MSD (Minimum Set of Data – Set Minim de Date) și pentru autovehicule speciale (transport de călători pe distanțe lungi, mărfuri periculoase, vehicule pe două roți etc.) sau autovehicule vechi.

Prezentul volum prezintă rezultatele implicării autorilor în domeniul ITS, care a început în 2009, prin participarea la proiectul Studiu privind tehnologia eCall, coordonat de către ITS-România și având ca partener pe ELSOL, director de proiect prof.dr.ing. Dorin Dumitrescu. Studiul realizat privind cerințele de implementare a fost prezentat Serviciului de Telecomunicații Speciale, stând la baza implementării serviciului eCall în România. Asociația ITS-România, are în componența sa producători de automobile, operatori de telefonie mobilă și alte categorii de organizații, fapt ce a permis o comunicare eficientă cu mediul implicat în implementarea serviciului eCall. De asemenea, a fost organizat împreună cu ITS-România în 14-15 mai 2009 la București, European Conference ITS Romania and eCall Workshop.

Experiența ITS-România și prezența Universității Româno-Americane în proiectul amintit, au permis ulterior prezența în cadrul proiectului HeERO, alături de Serviciul de Telecomunicații Speciale, Administrația Națională Rutieră Română, UTI Systems și ElSol, în cadrul unui consorțiu internațional de peste 40 de parteneri, proiect ce a condus la implementarea serviciului eCall în România, prin modernizarea PSAP de la București și Brașov. Derularea proiectului a întâmpinat probleme deosebite, de la aspect legislative și tehnice, care au putut fi depășite doar prin profesionalismul specialiștilor STS, echipă condusă de dl. gral.dr.ing. Marcel Opreș, dintre care menționez: col.ing. Sorin Bănică, col.ing. Andrei Groșoiu, cpt. Gheroghe Oncioiu, dar și prin determinarea coordonatorului național prof.dr.ing. Dorin Dumitrescu, care a reușit să coreleze activitățile unor organizații atât de diverse, ce au compus consorțiul românesc. În acest sens doresc să apreciez colaborarea cu specialiștii UTI: Alexandru Mohora și Violeta Roșu și a doamnei Germina Ristea de la Administrația Națională Rutieră Română. Finalizarea proiectului se datorează și echipei ERTICO, prin

Andy Rooke coordonatorul întregului consorțiu și Maria Afsar, asistentul tehnic al proiectului.

Consortiul a prezentat la Viena, în 22-26 octombrie 2012, în cadrul 19th ITS World Congress, Viena, prima demonstrație operațională a eCall, printr-un terminal PSAP la distanță, conectat la PSAP-ul din București, fiind făcute teste cu diverse IVS, fiind un succes deosebit. Valoarea implementării eCall în România a fost apreciată în anul următor, 2013, la 9th ITS European Congress, cu premiul Best paper, pentru lucrarea eCall operational tests in the live system implemented in Romania. Conferința de închidere a proiectului HeERO1, organizată la București, a avut o audiență internațională de peste 300 de specialiști din domeniul sistemelor de urgență, evidențiind implementarea din România a serviciului eCall, ca implementare de referință.

Proiectul iHeERO, care a avut peste 60 de membri și a fost de departe cel mai mare consorțiu al unui proiect de cercetare finanțat de Comisia Europeană. Pentru că România, ca urmare a rezultatelor deosebite obținute în HeERO1, nu a avut un prototip de implementare, Universitatea Româno-Americană a avut rol de diseminare a rezultatelor proiectului în România, organizând în 4 noiembrie 2016 workshop-ul iHeERO Make It Happen, la care au participat majoritatea organizațiilor implicate în domeniul ITS: Serviciul de Telecomunicații Speciale, ITS-România, Ministerul Transporturilor, producători locali de vehicule, operatori de rețele de telefonie mobile etc. și de asistență a ERTICO pentru managementul activității de diseminare în cadrul proiectului

Participarea Universității Româno-Americane în cadrul proiectului sAFE, a avut ca rezultat, în principal, analiza cost-beneficiu pentru implementarea dispozitivelor IVS la bordul autovehiculelor aflate în uz, fiind primul document de analiză a impactului eCall după cel realizat în Comisia Europeană în 2011. De asemenea, în cadrul evenimentului Smart Cities din 29 octombrie 2019, a fost prezentată analiza preliminară a beneficiilor eCall, în prezența a peste două sute de specialiști. Rezultatele au fost diseminate și în cadrul ITS Congress 2020 Lisabona sub forma unui articol de specialitate

Prezentul volum, finanțat prin proiectul ”sAFE - Aftermarket eCall For Europe”, CEF, GA2018-EU-TM-0079-S, reprezintă opinia exclusivă a autorilor și nu reprezintă punctul de vedere al Comisiei Europene.

Editori: George CĂRUȚAȘU, Daniela ZIRRA

Cuprins

Prefață	5
1. Adoptarea eCALL la nivel european	9
Rezumat.....	9
1.1 Introducere	9
1.2 Sistemul eCall și serviciul unic de urgență 112	10
1.3 Adoptarea sistemului eCall pentru autovehicule noi clasele M1 și N1	14
1.4 Extinderea sistemului eCall pentru vehicule speciale	17
1.5 Utilizarea sistemului eCall pentru vehiculele aflate în uz.....	19
1.6 Concluzii	20
Bibliografie.....	21
2. Teorii și modele de referință utilizate în analiza adoptării noilor tehnologii	23
Rezumat.....	23
2.1 Teoria Acțiunii Motivate	24
2.1.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Acțiunii Motivate.....	24
2.1.2 Variabilele Teoriei Acțiunii Motivate și relațiile dintre acestea	24
2.1.3 Limite ale Teoriei Acțiunii Motivate	25
2.1.4 Teoria Acțiunii Motivate în studiul adoptării tehnologiei.....	26
2.2 Modelul Acceptării Tehnologiei.....	26
2.2.1 Fundamente teoretice ale Modelului Acceptării Tehnologiei	27
2.2.2 Variabilele Modelului Acceptării Tehnologiei	27
2.2.3 Schema Modelului Acceptării Tehnologiei.....	28
2.2.4 Dezvoltarea Modelului Acceptării Tehnologiei	29
2.2.5 Limite ale Modelului Acceptării Tehnologiei	31
2.2.6 Modelul Acceptării Tehnologiei în studiul adoptării diverselor dispozitive.....	32
2.3 Teoria Comportamentului Planificat	33
2.3.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Comportamentului planificat.....	34
2.3.2 Variabile ale Teoriei Comportamentului Planificat	34
2.3.3 Schema Teoriei Comportamentului Planificat	35
2.3.4 Dezvoltarea Teoriei Comportamentului Planificat	36
2.4 Teoria difuzării inovației	37
2.4.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Difuzării Inovației	37
2.4.2 Elementele principale ale Difuzării inovației	38
2.4.3 Procesul difuzării inovației.....	38
2.4.4 Dezvoltarea Teoriei Difuzării Inovației	40
2.5 Alte teorii și modele utilizate în adoptarea tehnologiilor.....	41

2.5.1 Teoria Așteptărilor Infirmate	41
2.5.2 Teoria Costurilor Tranzacției	42
2.5.3 Teoria fluxului.....	42
2.5.4 Modelul Utilizării Calculatorului Personal	43
2.5.5 Teoria Social Cognitivă.....	44
2.5.6 Modelul Motivațional.....	45
2.6 Teoria Unitară a Acceptării și Utilizării Tehnologiei	46
2.7 Concluzii.....	47
Bibliografie.....	49
3. Colectarea și prelucrarea statistică a datelor	53
Rezumat.....	53
3.1. Surse și metode de colectare a datelor.....	53
3.2. Analiza corectitudinii datelor.....	56
3.3. Caracteristicile datelor empirice.....	57
3.4. Metode de prelucrare statistică a datelor	64
3.5. Ipoteze statistice și teste de verificare.....	66
3.6. Stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu eCall.....	68
3.7. Instrumente tehnologice informatizate de preluare și stocare a datelor.....	75
3.8. Concluzii.....	77
Bibliografie.....	78
4. Particularități ale analizei cost-beneficiu pentru implementarea eCall la vehicule în uz.....	80
Rezumat.....	80
4.1 Introducere	80
4.2 Conceptul de analiză cost beneficiu – definiție, tipologie, conținut.....	85
4.3 Aspecte privind analiza cost beneficiu în transportul rutier.....	93
4.4 Etapele analizei cost beneficiu pentru tehnologia eCall	96
4.5 Rezultate și discuții privind implementarea tehnologiei eCall la vehicule în uz	101
4.6 Oportunitatea extinderii analizei la diverse tipuri de autovehicule rutiere	103
4.7 Concluzii.....	105
Bibliografie.....	106
5. Tendințe și noi funcționalități posibile ale serviciului eCALL.....	108
Rezumat.....	108
5.1 Bariere și oportunități pentru implementarea serviciului eCALL.....	108
5.2 Noua generație de sisteme unice de urgență	112
5.3 Posibile extinderi ale funcționalităților eCALL	113
5.4 eCALL în context pandemic.....	115
5.5 Concluzii.....	115
Bibliografie.....	116

1. Adoptarea eCALL la nivel european

George Căruțașu, Alexandru Pîrjan

Rezumat

Activitatea serviciilor de urgență, a cunoscut o creștere considerabilă, cauzată de mobilitate și intensificarea traficului de mărfuri rutiere. Pentru a putea compensa aceste efecte negative, Uniunea Europeană a propus încă din 2004 un plan de măsuri privind implementarea sistemelor inteligente de transport, având ca scop creșterea siguranței rutiere. Ca și componentă a acestui set de măsuri, implementarea serviciului gratuit interoperabil eCall a cunoscut un progres lent, fiind încă incomplet implementat în câteva state membre. În capitol sunt prezentate caracteristicile generale ale serviciului eCall și principalele proiecte finanțate de către Comisia Europeană privind implementarea acestui serviciu.

Cuvinte cheie

sisteme de urgență, 112, eCall, ITS

1.1 Introducere

Din 2004, Comisia Europeană a elaborat un plan integrat numit e-Safety, ca pilon principal al inițiativei Intelligent Car Solution i2010 (European Commission, 2008). Planul a avut ca obiectiv creșterea siguranței vehiculelor, ținând seama de numărul excesiv de accidente rutiere. Acest plan a cuprins toate etapele privind asigurarea siguranței rutiere: expunere, de evitare a accidentelor, de reducere a prejudiciului și a situațiilor post-accident.

Pornind de la această situație, în care atât din motivele umanitare cât și cele economice sunt importante, în 2004, au avut loc mai multe discuții între Comisia Europeană, industria de automobile, industria de telecomunicații și ETSI (European Telecommunications Standards Institute - Institutul European de Standarde în Telecomunicații), în ceea ce privește dezvoltarea diferitelor sisteme de siguranță, care acoperă toate etapele menționate mai sus, la nivel european (European Commission, 2009).

Această inițiativă a promovat conceptul ITS (Intelligent Transport Systems - Sisteme de inteligente de transport) (Minea & Nemtanu, 2006), prin integrarea la bordul autovehiculelor a tehnologiei informației și comunicațiilor, în scopul prevenirii accidentelor sau a limitării

consecințelor acestora, prin utilizarea informațiilor în timp real despre traficul local, optimizarea rutei prin evitarea aglomerărilor din trafic și asistarea în situații de urgență, în cazul accidentelor rutiere (eCall Driving Group, 2006).

România a semnat Memorandumul de Înțelegere inițiat de către Comisia Europeană cu privire la ITS și Parlamentul European a aprobat în 28 august 2010, o nouă directivă ITS (Directiva 2010/40/EU) privind cadrul pentru implementarea sistemelor de inteligență transport în domeniul transportului rutier și pentru interfețele cu alte tipuri de transport.

Conceptul ITS a fost introdus prin e-Safety, având în vedere implementarea tehnologiei informației și comunicațiilor la bordul vehiculelor pentru a reduce sau de a evita accidentele rutiere și de a limita consecințele acestora.

Ca parte a sistemelor promovate prin iCar, eCall oferă posibilitatea de alertare în situația unui accident rutier la PSAP (Public Safety Answering Point – Centru Public pentru Apeluri de Urgență), folosind o secvență automată de date și a apeluri de voce, de la mașina care a fost implicată în accident la PSAP și înapoi.

Cele mai multe dintre aceste tehnologii au fost puse în aplicare prin inițiativa Intelligent Car i2010. Ca parte a acestei inițiative, eCall este definit ca un element specific în domeniul de aplicare al inițiativei e-Safety.

eCall este văzut ca o extensie a capabilităților curente 112, care să permită transferul automat al datelor eCall între vehicul și PSAP, în caz de accident, presupunând că pasagerii sunt răniți sau nu pot apela 112, serviciul eCall necesitând utilizarea arhitecturii existente de telecomunicații.

1.2 Sistemul eCall și serviciul unic de urgență 112

Situațiile de urgență sunt considerate evenimente care pun în pericol viața sau sănătatea în primul rând a persoanelor, dar, de asemenea, situații care pot conduce la deteriorarea bunurilor persoanelor sau a bunurilor care aparțin comunității respective (Căruțașu, Botezatu, & Botezatu, 2016). Printre acestea se pot menționa: incendii, epidemii cu urgențe medicale grave, atacuri asupra integrității fizice a persoanelor, accidente rutiere grave, poluare gravă, cutremure de mare intensitate, inundații extinse etc. Fiecare țară a construit strategii, regulamente, metodologii, instituții și a alocat resurse pentru intervenții adecvate în cazul

unor astfel de evenimente (pompieri pentru incendii și explozii, ambulanțe pentru sănătate, poliție pentru jaf și atacuri armate etc.).

Asistența post-accident este asigurată în Europa prin sistemele de urgență 112. Fiecare țară a dezvoltat propriile sisteme de urgență. Sistemul de urgență 112 din România este gestionat de către Serviciul de Telecomunicații Speciale, care coordonează intervențiile tuturor serviciilor de salvare de la pompieri, poliție, Inspectoratul Situații de Urgență, ambulanță și alte servicii similare, organizație care, de asemenea, a fost responsabilă pentru implementarea serviciului eCall.

Pentru a spori eficiența intervenției, în scopul de a elimina sau atenua efectele situațiilor de urgență sau a reduce aceste efecte după apariția lor, Uniunea Europeană a decis să creeze un ”numărul unic pentru apeluri de urgență unic 112”, pentru a apela un serviciu de urgență (pompieri, ambulanță, poliție etc.). Sistemul prin care se apelează numărul unic pentru apeluri de urgență 112 este un sistem complex, deoarece proiectarea și punerea sa în aplicare a ridicat probleme dificile, în principal, datorită structurilor complexe în interiorul unei țări sau de la o țară la alta. În funcționarea sistemului, au existat aspecte de stabilire a responsabilităților instituțiilor implicate, probleme de comunicare și de alocare a resurselor.

Sistemul 112 a fost proiectat și implementat, și operează în prezent în toate statele membre ale UE, fiind fost adoptat și de către o parte din țările din afara Uniunii Europene, celelalte state care nu au implementat 112 beneficiind de suport din partea UE privind implementarea acestuia, un cetățean al UE putând apela numărul de apel de urgență 112 în cele mai multe țări europene. Sistemul 112 este deservit de un suport tehnic specific prin PSAP, organizate pe două nivele, care sunt conectate în rețelele proprii specifice și integrate cu celelalte rețele de comunicații.

PSAP de nivelul 1 preia apelul de urgență 112 din rețelele de comunicații (acest apel este o prioritate în toate rețelele de comunicații) și, după o scurtă analiză, distribuie prin rețeaua sa, care este mai fiabilă decât alte rețele de comunicații, la un PSAP de nivel 2 pentru intervenție. Alegerea PSAP de nivel 2 are în vedere asigurarea celor mai bune șanse pentru o intervenție eficientă. După o scurtă analiză a PSAP de nivel 2, se transmit informații relevante către cel mai apropiat centru de resurse de intervenție (pompieri, ambulanță, poliție etc.), conform unor proceduri bine definite.

Prin implementarea Directivei privind serviciul universal 22/2002 și Recomandarea Comisiei 558/2003/UE din 25 iulie 2003 privind prelucrarea informațiilor pentru identificarea locației

în rețelele de comunicații electronice pentru serviciile de apel de urgență, localizarea geografică a apelantului se realizează automat.

Principalul obiectiv al sistemului eCall este diminuarea numărului de victime și severitatea rănilor ca urmare a accidentelor rutiere, prin reducerea timpului de intervenție și prin posibilitatea de a alerta 112 în cazul în care conducătorul auto sau de alți pasageri nu au capacitatea de a apela serviciul de urgență din cauza stării de sănătate sau imobilizării în vehicul. Impactul așteptat al serviciului eCall a fost subliniat în studiul efectuat de Comisia Europeană (European Commission, 2011) și completat în cadrul analizei cost-beneficiu, prezentată în (Zirra, Perju-Mitran, Caruțașu, Pîrjan, & Garais, 2020), fiind identificate următoarele beneficii:

- reducerea accidentelor mortale (cu toate vehiculele echipate cu eCall, între 1% și 10%, în funcție de densitatea populației țării, infrastructura rutieră și timpul de răspuns în situații de urgență);
- reducerea severității rănilor (între 2 și 15%);
- reducerea costurilor cauzate de congestionarea traficului în urma accidentelor rutiere (între 3 și 17%, în funcție de densitatea populației țării, infrastructurii rutiere și gestionarea incidentelor);
- facilitarea serviciilor de salvare și o securitate sporită a echipelor de salvare (ex .: pompieri) la extragerea ocupanților, deoarece MSD (Minimum Set of Data – Setul Minim de Date) va furniza informații cu privire la tipul de combustibil.

În prezent, sistemul din România utilizează localizarea geografică a apelurilor de urgență. Structura de comunicații pentru apelurile de urgență din România este organizată pe două nivele, cu un PSAP la nivel național și câte un PSAP de nivel 2 în fiecare județ.

Acesta are ca scop reducerea timpului de intervenție pentru salvare printr-o mai bună localizare a accidentului și, de asemenea, mai important, prin semnalarea automată a situațiilor de urgență către 112, atunci când nimeni nu este în stare să facă acest lucru din cauza stării fizice sau lipsei de terminale de telecomunicații.

Funcționarea eCall se bazează pe sistemele de urgență europene existente 112 (Figura 1.1), presupunând echiparea vehiculelor cu un dispozitiv specializat IVS (In Vehicle System – Sistem integrat în vehicul) montat pe vehicul. După un accident grav, doi sau mai mulți senzori inițiază apelul de date între sistemul de la bordul vehiculului și 112.

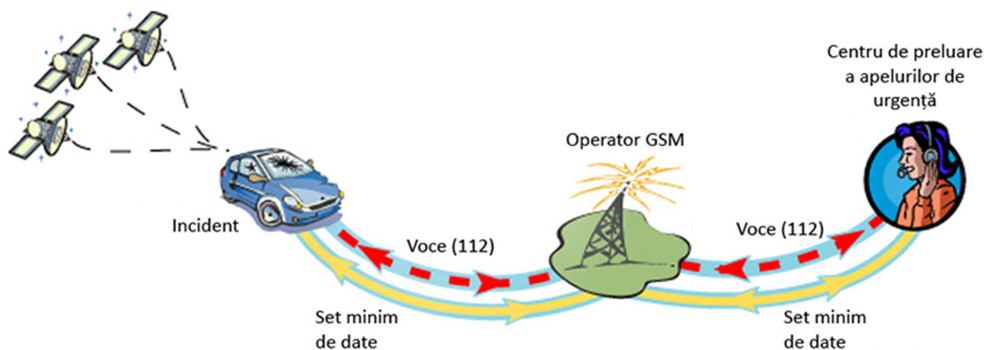


FIGURA 1.1 PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE eCALL (STS, 2011)

Datele trimise conțin informații referitoare la condițiile desfășurării accidentului (Botezatu, Botezatu, Căruțașu, & Barca, 2009):

- locul accidentului, IVS montat la bordul vehiculului încorporează un modul GPS, iar coordonatele sunt trimise la PSAP;
- timpul întâmplării accidentului, MSD conține o marcă temporală furnizată de IVS;
- identificarea vehiculului, Codul VIN (Vehicle Identification Number – Număr de Identificare Vehicul) face parte din MSD și este interogată de PSAP în baza de date EUCARIS, având ca tip de rezultat, tipul de mașină, culoare, proprietar etc.
- severitatea accidentului, datele transmise prin rețeaua GSM/GPRS informează echipele de salvare cu privire la numărul de senzori activați și dacă la bordul vehiculului se află în acel moment încărcături periculoase.

După ce senzorii montați pe vehicul declanșează situația de urgență, un mesaj automat de date, sub forma MSD, care conține toate informațiile descrise mai sus, este transmis prin rețeaua GSM/GPRS, fiind tratat de operatorul rețelei de telefonie mobilă cu prioritate maximă și transportat la 112, indiferent de tipul sau operatorul rețelei de telefonie mobilă disponibilă local, în mod similar cu celelalte apeluri la 112, utilizând funcția de modem de bandă.

PSAP primește MSD-ul transmis de IVS prin rețeaua de telefonie mobilă și interoghează baza de date EUCARIS în vederea afișării detaliilor referitoare la vehicul, în baza codului VIN, către operatorul PSAP. După primirea MSD, un apel de voce este inițiat de către PSP către IVS, în speranța că persoanele din vehicul sunt imobilizate și ar putea răspunde, eventual, pentru a oferi mai multe informații operatorului. Dacă nu se obține un răspuns la apelul de voce, situația este tratată ca accident cu posibile victime sau accidentați grav.

De asemenea, sistemul poate fi activat manual, în cazul în care conducătorul auto suferă un atac de cord sau alte afecțiuni acute similare și viața sa este pusă în pericol imediat sau este martor la un astfel de eveniment.

1.3 Adoptarea sistemului eCall pentru autovehicule noi clasele M1 și N1

În urma inițiativei europene în ITS, Comisia Europeană a finanțat proiectul Harmonised eCall European Pilot. HeERO a avut ca scop realizarea unui serviciu eCall pan-european, bazat pe infrastructura existentă a numărului european unic de urgență 112. În perioada 2011-2013, cele nouă țări europene care au format consorțiul HeERO au dezvoltat un program comun, în vederea asigurării unei interoperabilități și armonizării a sistemului e112, sistem bazat de apeluri de urgență la bordul vehiculului.

Consortiul proiectului HeERO a fost format din peste 40 de parteneri, din: Croația, Republica Cehă, Finlanda, Germania, Grecia, Italia, Olanda, România și Suedia. Sistemul eCall va contribui la atingerea obiectivului UE de a reduce numărul de accidente rutiere grave și decese la 50%. Proiectul a fost finanțat parțial de către Comisia Europeană în cadrul programului ICT-PSP.

Obiectivul general al proiectului de HeERO (HeERO, 2012) a fost pregătirea infrastructurii necesare în Europa, pentru implementarea eCall. Punerea în aplicare a serviciului eCall la nivel european a considerat două condiții majore:

- interoperabilitate și continuitate transfrontalieră: posibilitatea oricărui vehicul din orice țară europeană care călătorește în Europa de a utiliza serviciul eCall în cazul unui accident grav. Aspectul interoperabilității nu acoperă numai soluția tehnică, ci și aspectul integrarea operațională;
- armonizare: serviciul eCall poate funcționa corespunzătoare în toată Europa numai dacă este dezvoltat într-un mod armonizat în țările membre UE, respectând în continuare diferitele sisteme naționale. Utilizarea 112/e112 reprezintă primii pași ai acestei abordări armonizate.

Pentru a aborda interoperabilitatea și armonizarea implementării eCall, următoarele obiective de nivel înalt au fost identificate pentru prototipurile locale de pre-implementare:

- definirea cerințelor operaționale și funcționale necesare pentru modernizarea tuturor componentelor lanțului de furnizare a serviciului de eCall (PSAP, sisteme integrate de salvare, telecomunicații, 112 / E112, etc.) pentru a gestiona eCall;

- punerea în aplicare a standardelor europene disponibile privind sistemul eCall paneuropean;
- modernizarea infrastructurii tehnice și operaționale necesare;
- identificarea posibilelor utilizări ale sistemului public eCall și servicii către terți, cu valoare adăugată;
- elaborarea materialelor de instruire pentru operatorii eCall;
- evaluarea procedurilor de certificare referitoare la toate componente lanțului de furnizare a serviciului eCall asistați de CEN (European Commission for Standardization – Comisia Europeană pentru Standardizare);
- oferirea de recomandări pentru viitoarele activități de implementare a eCall din Europa;
- promovarea rezultatelor și celor mai bune practici obținute în prototipurile naționale către alte state membre ale UE și statele asociate care nu sunt implicate în proiectul HeERO
- demonstrarea interoperabilității și continuității serviciului armonizat eCall la nivelul UE.

Consortiul românesc a fost format din ITS-România, Administrația Națională Rutieră Română, Serviciul de Telecomunicații Speciale, UTI Systems, ElSol și Universitatea Româno-Americană. ITS-România, ElSol și Universitatea Româno-Americană au dezvoltat premergător, în perioada 2008-2010 proiectul denumit Studiu privind tehnologia eCall, finanțat de Ministerul Comunicațiilor și Societății Informaționale, abordare ca inițiativă primară în pre-implementarea serviciului eCall.

Sistemul 112 în România este organizat în 42 de județe (incluzând și București), fiecare dintre ele are un PSAP dedicat 112 și mai multe agenții specifice de urgență (poliție, ambulanță, pompieri). Pentru gestionarea apelurilor de date, conținând MSD, STS a ales PSAP București, pentru a fi principalul punct de răspuns centralizat, având o structură de rezervă pe județul Brașov. De asemenea, unele modificări au fost făcute în arhitectura originală PSAP, în scopul de a asigura extragerea MSD și decodarea VIN. Procedura de tratare a unui sistem eCall este următoarea:

- MSD este extras și este inițiat automat apelul vocal între PSAP și IVS;
- operatorul este avertizat că operează un apel eCall;
- dacă nu se obține un răspuns la apelul de voce se declanșează procedura de 112 de salvare. De asemenea, datele sunt agregate cu alte poziții de accidente semnalate

simultan, pentru evaluarea numărului de vehicule implicate în accidente și evaluarea severității accidentului prin numărul de senzori activați.

În cursul lunii ianuarie 2012, au fost efectuate cu succes de către STS testele de funcționare ale serviciului eCall. Au mai fost realizate interoperabilitatea cu baza de date EUCARIS, pentru a asigura rezolvarea VIN în baza de date EUCARIS și, de asemenea, în cadrul consorțiului au fost făcute de interoperabilitate cu sistemul rusesc similar ERA-GLONASS.

În timpul primei faze operaționale au fost efectuate peste 1 000 de teste, în 30 de sesiuni de testare, atât în condiții de laborator și prin deplasări efectuate pe traseele prezentate anterior. 15 sesiuni de teste (TS1-TS15) s-au făcut în locații diferite, cu cele două IVS folosind discriminatorul eCall și numărul 112. Ultimele șapte sesiuni de teste (TS16-TS22) au fost efectuate utilizând un număr lung, fără discriminator eCall.

Al doilea proiect HeERO - Heero 2, cu durata de doi ani, a început în 2013, prin care alte șase state membre ale UE sau în curs de aderare (Belgia, Bulgaria, Danemarca, Luxemburg, Spania și Turcia) au implementat infrastructura HeERO. De asemenea, din consorțiu au făcut parte și parteneri asociați, fără finanțare CE, dar care au beneficiat de expertiza HeERO.

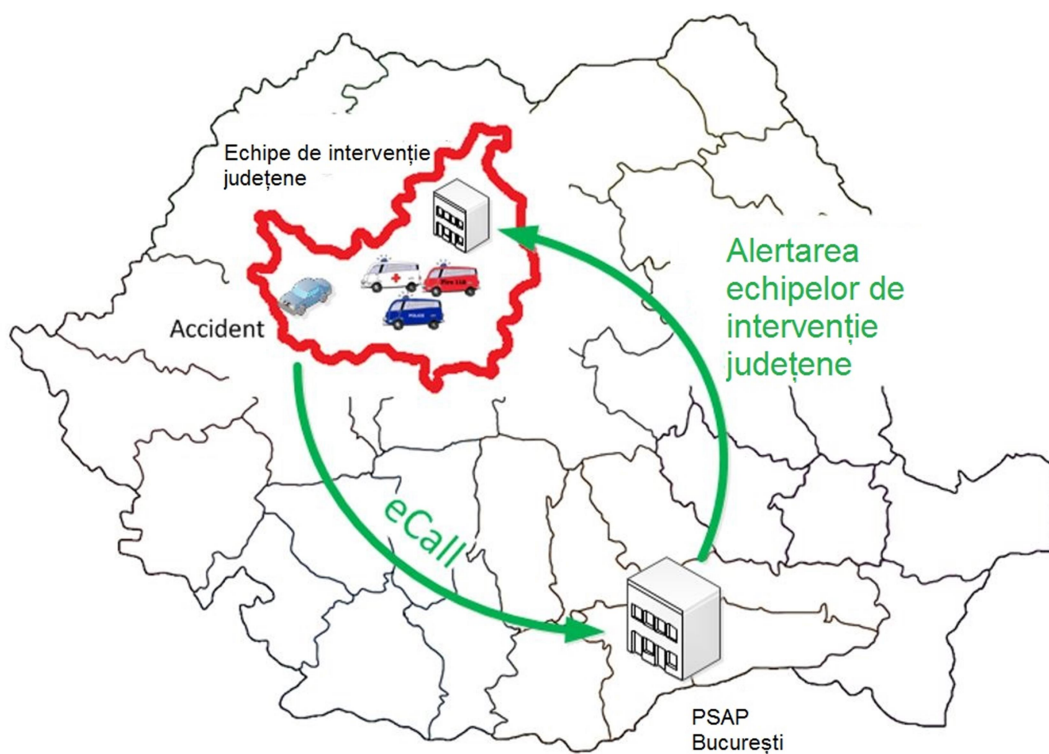


FIGURA 1.2 SISTEMUL DE ALERTARE E112 (DUMITRESCU ET AL., 2012)

Ca rezultat favorabil al celor două proiecte HeERO, Parlamentul European a adoptat amendarea Directivei 2007/46/EC prin 2013/0165(COD) cu privire la impunerea obligatorie a

operabilității sistemului eCall din 31 martie 2018, pentru autovehiculele M1 și N1, având ca etapă preliminară pregătirea operabilității PSAP din toate statele membre până la 1 octombrie 2017.

1.4 Extinderea sistemului eCall pentru vehicule speciale

Proiectul pilot de implementare eCall la nivelul european I_HeERO, ("I" pentru infrastructură") a avut ca scop pregătirea PSAP în statele membre pentru implementarea eCall bazat pe 112.

Obiectivele proiectului I_HeERO au fost (iHeERO, 2016):

- pregătirea infrastructurii necesare PSAP pentru implementarea pan-europeană a serviciului eCall (pentru statele membre UE care nu au participat la HeERO1 și HeERO2);
- stimularea investițiilor statelor membre în infrastructura PSAP și interoperabilitatea serviciului până la sfârșitul anului 2017;
- pregătirea implementării eCall pentru HGV (Heavy Goods Vehicle – Vehicul Greu de Marfă), transporturi de mărfuri periculoase și transport de călători pe distanțe lungi;
- pregătirea pentru implementarea sistemului eCall pentru vehicule cu două roți (P2W);
- definirea cadrului de certificare pentru PSAP în vederea operării serviciului eCall și evaluarea conformității acestora;
- integrarea progreselor în domeniul eCall privind managementul datelor și următoarea generație de servicii de urgență 112;
- oferirea unei acord de parteneriat I_HeERO, pentru statele asociate și partenerii comerciali care sunt implicați în implementarea eCall.

Activitățile desfășurate în proiectele HeERO1 și HeERO2 au scos la iveală noi provocări, în special în eforturile de a extinde sistemul eCall prin integrarea altor vehicule, cum ar fi camioane, tramvaie, autobuze, trenuri de călători și vehicule pe două roți.

Pentru a descrie setul de date necesar completării MSD, sunt prevăzute următoarele cazuri:

- pentru dimensionarea corectă a resurselor agențiilor de intervenție, în cazul transportului rutier de persoane pe distanțe mari este necesară cunoașterea numărului de pasageri;

- în cazul transporturilor de substanțe periculoase, agențiile de intervenție în situații de urgență trebuie să cunoască ce substanțe și ce riscuri există în legătură cu aceste substanțe. Transportul substanțelor periculoase este specific și face obiectul unor reglementări stricte.

Studiile realizate arată că, este din ce în ce mai important ca să se asigure accesul PSAP la un volum mult mai mare de date, internetul fiind una dintre soluțiile cele mai atractive deoarece este susținută de dezvoltarea tehnologiei informației și comunicațiilor.

Consortiul proiectului iHeERO a avut în componență atât membrii de bază ai proiectelor Heero, dar și membrii noi, din 11 state membre ale UE (Bulgaria, Cipru, Republica Cehă, Finlanda, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Portugalia, România și Slovenia). Consortiul a inclus 58 de parteneri comerciali și 26 de partenerii asociați. Bugetul proiectului a fost de peste 30 milioane EUR, perioada de implementare a proiectului fiind 2015-2018.

În situații de urgență, accidentele în care sunt implicate vehiculelor speciale, necesită informații suplimentare privind dimensionarea echipei de salvare propriu-zise. De exemplu, în cazul unui accident, în cazul în care este implicat un camion care transportă animale vii, expedierea animalelor care sunt rămase la locul accidentului, este o prioritate. Deosebindu-se de această situație, în cazul mărfurilor periculoase, este foarte important ca echipele de intervenție să fie echipate cu echipamente de intervenție adecvate, potrivit pentru substanțele chimice transportate. Există mai multe accidente notorii, care au avut loc după accidentele rutiere, prin explozii ale materialelor inflamabile transportate, deoarece pompierii nu au cunoscut natura încărcăturii în timp real.

De asemenea, gravitatea accidentului poate fi apreciată prin cunoașterea numărului de persoane transportate potențial implicate în accident. În cazul transportului rutier de persoane la distanță, numărul pasagerilor poate fi transmis în câmpurile opționale ale MSD. eCall pentru două vehicule cu roți, prezentat și în (Candefjord, Sandsjö, Andersson, & Carlborg, 2014), diferă față de un eCall comun, din cauza sistemului de declanșare. Dacă în cazul sistemului obișnuit eCall senzorul de declanșare ar putea fi airbag-ul, în cazul vehiculelor două roți nu poate fi luată în considerare.

Cum funcționează eCall

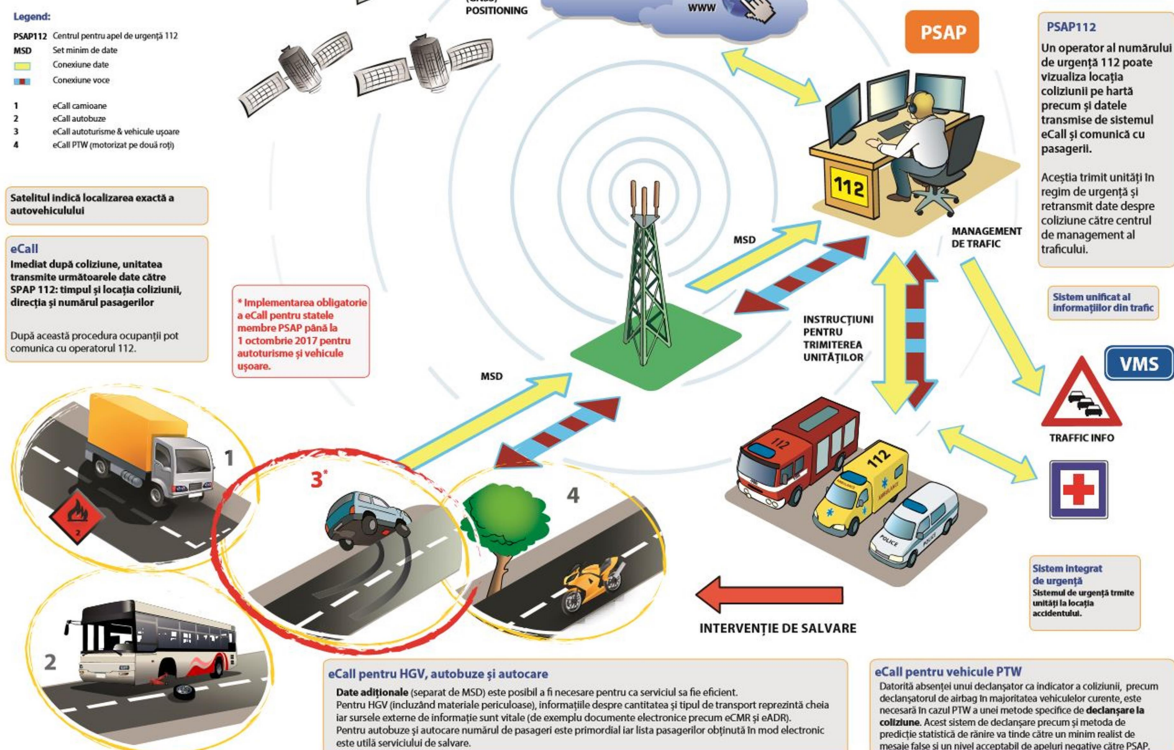


FIGURA 1.3 LANȚUL DE FURNIZARE A SERVICIULUI eCALL PRIN PROIECTUL iHeERO (iHeERO, 2016)

O altă prioritate în dezvoltarea eCall a fost reprezentată de interoperabilitatea cu alte sisteme similare. Interoperabilitatea cu serviciul ERA GLONASS a fost testată pe durata proiectului HeERO1, dar care mai necesită încă cercetări. Interoperabilitatea între sisteme se dovedește necesară în situațiile în care persoane, care se deplasează cu vehicule echipate cu eCall, din UE călătoresc în Rusia și viceversa.

1.5 Utilizarea sistemului eCall pentru vehiculele aflate în uz

Completarea utilității serviciului eCall pentru autovehiculele aflate în uz se realizează prin proiectul sAFE (SAFEConsortium, 2019), care are următoarele obiective principale:

- identificarea cerințelor minime de performanță și conformitate pentru sistemele și dispozitivele aftermarket 112-eCall, facilitând evitarea supraîncărcării PSAP cu apeluri false;
- variantele conforme ale IVS de pe piața pieselor de schimb care vor utiliza numărul unic de urgență 112;

- colaborarea cu organismele europene de standardizare pentru a elabora standardele tehnice necesare pentru sistemele eCall de pe piața pieselor de schimb.

Dacă în cazul primelor proiecte HeERO și iHeERO, obiectivele vizau infrastructuri viitoare ale PSAP sau IVS montat pe autovehicule noi, care permiteau dezvoltarea de soluții tehnice noi, în cadrul proiectului sAFE ținta este reprezentată de autovehiculele aflate în uz, care reprezintă majoritatea autovehiculelor care fac parte din parcul auto existent.

Conform datelor statistice utilizate și în cadrul analizei cost-beneficiu elaborate (Zirra et al., 2020), aproape 300 de milioane de autovehicule care nu au implementat sistemul eCall, fiind luate în calcul și modele noi produse după 31 martie 2018.

Plecând de la o piață potențială de asemenea dimensiuni, a fost remarcată, în primul rând, necesitatea măsurării intenției proprietarilor de autovehicule de a instala dispozitive IVS. De asemenea, multitudinea claselor și tipurilor de vehicule, conduce la un volum deosebit de cercetare, privind identificarea posibilelor soluții tehnice.

În ceea ce privește experiența acumulată în proiectele anterioare HeERO și iHeERO, consorțiul alcătuit din 23 de parteneri din 12 țări europene, continuă eforturile privind standardizarea IP pentru IVS și PSAP, privind tranziția către Next Generation eCall, soluții pentru autovehicule cu două roți, pentru transportul de mărfuri periculoase și alte categorii de autovehicule vechi M1, M2, M3, N1, N2, N3, L etc.

1.6 Concluzii

Deși planificat încă din 2004, serviciul eCall nu este încă pe deplin implementat la nivelul Uniunii Europene, fiind obligatoriu doar pentru autovehiculele noi M1 și N1 omologate după 31 martie 2018. Prin implementarea proiectelor HeERO1, HeERO2, iHeERO și sAFE, dar și a proiectelor cu finanțare națională a fost posibilă lansarea serviciului eCall, la nivel european, într-o manieră integrată și interoperabilă.

De subliniat faptul că serviciul eCall este un serviciu de urgență gratuit în toate statele membre ale Uniunii Europene.

În implementarea proiectelor amintite a fost necesară depășirea a numeroase bariere etice, de securitate a datelor, de modernizare a infrastructurii de telecomunicații privind posibilitatea apelului invers de la 112 către emitentul MSD.

Multiplele implicații ale implementării eCall încă nu sunt pe deplin înțelese, având în vedere faptul că încă masa critică de autovehicule echipate cu IVS nu a fost atinsă și progresul tehnologic, privind vehiculele autonome și adoptarea tehnologiei 5G va necesita remodelarea sistemelor de urgență.

Bibliografie

1. Botezatu, C., Botezatu, C. P., Căruțașu, G., & Barca, C. (2009). eCall safety transportation management systems – features and capabilities. *ANNALS OF THE ORADEA UNIVERSITY. Fascicle of Management and Technological Engineering*, 8(1), 118–123.
2. Candefjord, S., Sandsjö, L., Andersson, R., & Carlborg, N. (2014). Using Smartphones to Monitor Cycling and Automatically Detect Accidents-Towards eCall Functionality for Cyclists. Retrieved from http://bada.hb.se/bitstream/2320/14570/1/75_ICSC2014_FINAL_PAPER_CANDEFJORD.pdf
3. Căruțașu, G., Botezatu, C., & Botezatu, M. A. (2016). Expanding Ecall From Cars To Other Means Of Transport. *Journal of Information Systems & Operations Management*, 10(2), 354–363.
4. Dumitrescu, D., Grososiu, A., Dumitrescu, S., Rosu, V., Ristea, G., & Căruțașu, G. (2012). Solution for eCall Implementation at National Level within the HeERO Project–Romania Case Study. In *19th ITS World Congress*.
5. eCall Driving Group. (2006). *Recommendations of the DG eCall for the introduction of the pan-European eCall*. Retrieved from https://www.trafi.fi/filebank/a/1436524683/a9892dd401033f54359ff9bb16ccb93d/18185-Position_papers_DG_eCall_v2.pdf
6. European Comission. (2009). *SafetyNet*. Retrieved from https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/specialist/knowledge/pdf/esafety.pdf
7. European Comission. (2011). eCall Impact Assessment | Digital Single Market. Retrieved March 25, 2017, from <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ecall-impact-assessment>
8. European Commission. (2008). i2010 Intelligent Car Initiative (third eSafety communication). Retrieved November 5, 2020, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A131103>
9. HeERO. (2012). HeERO - About HeERO. Retrieved March 19, 2017, from <http://www.heero-pilot.eu/view/en/heero/objectives.html>
10. iHeERO. (2016). iHeERO - Objectives. Retrieved March 19, 2017, from <http://iheero.eu/>
11. Minea, M., & Nemptanu, F. (2006). Intelligent Urban Traffic Signalling Infrastructure with Optimised Intrinsic Safety. *ICCCC 2006*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.109.2863&rep=rep1&type=pdf#page=313>
12. SAFEConsortium. (2019). sAFE – After-Market eCall for Europe. Retrieved November 6, 2020, from <https://safe112.eu/>
13. STS. (2011). Sistemul eCall. Retrieved November 6, 2020, from <https://www.sts.ro/ro/sistemul-ecall>

14. Zirra, D., Perju-Mitran, A., Căruțașu, G., Pîrjan, A. & Garais, E. G. (2020). An analysis of the socio-economic and human life impact of implementing the eCall In Vehicle System (IVS) in the purpose of ensuring sustainable, improved rescue operations on European roads. *Sustainability (Switzerland)*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135341>

2. Teorii și modele de referință utilizate în analiza adoptării noilor tehnologii

Alexandra Perju-Mitran, Daniela Zirra

Rezumat

Studiul adoptării noilor tehnologii, de regulă, de la o suită de teorii fundamentale și modele globale specifice mai multor discipline științifice, în funcție de abordările date. Este vorba de cele două abordări specifice studiului comportamentului utilizatorului, și anume: adoptarea unei tehnologii și continuarea utilizării tehnologiei respective.

În cadrul primei abordări se face adesea referire la modelele atitudinale specifice psihologiei ca și disciplină științifică, în special la **Teoria Acțiunii Motivate** (subcapitolul 2.1), dezvoltată în 1975 de către Martin Fishbein și Icek Ajzen și **Teoria Comportamentului Planificat** (subcapitolul 2.3), introdusă de Azjen Icek în 1985 (Cheung ș.a., 2003, p. 197).

În cadrul aceleiași abordări, un loc aparte îl ocupă teoriile și modelele specifice sistemelor informaționale și tehnologiei informației, menite să explice cum și de ce indivizii adoptă noi tehnologii ale informației (Venkatesh ș.a., 2003). Un astfel de model este **Modelul Acceptării Tehnologiei** (subcapitolul 2.2), propus de Fred Davis (Davis, 1989) și dezvoltat ulterior de către Fred Davis, Richard Bagozzi și Paul Warsaw (Davis ș.a., 1989).

Dar un dispozitiv/sistem dispune de anumite caracteristici specifice inovației, care pot duce la acceptarea sau respingerea acestuia în rândul consumatorilor. În domeniul difuzării inovației, se remarcă un model general al Difuzării, propus inițial de Everett Rogers în anul 1962, revizuit și transformat în ceea ce astăzi poartă denumirea de **Teoria Difuzării Inovației** (Rogers, 2003, p. 39), teorie ce face obiectul subcapitolului 2.3.

Însă nu numai adoptarea tehnologiei preocupă cercetătorii științifici, ci și continuarea utilizării acesteia, recurgându-se la paradigma așteptărilor confirmate, specifică disciplinei științifice marketing, transformată în **Teoria Așteptărilor Disconfirmate** în 1980 de către Oliver.

Pe lângă aceste teorii și modele de referință, au fost întâlnite în studiul adoptării tehnologiei și alte teorii, precum: Teoria Costurilor Tranzacției, Teoria Fluxului, Teoria Social Cognitivă, Modelul Motivațional și Modelul Utilizării Calculatorului Personal.

Cuvinte cheie: Teoria Acțiunii Motivate, Teoria Comportamentului Planificat, Modelul Acceptării Tehnologiei, comportamentul consumatorului, intenție comportamentală.

2.1 Teoria Acțiunii Motivate

Dezvoltată în 1975 de către Fishbein și Ajzen, Teoria Acțiunii Motivate (Theory of Reasoned Actions), abreviată TRA, explică comportamentul uman pe baza intenției de a adopta un anumit comportament. Aceste intenții la rândul lor sunt anticipate pe baza atitudinii față de acel comportament dar și a așteptărilor normative din partea grupurilor de referință și motivația individului de a se supune acestor așteptări normative (Herr, 1995, p. 373).

Teoria Acțiunii Motivate oferă o mare valoare euristică pentru înțelegerea și previzionarea anumitor tipuri de comportament (Park și Levine, 1999, p. 199). Valoarea componentei atitudinale și a componentei normative, precum și capacitatea acestora de previzionare a intențiilor comportamentale, variază de la persoană la persoană, pe baza diferențelor sociale, culturale și a caracteristicilor individuale (Park și Levine, 1999, p. 199). Teoria Acțiunii Motivate este aplicată și verificată în varii domenii precum: psihologie, educație, marketing, management, medicină și tehnologie (Lin ș.a., 2011, p. 38).

2.1.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Acțiunii Motivate

Teoria Acțiunii Motivate are la bază Modelul Intenției Comportamentale, care după multe îmbunătățiri, revizurii și verificări, devine în 1980 Teoria Acțiunii Motivate. Fishbein și Ajzen re poziționează atitudinile, normele subiective, intențiile și cauzalitatea comportamentului în cadrul acestei teorii (Lin ș.a., 2011, p. 38).

2.1.2 Variabilele Teoriei Acțiunii Motivate și relațiile dintre acestea

Teoria Acțiunii Motivate pornește de la premisa că indivizii se comportă într-o manieră rațională, astfel încât să obțină rezultate favorabile și să nu dezamăgească așteptările celorlalți (Park și Levine, 1999, p. 200). Potrivit modelului lui Fishbein și Ajzen din 1975, **intenția** de a se comporta într-o anumită manieră este o variabilă predecesoare a comportamentului efectiv. Mai mult, intenția individului de a se comporta într-un anumit fel este determinată de **atitudinea** față de acel comportament și **normele subiective** (Hale ș.a., 2003, p. 260).

Componenta atitudine este reprezentată de **convingerile asupra comportamentului**, acele convingeri ale individului care se referă la probabilitatea comportamentului de a genera anumite rezultate și de **evaluarea rezultatelor**, ca fiind favorabile sau nefavorabile (Hale ș.a., 2003, p. 260). Normele subiective reprezintă percepția individului despre concordanța dintre

un anumit tip de comportament și felul în care gândesc persoanele apropiate despre acest comportament (Hale ș.a., 2003, p. 260).

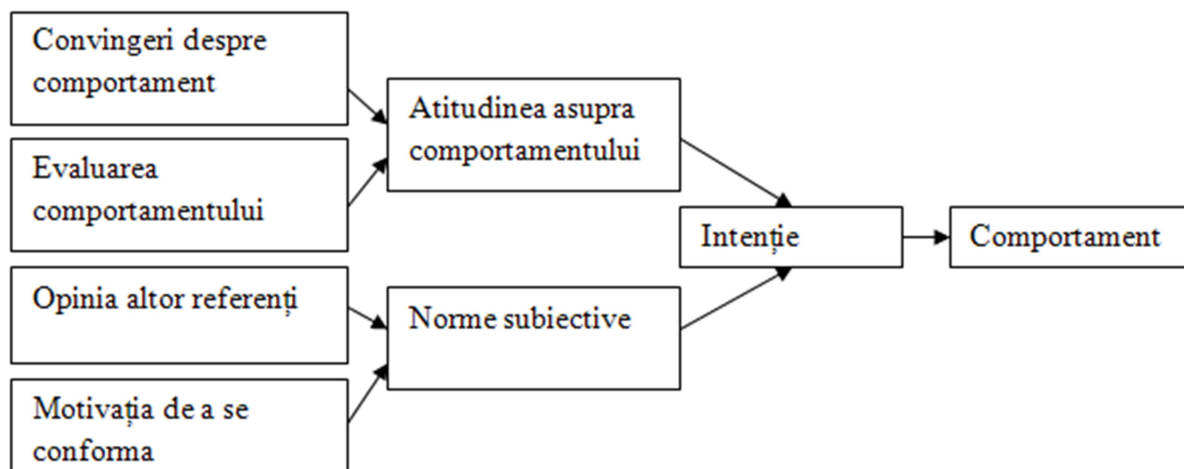


Figura 2.1 Teoria Acțiunii Motivate (Hale ș.a., 2003)

Intenția comportamentală este o funcție de variabila ‘atitudine’ și ‘norme subiective’:

$$BI = A_B(W_1) + SN(W_2) \text{ (Hale ș.a., 2003, p. 260).}$$

Teoria Acțiunii Motivate a stat la baza dezvoltării altor două mari teorii, și anume: Modelul Acceptării Tehnologiei și Teoria Comportamentului Planificat.

2.1.3 Limite ale Teoriei Acțiunii Motivate

Literatura de specialitate susține că atunci când unui individ îi sunt măsurate intențiile de a se angaja într-un anumit comportament, crește probabilitatea ca acel comportament să se realizeze efectiv (Herr, 1995, p. 374). Sunt numeroase moduri prin care tocmai încercarea de a măsura intenția percepută, deformează intenția reală. Autorul enumeră câteva:

- În primul rând, atitudinea și convingerile asupra unui anumit comportament pot să nu fi existat înaintea studiului. Acestea se pot forma în timpul sondajului.
- În al doilea rând, subiecții pot fi sensibili la măsurarea convingerilor, evaluarea comportamentului și opinia referenților, atunci când un anumit comportament are consecințe profunde.

În același timp, modelul se bazează de abilitatea individului de a-și previziona propria intenție. Se ridică astfel problema dacă intenția comportamentală exprimată corespunde cu comportamentul efectiv (Herr, 1995, p. 377).

Se mai ridică problema tipului de comportament. Teoria Acțiunii Motivate se aplică doar acelor tipuri de comportamente voluntare, raționale. Astfel, se exclude posibilitatea previzionării unei game largi de comportamente, precum: comportamentele spontane, impulsive, habituale, etc. (Hale ș.a., 2003, p. 250).

2.1.4 Teoria Acțiunii Motivate în studiul adoptării tehnologiei

Pornind de la fundamentele de bază ale Teoriei Acțiunii Motivate, Cho J. introduce într-un model al comportamentului de adoptare a tranzacțiilor online, evaluările cognitive ale acestui proces, variabilă similară cu „evaluarea comportamentului” din TRA, sub forma **beneficiilor și a riscului potențial** asociate cu alegerea de a utiliza un sistem (Cho, 2004, p. 828). Prin beneficii, Cho. J (2004) se referă la **eficiența comportamentului** (comoditate, flexibilitate, reducerea timpului și efortului depus, bogăția informației, oferta, prețul).

Verhoef P.C. și Langerak F. (2001) propun un model al adoptării tehnologiei pornind de la Teoria Acțiunii Motivate. Autorii susțin că gradul de superioritate, compatibilitate și complexitate al actului de a cumpăra online este determinat de **avantajele și dezavantajele percepute**, în termeni de comoditate, economie de timp etc. (Verhoef și Langerak, 2001, p. 277). Evaluarea avantajelor și dezavantajelor unui anumit tip de comportament este desprins din conceptul TRA de „evaluarea a comportamentului”.

Kim și alții introduc conceptul de **“beneficiu perceput”** în modelul decizional al consumatorului, justificând prin faptul că beneficiul perceput reprezintă un stimulent major pentru a adopta o tehnologie. Cu cât indivizii percep mai multe beneficii ale unei tehnologii, cu atât aceștia se arată mai dispuși a face o tranzacție (Kim ș.a., 2008, p. 547).

2.2 Modelul Acceptării Tehnologiei

Modelul Acceptării Tehnologiei (Technology Acceptance Model), introdus pentru prima dată de către Fred Davis (1989) și Fred Davis, Richard Bagozzi și Paul Warsaw (1989), reprezintă fundația teoretică pentru a explica și a previziona adoptarea unui sistem informațional de către un grup de indivizi sau o organizație.

Modelul Acceptării Tehnologiei (TAM) apare pe un fond al dezvoltării tehnologiei ce contrastează cu o rată scăzută de adoptare a acesteia în cadrul organizațiilor. Nevoia unui

model fiabil menit să explice acceptarea sau respingerea unui sistem informațional, era cu atât mai necesară cu cât studiile anterioare nu au reușit acest lucru (Davis, 1989, p. 319).

Modelul Acceptării Tehnologiei (TAM) a câștigat o mare popularitate în rândul cercetărilor și credibilitate pe o largă scară academică datorită unui număr mare de cercetări empirice, ce implică sute de studii pe parcursul a trei decade. Apariția și dezvoltarea modelului în această perioadă a adus o contribuție notabilă în privința comportamentului de adoptare a unui sistem informațional (Sun și Zhang, 2004, p. 1).

2.2.1 Fundamente teoretice ale Modelului Acceptării Tehnologiei

Modelul Acceptării Tehnologiei are la bază Teoria Acțiunii Motivate, conform căreia, de cele mai multe ori comportamentul unui consumator este determinat de intenția comportamentală, reprezentată matematic de o funcție între atitudinea consumatorului față de un anumit comportament și normele subiective (Hale ș.a., 2003, p. 260).

Spre deosebire de Teoria Acțiunii Motivate, care explică comportamentul uman în general, Modelul Acceptării Tehnologiei analizează utilizatorul final al sistemului informațional.

Introducerea variabilei independente, **utilitatea percepută**, are ca fundament teoretic, studii anterioare ale lui Schultz și Slevin din 1975 și Robey în 1979, cel din urmă afirmând „Un sistem care nu ajută oamenii să își realizeze sarcinile la locul de muncă, are puține șanse să fie primit favorabil, în pofida eforturilor de implementare atente” (citați în Davis, 1989, p. 320).

Introducerea variabilei independente, **ușurința-în-utilizare**, pornește de la Teoria Eficacității Personale a lui Bandura din 1982 și se bazează de asemenea pe paradigma Cost-Beneficiu și cercetările din aria adoptării inovațiilor (citată în Davis, 1989, p. 320-321).

2.2.2 Variabilele Modelului Acceptării Tehnologiei

Preluând cele două variabile dependente ale Teoriei Acțiunii Motivate, intenția comportamentală (în acest caz fiind reprezentată de intenția de a adopta un anumit sistem informațional) și atitudinea față de un anumit comportament (în acest caz fiind reprezentată de atitudinea față de utilizarea unui anumit sistem informațional), Modelul Acceptării Tehnologiei introduce în plus două variabile independente:

- **Utilitatea percepută**, variabila definită de către dezvoltatorul modelului ca fiind convingerea utilizatorului conform căreia acestuia îi este benefică folosirea sistemului

informațional. Un individ tinde să folosească sau să respingă o aplicație informatică în măsura în care percepe utilitatea aplicației (Davis, 1989, p. 320).

- **Ușurința în utilizare**, ce reprezintă măsura în care utilizatorii unui sistem informațional percep gradul scăzut de efort depus pentru a-l utiliza. Chiar dacă un individ percepe o aplicație ca fiind utilă, acesta poate la un moment dat să creadă că aplicația este prea grea de folosit, utilitatea percepută fiind depășită de efortul depus pe parcursul utilizării (Davis, 1989, p. 320).

2.2.3 Schema Modelului Acceptării Tehnologiei

Modelul Acceptării Tehnologiei, propus de Davis și alții (1989), susține că intenția de a adopta un sistem informațional este condiționată de două convingeri principale: utilitate percepută și ca ușurință-de-utilizare.

Utilitatea percepută și ușurința-în-utilizare influențează atitudinea individului față de adoptarea și utilizarea sistemului informațional. Atât utilitatea percepută cât și atitudinea sunt menite a explica variația în intenția de a utiliza sistemul (Davis ș.a., 1989, p. 985).

În mod similar Teoriei Acțiunii Motivate, Modelul Acceptării Tehnologiei postulează faptul că utilizarea efectivă a sistemului informațional este determinată de intenția persoanei de a utiliza sistemul informațional.

O constatare importantă a Modelului Acceptării Tehnologiei a fost tocmai puterea predictivă a utilității percepute. La o oră după ce subiecților le-a fost prezentat sistemul informațional, intențiile de a-l folosi au fost determinate de utilitatea percepută, cu un coeficient de legătură β (utilitate percepută – intenție) de 0.62 și ușurința în utilizare cu β de 0.20.

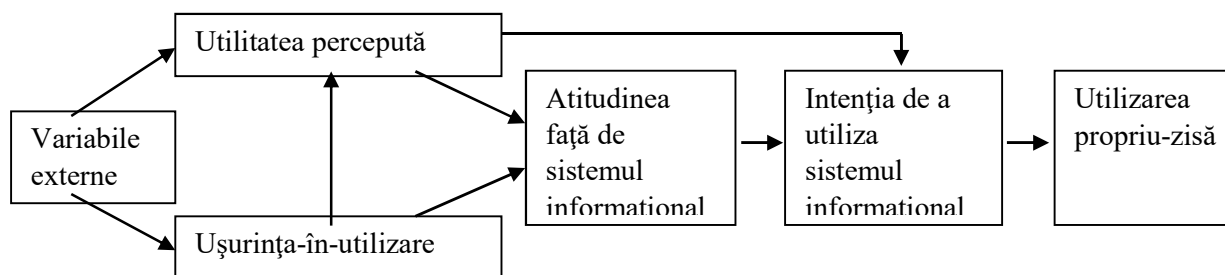


Figura 2.2 Modelul Acceptării Tehnologiei (Davis, 1989)

După două săptămâni de utilizare a sistemului informațional, intenția a fost influențată direct de utilitatea percepută, cu un coeficient $\beta=0.79$ și indirect de ușurința în utilizare prin utilitatea percepută. Cele două variabile au fost în măsură să explice, 45%, respectiv 57% din variația intenției la primul contact cu sistemul informațional, respectiv după două săptămâni de utilizare a sistemului informațional (Davis ș.a., 1989, p. 997).

Modelul Acceptării Tehnologiei prezintă și o relație de cauzalitate între ușurința-în-utilizare și utilitatea percepută, subliniind faptul că percepția individului asupra gradului scăzut de efort necesitat pentru a utiliza o nouă tehnologie, influențează pozitiv percepția acestuia asupra utilității noii tehnologii (Vijayarathy, 2004, p. 749).

Modelul Acceptării Tehnologiei postulează faptul că intenția comportamentală reprezintă un determinant major a utilizării efective a sistemului informațional și că orice alți factori care determină comportamentul de utilizare o fac indirect prin intermediul intenției comportamentale (Davis ș.a., 1989, p. 997).

Intențiile de a utiliza sistemul informatic au fost măsurate la o oră după ce sistemul a fost prezentat subiecților iar gradul de utilizare raportat a fost măsurat la două săptămâni după ce intențiile au fost culese. Intențiile comportamentale au fost în măsură să explice 35% din variația utilizării efective (Davis ș.a., 1989, p. 997).

2.2.4 Dezvoltarea Modelului Acceptării Tehnologiei

Studiile lui Davis și alții (1989) arată o puternică corelație între intenția de a utiliza sistemul informațional și utilizarea propriu-zisă a acestuia, utilitatea percepută având cea mai mare influență asupra intenției.

Ușurința în utilizare s-a dovedit a avea o influență mică, dar semnificativă asupra intenției de a utiliza sistemul informațional. Cea mai mare descoperire a modelului este faptul că atât ușurința în utilizare, cât și utilitatea percepută exercită o influență directă asupra intenției de a utiliza sistemul informațional, încât variabila 'atitudine' a fost eliminată din model, rezultând varianta finală a Modelului Acceptării Tehnologiei, propusă în 1996 de către Davis și Venkatesh (Figura 2.3).

În anul 2000, Venkatesh V. alături de dezvoltatorul teoriei, Davis F. extind modelul original TAM pentru a explica utilitatea percepută și intenția de a folosi un sistem informațional prin introducerea **influenței sociale** și a **proceselor cognitive instrumentale**. Se obține astfel

Modelul Acceptării Tehnologiei 2, abreviat TAM 2, așa cum este citat în literatura de specialitate (Venkatesh și Davis, 2000, p. 187).

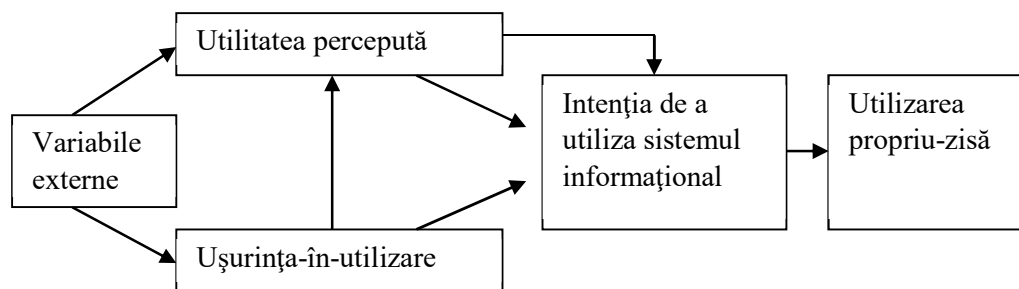


Figura 2.3 Varianta finală a Modelului Acceptării Tehnologiei (Venkatesh și Davis, 1996)

Influența socială este compusă din **normele subiective**, un concept al Teoriei Acțiunii Motivate, care acționează asupra intenției de a utiliza un sistem, atât direct cât și indirect, și **imagine**, definită ca măsura în care utilizarea unei tehnologii noi este capabilă de a spori statutul social al individului ce o utilizează (Venkatesh și Davis, 2000, p. 189).

TAM 2 încorporează două mecanisme teoretice prin care normele subiective influențează indirect intenția prin utilitatea percepută: internalizare și identificare (Venkatesh și Davis, 2000, p. 187).

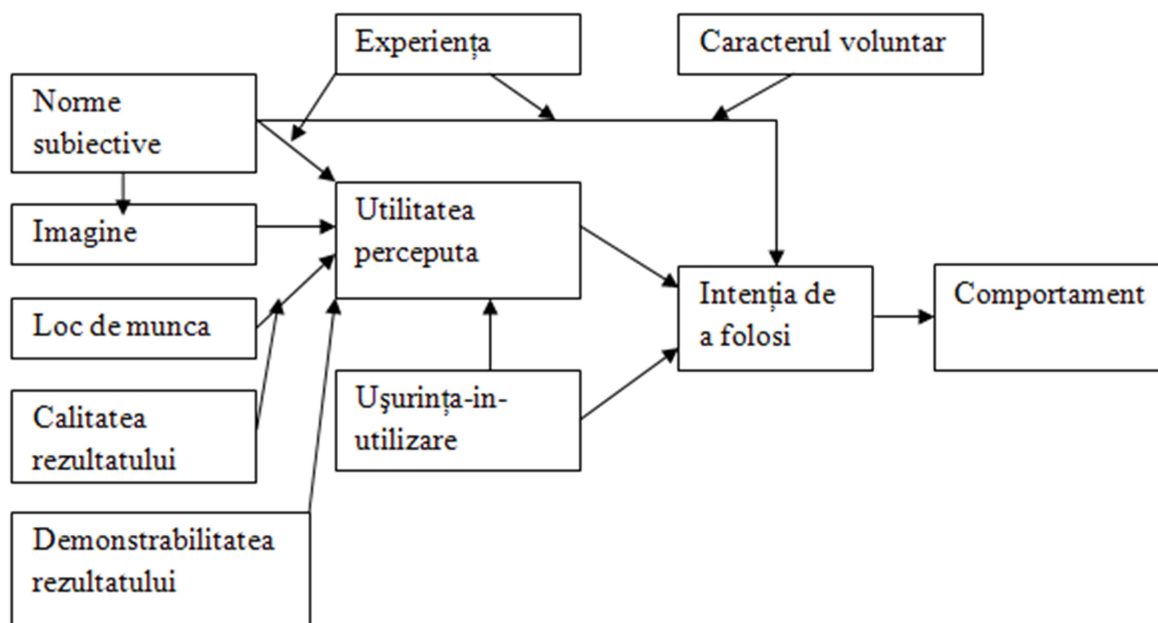


Figura 2.4 Modelul Acceptării Tehnologiei 2 (Venkatesh și Davis, 2000)

Internalizarea convingerii în contextul TAM2, are loc atunci când un coleg de muncă, care deține o anumită expertiză și credibilitate, sugerează un anumit sistem informatic ca fiind util

și individul în cauză ajunge să creadă în utilitatea sistemului și să îl folosească (Venkatesh și Davis, 2000, p. 187). Identificarea presupune ca individul să răspundă influențelor sociale datorită convingerii că un anumit sistem îi va conferi sau îi va menține o imagine favorabilă în cadrul grupului de referință (Venkatesh și Davis, 2000, p. 187).

Venkatesh și Davis teoretizează patru procese cognitive instrumentale, și anume: **relevanța locului de muncă** definită ca fiind măsura în care noua tehnologie este aplicabilă locului de muncă (Venkatesh și Davis, 2000, p. 191), **calitatea rezultatului**, definită drept capacitatea tehnologiei de a produce un rezultat calitativ (Venkatesh și Davis, 2000, p. 191), **demonstrabilitatea rezultatului**, definit drept tangibilitatea rezultatului (Venkatesh și Davis, 2000, p. 192).

În acest context, **caracterul voluntar și experiența** au rol moderator.

Încorporând atât influența socială cât și procesele cognitive instrumentale, TAM2 este capabil de a explica între 37% și 52% din variația intenției de a utiliza un anumit sistem informațional (Venkatesh și Davis, 2000, p. 195). Corelațiile dintre intenția declarată și utilizarea efectivă se regăsesc între valorile 0.44 și 0.57 pentru toate cele patru studii longitudinale (Venkatesh și Davis, 2000, p. 195).

Un număr mare de cercetători au încorporat Modelul Acceptării Tehnologiei sau variațiuni ale acestuia, pentru a studia acceptarea diverselor tehnologii informaționale precum poșta electronică, procesoare de text și diverse aplicații software, dovedindu-se a fi un model viabil și robust (Vijayasarathy, 2004, p. 749). Cu toate acestea, cercetătorii au încorporat variabile adiționale modelului inițial pentru a a-i crește puterea predictivă.

2.2.5 Limite ale Modelului Acceptării Tehnologiei

În pofida faptului că au existat numeroase alte studii care au confirmat puterea predictivă a TAM, Chuttur M. (2009) clasifică limitele Modelului Acceptării Tehnologiei în trei categorii:

- Limite ale metodologiei folosite
- Limite ale variabilelor și relațiilor dintre acestea
- Limite ale fundației teoretice ce a stat la baza dezvoltării modelului

Conform lui Chuttur M. (2009), cea mai des întâlnită critică împotriva Modelului Acceptării Tehnologiei, este reprezentată de datele privind utilizarea sistemului informațional. Acestea au fost comunicate de către subiecții studiului, pe baza unui evaluări proprii, subiective și nu reprezintă date reale, bazate pe utilizarea efectivă a sistemului informațional. O altă critică se referă la eșantionul folosit, reprezentat de studenți, eșantion nereprezentativ pentru întreaga

populație (Chuttur,2009, p. 16). Nu în ultimul rând, modelul TAM a fost folosit pentru a prezice utilizarea voluntară a sistemului informațional, neglijând acele cazuri când în câmpul muncii, utilizarea un sistem informațional este obligatorie, Chuttur M. bazându-și argumentul pe studiul lui Lee și alții, 2003 (Chuttur,2009, p. 16).

Chuttur M. (2009) face referire la criticile aduse de Yang și Yoo (2003), care propun reintroducerea variabilei 'atitudine' în model, cu cele două constructe ale sale 'atitudine afectivă' și 'atitudine cognitivă'. Autorul face referire la studiul lui Burton-Jones și Hubona (2006) care demonstrează existența unor factori externi, precum experiența în folosirea sistemului, nivelul educației și vârstă, care au o influență directă asupra utilizării sistemului informațional. (Chuttur,2009, p. 16).

Chuttur M. face referire și la studiul lui Bagozzi (2007) care pune la îndoială relația existentă între intenția de a utiliza sistemul informațional și utilizarea concretă a acestuia, susținând că este posibil ca intenția să nu fie un factor suficient de reprezentant pentru predicția utilizării sistemului informațional. (Chuttur,2009, p. 16-17).

2.2.6 Modelul Acceptării Tehnologiei în studiul adoptării diverselor dispozitive

Modelul Acceptării Tehnologiei reprezintă punctul de plecare al multor studii ale adoptării diverselor sisteme și dispozitive.

De exemplu, Perju-Mitran ș.a. (2020) au testat modelul TAM asupra adoptării tehnologiei eCall. Pornind de la necesitatea de a determina în ce măsură publicul țintă, format din proprietari și / sau utilizatori de vehicule rutiere, este pregătit să cumpere și să utilizeze dispozitivul eCall IVS. Adoptarea dispozitivului a trebuit studiată din punct de vedere al consumatorului pentru a determina motivele pentru care unele persoane adoptă utilizarea dispozitivelor eCall, în timp ce altele le resping.

O conexiune directă și pozitivă între atitudinea consumatorilor față de eCall IVS și intenția comportamentală a fost demonstrată prin analiza legăturilor directe. Rezultatele obținute au arătat că intenția de a cumpăra / utiliza IVS depinde de măsura în care cred că eCall IVS este o idee bună, benefică, are sens și reprezintă o decizie înțeleaptă.

O conexiune directă și pozitivă între utilitatea percepută și intenția comportamentală a fost demonstrată prin analiza legăturilor directe în modelarea ecuațiilor structurale. Cu cât șoferul percepe o utilitate mai mare a eCall IVS, economisind timp în caz de urgență, ajutându-l să acționeze corespunzător în caz de coliziune / accident de mașină și îi este oferit un sentiment de siguranță, cu atât manifestă mai mult intenția de a-l folosi/cumpăra.

Variabilele independente, precum credibilitatea, încrederea, riscul și utilizarea Internetului influențează intenția de a adopta o tehnologie, în această ordine (Said, 2011). Studiul indică un coeficient de legătură puternic între utilitatea percepută și intenție, $\beta=0.35$ dar și între ușurința în utilizare și intenție $\beta=0.174$, susținând astfel ipotezele originale TAM.

Chen Lei-da și alții (2002) au introdus conceptul de **compatibilitate** în modelul TAM original, concept specific Teoriei Difuzării Inovației (DOI). Conceptul nou introdus se referă la compatibilitatea dintre inovație pe de-o parte, reprezentată în acest caz de dispozitiv, și valori, convingeri actuale ale consumatorului, și nevoi, pe de altă parte (Chen ș.a., 2002, p. 708).

Utilitatea percepută, concept preluat din TAM, reprezintă percepția subiectivă a utilizatorului cum că prin utilizarea dispozitivului se poate crește calitatea operațiunilor de salvare. Cât despre **ușurința-în-utilizare**, concept al TAM, utilizatorul se așteaptă că utilizarea dispozitivului să se producă fără eforturi din partea acestuia. **Intenția** reprezintă disponibilitatea utilizatorului de a utiliza dispozitivul iar **utilizarea curentă** reprezintă frecvența utilizării, într-o perioadă de timp (Chen ș.a., 2002, p. 709).

În plus față de cele două variabile independente ale modelului TAM, și anume utilitatea percepută și ușurința-în-utilizare, Vijayasathy Leo R. (2004) încorporează **convingerile normative**, un concept al Teoriei Acțiunii Motivate, **auto-eficacitatea**, un concept al Teoriei Comportamentului Planificat și trei convingeri ale consumatorilor, relevante pentru intenția de a adopta o tehnologie: conceptul de **compatibilitate** caracteristic Teoriei Difuzării Inovației, reprezentând compatibilitatea adoptării noii tehnologii cu valorile și nevoile individului, conceptul de confidențialitate, reprezentând măsura în care individul este de părere că a deține dispozitivul nu este echivalent cu a-și compromite viața să privată și conceptul de **securitate**.

În plus, **credințele normative**, sunt incluse în model pentru a oferi o perspectivă integrată asupra setului complex de factori care pot juca un rol semnificativ în estimarea intenției consumatorului. **Auto-eficacitatea** este definită ca fiind capacitatea unui individ de a-și autoevalua abilitățile pentru a putea utiliza tehnologia (Vijayasathy, 2004, p. 750-751).

2.3 Teoria Comportamentului Planificat

Teoria Comportamentului Planificat (Theory of Planned Behavior) a fost introdusă de Ajzen Icek în 1985, unul din dezvoltatorii Teoriei Acțiunii Motivate. Pornind de la Teoria Acțiunii Motivate, TPB dezvoltă modelul inițial prin adăugarea variabilei de “**control comportamental perceput**”, obținându-se astfel o teorie ce explică comportamentul uman în

contexte specifice, cum ar fi acela în care individul nu deține control absolut asupra comportamentului său (Ajzen, 1991, p. 181).

2.3.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Comportamentului planificat

Așa cum însuși autorul teoriei specifică, Teoria Comportamentului Planificat este o extensie a Teoriei Acțiunii Motivate. Teoria Comportamentului Planificat, abreviată TPB, extinde Teoria Acțiunii Motivate, introducând o nouă variabilă, și anume controlul comportamental perceput, restul variabilelor rămânând neschimbate.

Teoria Comportamentului Planificat s-a dezvoltat ca o necesitate de a îmbunătăți modelul inițial, luând în considerare acele situații în care individul nu deține un control volițional complet (Ajzen, 1991, p. 181)

Sunt anumite situații, în care un anumit comportament depinde într-o măsură sau alta de factori non-motivaționali precum disponibilitatea oportunităților și a resurselor (timp, bani, cooperare din partea celorlalți etc.) (Ajzen, 1991, p. 182).

Ajzen Icek (1991) specifică faptul că acești factori reprezintă tocmai gradul real de control asupra comportamentului. Relația dintre intenție și controlul comportament este fundamentată teoretic în baza unor studii anterioare.

2.3.2 Variabile ale Teoriei Comportamentului Planificat

La fel ca și în Teoria Acțiunii Motivate, intenția de a se comporta într-un anumit fel rămâne un factor central în determinarea comportamentului actual. **Intențiile** de a adopta un anumit comportament, captează toți factorii motivaționali care influențează un anumit comportament. Cu cât intenția de a se angaja într-un anumit comportament este mai mare, cu atât este mai probabil ca acel comportament să se realizeze (Ajzen, 1991, p. 181).

Atitudinea față de un anumit comportament se referă la evaluarea favorabilă sau nefavorabilă față de acel comportament (Ajzen, 1991, p. 188). **Normele subiective**, la fel ca și în Teoria Acțiunii Motivate, se referă la presiunea socială asupra adoptării unui comportament sau asupra respingerii acestuia (Ajzen, 1991, p. 183).

Controlul comportamental perceput se referă fie la ușurința, fie la dificultatea de a adopta un anumit comportament și este determinat atât de experiențe trecute, cât și de impedimente sau obstacole anticipate (Ajzen, 1991, p. 183).

Viziunea lui Ajzen asupra controlului comportamental perceput este compatibilă cu viziunea lui Bandura (1982) asupra conceptului de „eficacitate personală percepută”, care presupune că variabila comportament este puternic influențată de încrederea în propriile abilități necesare efectuării unei anumite activități (Ajzen, 1991, p. 183).

Autorul justifică această abordare a conceptului de ‚control comportamental perceput’ pe baza a două judecăți care susțin ipoteza:

- În condițiile în care intenția este constantă, efortul de a realiza o anumită activitate crește când individul percepe un nivel ridicat al controlului. Autorul dă și un exemplu practic, cazul a doi indivizi cu intenții la fel de puternice de a învăța să schieze, cel cu o mai puternică încredere în propriile forțe având mai multe șanse de a-și îndeplini obiectivul.
- A doua judecată pornește de la faptul că variabila de control comportamental perceput poate fi folosită drept un substituent al măsurii controlului actual, fapt ce depinde de acuratețea percepțiilor.

2.3.3 Schema Teoriei Comportamentului Planificat

În cadrul TPB (Ajzen, 1991), comportamentul actual este determinat de **intenția comportamentală** și **controlul comportamental perceput**. Intenția comportamentală este determinată de trei factori: atitudine, norme subiective și controlul perceput. Fiecare factor la rândul său este determinat de o serie de convingeri și evaluări. Importanța relativă a atitudinii, a normelor subiective și a controlului comportamental perceput, variază în funcție de tipul de comportament și situații (Ajzen, 1991, p. 188).

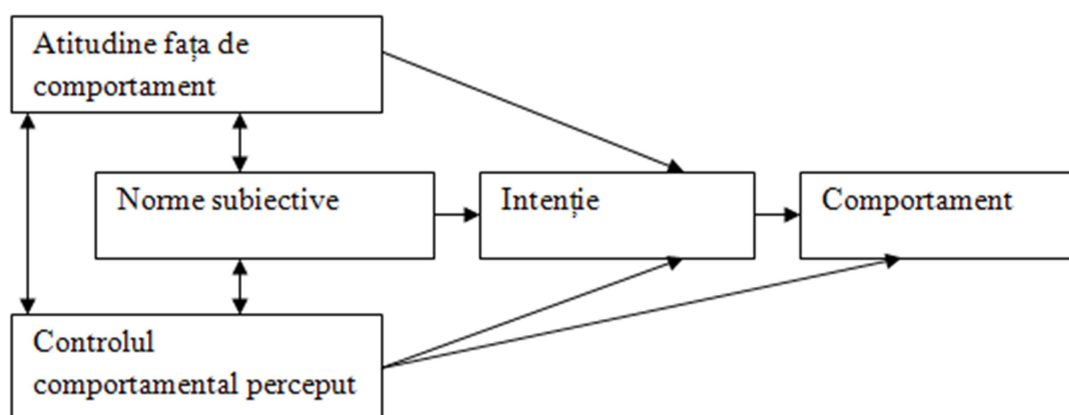


Figura 2.5 Teoria Comportamentului Planificat (Ajzen, 1991)

2.3.4 Dezvoltarea Teoriei Comportamentului Planificat

În 1995, Taylor și Todd dezvoltă Teoria Comportamentului Planificat prin descompunerea atitudinii, normelor subiective și a controlului comportamental perceput, de unde și numele modelului “Teoria Descompusă a Comportamentului Planificat”, (Decomposed Theory of Planned Behavior), abreviată DTPB. Prin Teoria Descompusă a Comportamentului Planificat, capacitatea de a explica intențiile comportamentale este crescută iar modelul capătă o mai mare acuratețe.

Taylor și Todd sugerează faptul ca un set de convingeri ale dimensiunii ,atitudine’ pot fi desprinse din literatura de specialitate ce studiază inovațiile, făcând referire la cele cinci caracteristici ale inovației din studiul lui Rogers (1995), dintre care trei, **avantajul relativ**, **complexitatea** și **compatibilitatea**, au legătură directă cu adoptarea deciziilor, în general, și a tehnologiei informaționale, în special (Taylor și Todd, 1995, p. 151).

Taylor și Todd definesc avantajul relativ ca fiind „măsura în care o inovație oferă beneficii care le înlocuiesc pe cele ale inovației precursoare și poate încorporează factori precum beneficii economice, amplificarea imaginii, conveniența și satisfacție” (Taylor și Todd, 1995, p. 151). Conceptul de avantaj relativ din Teoria Descompusă a Comportamentului Planificat, este analogul conceptului de „utilitate percepută” din Modelul Acceptării Tehnologiei.

Taylor și Todd definesc **complexitatea** ca fiind „măsura în care inovația este percepută ca fiind greu de înțeles, greu de învățat sau operat”. Din nou, conceptul de ,complexitate’ își găsește echivalent în Modelul Acceptării Tehnologiei, ca fiind „ușurința-în-utilizare” (Taylor și Todd, 1995, p. 151).

Compatibilitatea, este definită ca fiind „măsura în care inovația se potrivește cu valorile existente, experiența anterioară și nevoile curente ale potențialului utilizator” (Taylor și Todd, 1995, p. 151). Compatibilitatea nu are echivalent în Modelul Acceptării Tehnologiei.

Bazându-și decizia pe cercetări anterioare, Taylor și Todd, descompun convingerile normative în grupuri de referință relevante, în funcție de fiecare studiu în parte. (Taylor și Todd, 1995, p. 152).

Descompunerea variabilei ,**control comportamental perceput**’ își are originea în diferențierea făcută de Ajzen în cele două studii ale sale din 1985 și 1991, între noțiunea internă de control sau ,**eficacitatea personală**’ a lui Bandura, și constrângerile de natură externă, similare conceptului de ,**factori de facilitare**’. Prima componentă a variabilei de control comportamental perceput este legată de abilitatea percepută de către individ, iar a doua componentă, factorii de facilitare, presupune existența a două dimensiuni: o dimensiune legată de resurse, precum timp, bani, iar cealaltă reprezintă chestiuni legate de compatibilitatea tehnologică (Taylor și Todd, 1995, p. 152-153).

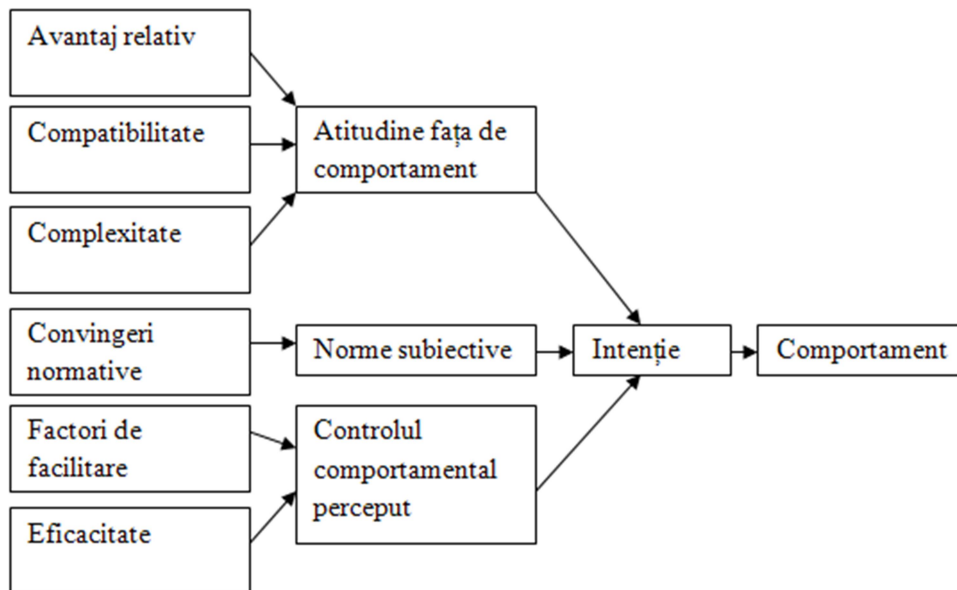


Figura 2.6 Teoria Descompusă a Comportamentului Planificat (Taylor și Todd, 1995)

Teoria comportamentului planificat a fost folosită pentru explica și previziona diverse tipuri de comportament, precum comportamentul de cumpărare online și comportamentul ecologic al consumatorilor, dar și comportamentul față de o cauză (Șerban ș.a., 2012).

2.4 Teoria difuzării inovației

Difuzia, sau difuzarea, termen ce poate fi tradus și prin penetrație sau răspândire, reprezintă “procesul prin care o inovație este comunicată prin anumite canale, de-a lungul unei perioade de timp, între membrii unu sistem social” (Rogers, 1995, p. 11).

Cercetătorii au fost interesați să înțeleagă și să previzioneze modul cum o inovație este adoptată și răspândită de către indivizi, dezvoltându-se astfel teorii ale difuzării inovației. Dintre acestea se remarcă Teoria Difuzării Inovației (Diffusion of Innovation Theory, abreviată DOI), propusă de Everett Rogers (1995).

2.4.1 Fundamente teoretice ale Teoriei Difuzării Inovației

Cercetările în domeniul difuzării inovației își au începutul în perioada 1940-1950, într-o serie de studii independente, mare parte a eforturilor de difuzare a inovațiilor concentrându-se asupra fermierilor și a populației rurale. În 1962, Rogers Everett M. publică prima carte din

domeniul “Difuzarea Inovației” în care descrie un model general al difuzării (Rogers, 2003, p. 39).

Rogers Everett M îl amintește pe Gabriel Tarde, unul din străbunii sociologiei și psihologiei sociale, alături de “legile imitației” propuse de acesta (Rogers, 2003, p. 39). Tarde observă că procesul de imitare a unei noi idei are forma literei S. Conceptul de „imitare” a lui Tarde, este echivalentul conceptului de „adoptare” din literatura de specialitate din perioadă contemporană (Rogers, 2003, p. 41).

2.4.2 Elementele principale ale Difuzării inovației

Cele patru elemente de bază a difuzării inovației, regăsite în orice cercetare a difuzării sunt: inovația, canalele de comunicare, timpul și sistemul social (Rogers, 2003, p. 11).

Inovația este „o idee, o practică sau un obiect care este perceput ca fiind nou de către un individ sau o altă unitate de adoptare” (Rogers, 2003, p. 12). Autorul ține să precizeze faptul că percepția asupra noutății inovației este subiectivă, menționând „Dacă o idee pare noua pentru un individ, atunci este o inovație” (Rogers, 2003, p. 12).

Canalul de comunicare reprezintă „modul prin care mesajele ajung de la un individ la altul” (Rogers, 2003, p. 18). Autorul precizează că modul cel mai eficient de a informa audiența asupra unei inovații este dat de canalele mass-media.

Dimensiunea **timp** este implicată în procesul de difuzie al inovației prin care un individ transmite primele cunoștințe despre o inovație prin adoptarea sau respingerea acesteia. Se referă de asemenea la răspunsul imediat sau întârziat cu care individul adopta inovația în comparație cu alți membri ai sistemului social și la rata de adoptare în sistem, măsurată ca numărul membrilor din sistem care au adoptat inovația într-o perioadă de timp dată (Rogers, 2003, p. 20).

Inovația se răspândește în cadrul unui **sistem social** definit de către Rogers, ca fiind „o graniță în sine, în care se produce difuzia inovației” (Rogers, 2003, p. 24).

2.4.3 Procesul difuzării inovației

Procesul difuzării inovației este procesul prin care un individ trece prin cinci etape, începând cu primele cunoștințe dobândite despre inovație, trecând la formarea unei atitudini față de inovație, ajungându-se la decizia de a adopta sau respinge inovația, până la implementarea noii decizii și confirmarea acesteia (Rogers, 2003, p. 168).

Este de precizat faptul că, pe parcursul procesului în care individul se confruntă cu o serie de alegeri și decizii, acesta are de-a face cu incertitudinea dată de noutatea inovației (Rogers, 2003). Conform lui Rogers E. există cinci etape prin care se răspândește o inovație, și anume (Rogers, 2003, p. 168):

- **cunoaștere**, etapă în care individul nu deține toate informațiile despre inovație ci doar este expus la aceasta;
- **persuasiunea**, etapă în care individul începe să caute informații și să dobândească cunoștințe despre inovație;
- **decizia**, etapă în care individul decide dacă va adopta sau va respinge inovația;
- **implementarea**, etapă în care individul pune ideea în practică;
- **confirmarea**, o ultimă etapă în care individul ia decizia să continue a utiliza inovația.

În etapa cunoașterii, acționează atât variabilele ale receptorului cât și variabilele ale sistemului social. Din **categoria variabilelor receptorului fac parte**: caracteristicile personale ale individului, precum atitudinea generală față de schimbare, caracteristici sociale (cosmopolitanism), nevoia percepută față de inovație etc. Din categoria **variabilelor specifice sistemului social** s-a făcut referire la: normele sociale, toleranță față de deviație, integrarea comunicării.

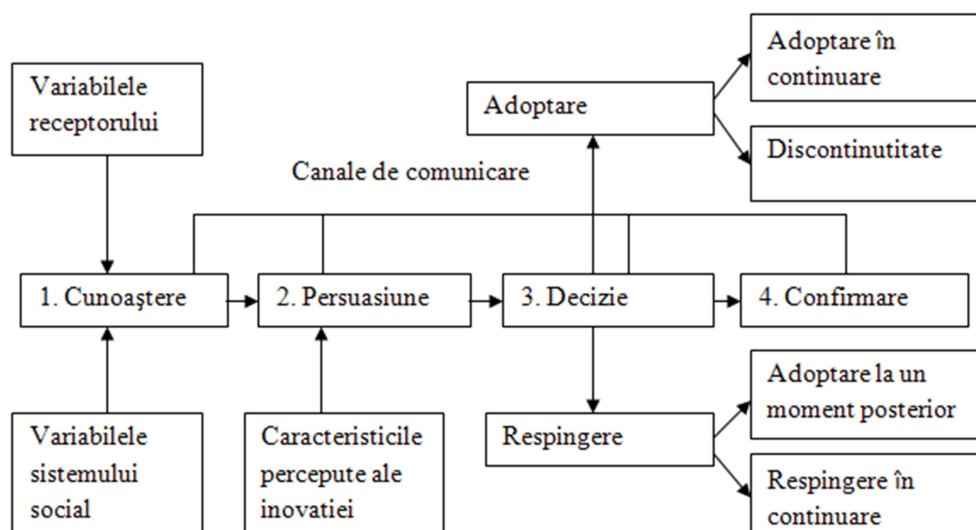


Figura 2.7 Teoria Difuzării Inovației (Rogers, 1995)

Atât expunerea la inovație cât și caracteristicile percepute ale inovației, influențează etapa de persuasiune. Printre **caracteristicile inovației**, se numără: avantajul relativ, compatibilitatea, triabilitatea și observația (Rogers, 1995, p. 250-251):

- **avantajul relativ** reprezintă gradul în care o inovație este percepută ca fiind o amplificare sau îmbunătățire a ofertei curente;
- **compatibilitatea** se referă la măsura în care inovația este percepută ca fiind compatibilă cu obiceiurile și practicile potențialilor indivizi ce o vor adopta;
- **complexitatea** se referă la măsura în care o inovație este percepută ca fiind greu, dificil de folosit;
- **observația** se referă la gradul în care rezultatele inovației pot fi observate de către ceilalți;
- **triabilitatea** reprezintă gradul în care o inovație a fost suficient de testată înainte ca aceasta să fie adoptată.

2.4.4 Dezvoltarea Teoriei Difuzării Inovației

În 1991, Moore și Benbasat extind cadrul Teoriei Difuzării Inovației, adăugând alte caracteristici ale inovației, pe lângă cele cinci: avantaj relativ, compatibilitate, complexitate, observație și triabilitate ale lui Rogers. Pe baza studiului literaturii de specialitate, Moore și Benbasat, identifică alte două variabile cu rol important în procesul de luare a deciziei de a adopta inovația (Moore și Benbasat, 1991, p. 195):

- **Imagine**, definită ca fiind ‚gradul în care utilizarea unei inovații este percepută ca având un efect pozitiv asupra amplificării imaginii personale sau a statusului într-un sistem social’. Adăugarea acestei variabile își găsește fundament teoretic în studiul lui Rogers, care certifică faptul că o capacitate a inovației de a potența imaginea și statusul individului reprezintă una dintre cele mai puternice motivații de a adopta acea inovație. Spre deosebire de Rogers, care include variabila ‚imagine’ în conceptul de ‚avantaj relativ’, Moore și Benbasat o încadrează separat în categoria variabilelor ce țin de caracteristicile inovației.
- **Caracterul voluntar al utilizării**, reprezentând măsura în care utilizarea inovației se face voluntar, cu bună-voință. Moore și Benbasat justifică adăugarea acestei variabile pentru a lua în considerare acele cazuri în care utilizarea unei inovații, spre exemplu, la locul de muncă inovația nu are caracter voluntar, ci este impusă de conducere.

Pe lângă cele două concepte de mai sus, Moore și Benbasat (1991) păstrează trei concepte ale lui Rogers: **avantaj relativ, compatibilitate și triabilitate.**

Caracteristica **ușurința-în-utilizare** este strâns legată de variabila complexitate a lui Rogers și variabila cu același nume, din Modelul Acceptării Tehnologiei a lui Davis.

Capacitatea rezultatului de a fi demonstrabil și vizibilitatea, sunt derivate din conceptul de observație, a lui Rogers. Capacitatea rezultatului de a fi demonstrabil este definită ca fiind tangibilitatea rezultatelor adoptării unei inovații iar vizibilitatea arată măsura în care potențialii utilizatori ai inovației, o percep pe aceasta că fiind vizibilă în contextul adoptării (Moore și Benbasat, 1991).

2.5 Alte teorii și modele utilizate în adoptarea tehnologiilor

2.5.1 Teoria Așteptărilor Infirmate

Teoria Așteptărilor Infirmate (Oliver, 1980), a fost adoptată în domeniul adoptării sistemelor informatice datorită puterii predictive a așteptărilor asupra performanței percepute, infirmării așteptărilor, satisfacției și intențiilor de a continua utilizarea sistemelor informatice (Bhattacharjee și Premkumar, 2004).

Utilizatorii unei tehnologii își formează inițial anumite **așteptări** și **convingeri**. După ce utilizează tehnologia în cauză, aceștia își formează niște percepții despre performanța acesteia și le compară pe acestea din urmă cu așteptările din faza inițială, proces cunoscut sub denumirea de **infirmare a așteptărilor**.

O infirmare a așteptărilor pozitivă înseamnă că performanța reală a tehnologiei a fost mai ridicată decât așteptările inițiale. Cu cât performanța actuală este mai ridicată decât așteptările inițiale, cu atât **satisfacția** este mai mare (Bhattacharjee și Premkumar, 2004, p. 249). Din schema Teoriei Așteptărilor Infirmate fac parte cele patru variabile: așteptări, performanța percepută, disconfirmarea și satisfacția:

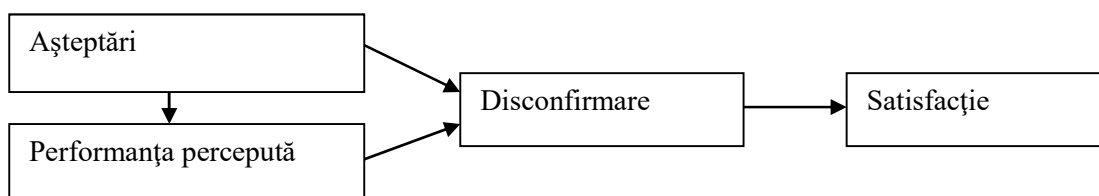


Figura 2.8 Teoria Așteptărilor Infirmate (Oliver, 1980)

Teoria Așteptărilor Infirmate este folosită intens în cercetările științifice pentru a explica și preziona satisfacția consumatorului și intenția de a continua să cumpere, să utilizeze un anumit produs sau sistem informatic (Liao ș.a., 2010, p.54). Satisfacția resimțită de către consumatori determină într-o mare măsură intenția de a utiliza din nou o tehnologie.

Aceleași rezultate sunt susținute și de studiul lui Chen Y.Y. (2000): cel mai puternic predictor al intenției este utilitatea percepută, urmată de satisfacție. Mai mult, cel mai important predictor al satisfacției este reprezentat de confirmarea așteptărilor, urmat de utilitatea percepută (Chen, 2010, p. 18).

2.5.2 Teoria Costurilor Tranzacției

O tranzacție presupune costuri în termeni de informare, negociere și de executare a tranzacției. Aceste costuri poartă denumirea de **costuri ale tranzacției** (Liang și Huang, 1998, p. 31). Cu cât costurile tranzacției sunt mai mici, cu atât indivizii sunt dispuși a încheia acea tranzacție. Costurile tranzacției, în viziunea lui Liang și Huang (1998) sunt determinate de variabile precum: incertitudine și specificitatea bunului. Reducerea incertitudinii reprezentând o modalitate de a reduce costurile tranzacției.

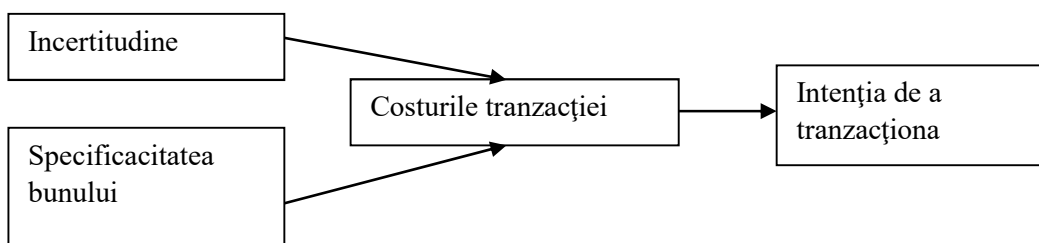


Figura 2.9 Teoria Costurilor Tranzacției (Liang și Huang, 1998)

Incetitudinea în privința produsului măsoară dificultatea percepută în constatarea calității produsului achiziționat înainte că acesta să fie comandat (Teo, 2004, p. 67). Consumatorii se întreabă deseori dacă produsul va corespunde așteptărilor în privința calității și această incertitudine este privită ca un cost al tranzacției în viziunea lui Teo (2004).

2.5.3 Teoria fluxului

În studiul factorilor ce influențează comportamentul de adoptare a unei noi tehnologii se poate face referire și la **teoria fluxului** „Flow Theory”. Introdus pentru prima dată de M. Csikszentmihalyi, „**fluxul**” este o stare de spirit experimentată de către persoanele fizice pe deplin implicate într-o activitate plăcută (Pace, 2004, p. 329).

Fluxul are mai multe dimensiuni, printre care: bucuria descoperirii, conștientizarea redusă a factorilor irelevanți, un sens deformat al timpului, o fuziune a acțiunii cu gradul de

conștientizare, un sens al controlului, o stare de alertă mentală și teleprezența (Pace, 2004, p. 329).

Principalele variabile care afectează în mod direct fluxul sunt: aptitudinile, controlul în timpul interacțiunii, provocarea și excitarea senzorială, teleprezența și distorsiuni ale timpului (Novak ș.a., 2004, p. 26).

Urmând aceeași cale, Lin și Ewing (2009) propun un termen mai larg decât fluxul, concept care afectează experiența: „**distracția**”. Distracția are trei dimensiuni: angajarea într-o activitate (legată puternic de concentrare), un efect pozitiv (legat puternic de sentimentele de plăcere, fericire), precum și îndeplinirea unor nevoie sau dorințe (Lin și Ewing, 2009, p. 40).

Spre deosebire de aceste rezultate, au existat și studii care au infirmat influența plăcerii resimțite asupra deciziei de a cumpăra. Spre exemplu, studiul lui Liu și Forsythe postulează faptul că plăcerea resimțită afectează doar procesul de căutare a informațiilor despre produse, nu și decizia de a cumpăra (Liu și Forsythe, 2010, p. 97).

2.5.4 Modelul Utilizării Calculatorului Personal

Modelul Utilizării Calculatorului Personal a fost adaptat de către Thompson și alții (1991) din Teoria Comportamentului Uman a lui Triandis (1971). În Modelul Utilizării Calculatorului Personal, șase factori au o influență semnificativă asupra comportamentului:

- **Compatibilitatea cu locul de muncă**, definit ca fiind măsură în care individul crede că utilizarea Calculatorului Personal îi va spori performanța la locul de muncă (Thompson ș.a., 1991, p. 129).
- **Complexitatea**, definită ca măsura în care utilizarea Calculatorului Personal este percepută ca fiind relativ dificilă și greu de înțeles (Thompson ș.a., 1991, p. 128).
- **Consecințele pe termen lung**, definite ca acele rezultate ce oferă o răsplată în viitor (Thompson ș.a., 1991, p. 129).
- **Percepția asupra utilizării**, definită ca suma sentimentelor de plăcere, exaltare, bucurie sau tristețe, dezgust, nemulțumire, ură asociate cu o anumită acțiune, și anume utilizarea Calculatorului Personal (Thompson ș.a., 1991, p. 127).
- **Factorii sociali**, se referă la internalizarea culturii grupurilor de referință ale individului și la anumite acorduri interpersonale specifice în care individul se angajează în situații sociale specifice (Thompson ș.a., 1991, p. 126).
- **Factorii de facilitare**, factori ce oferă sprijin în utilizarea sistemului (Thompson ș.a., 1991, p. 129).

2.5.5 Teoria Social Cognitivă

Teoria Social Cognitivă, introdusă pentru prima dată de Bandura în 1977, reprezintă una dintre cele mai puternice teorii ale comportamentului uman acceptată, testată și validată empiric la nivel de comunitate științifică (Compeau și Higgins, 1995, p. 189).

Teoria social cognitivă pornește de la premisa că influențele mediului, precum presiunea socială sau anumiți factori situaționali, factori cognitivi și personali, printre care se numără și personalitatea precum și caracteristicile demografice ale consumatorului, și comportamentul sunt determinați reciproc (Compeau și Higgins, 1995, p. 189).

Relațiile dintre aceste variabile formează ceea ce Bandura denumește „**reciprocitate triadică**” (Figura 2.10).

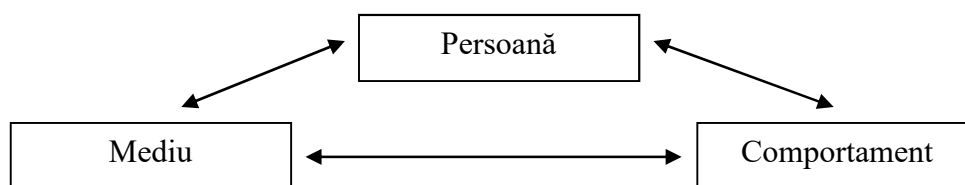


Figura 2.10 Reciprocitate triadică (Compeau și Higgins, 1995)

Teoria Social Cognitivă a lui Bandura suportă numeroase dimensiuni. Compeau și Higgins (1995) selecționează rolul factorilor cognitivi asupra comportamentului individului.

Bandura (1997) identifică două tipuri de așteptări ca fiind principale forțe ce ghidează comportamentul:

- **Așteptările în privința rezultatelor:** Este mai probabil ca un individ să se angajeze într-un anumit comportament atunci când acesta crede că rezultatul comportamentului va avea consecințe pozitive (Compeau și Higgins, 1995)
- **Eficacitate personală.** Percepțiile individului referitoare la propriile abilități de a se comporta într-un anumit fel, influențează alegerile comportamentale (Compeau și Higgins, 1995).

Modelul lui Compeau și alții (1999) intenționează să explice și să previzioneze utilizarea Calculatorului Personal. Acesta este compus din cinci variabile principale: așteptări asupra rezultatelor în termeni de performanță, așteptări personale asupra rezultatelor (de pildă, stima de sine și sentimentul de împlinire), eficacitatea personală (abilitatea individului de a duce la bun sfârșit o sarcină), afect (atitudinea favorabilă față de utilizarea Calculatorului Personal),

anxietate (reacții emoționale de anxietate atunci când vine vorba de a folosi PC-ul) (Compeau ș.a., 1999, p. 147).

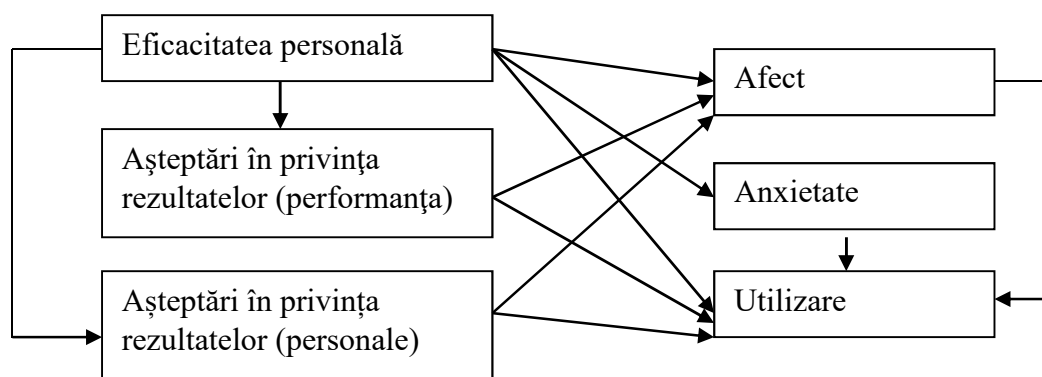


Fig. 2.10. Modelul lui Compeau și alții (Compeau ș.a., 1999)

2.5.6 Modelul Motivațional

O mare parte a cercetărilor din domeniul psihologiei se bazează pe studiul motivațiilor pentru a explica un anumit tip de comportament. Teoria motivațională este introdusă în studiul adoptării sistemelor informaționale de către Davis ș.a. (1992). Aceștia descompun motivația în:

- **Motivație extrinsecă**, definită ca motivația utilizatorilor de a utiliza un sistem informațional pentru că îl percep ca fiind esențial în obținerea de rezultate valoroase, rezultate diferite față de însăși activitatea respectivă, precum: o mai bună performanță în îndeplinirea sarcinilor de lucru, salarii mai mari, promovare într-o funcție superioară etc. (Davis ș.a., 1992, p. 1112),
- **Motivație intrinsecă**, este definită ca dorința utilizatorilor de a desfășura o activitate fără nici o altă motivație aparentă decât cea de a desfășura activitatea în sine (Davis ș.a., 1992, p. 1112).

Influența motivațiilor a fost atent studiată în domeniul comportamentului consumatorului. Consumatorii sunt motivați să cumpere datorită beneficiilor pe care le percep: comoditate, economii de timp sau bani, varietate etc.

Comoditatea reprezintă motivul principal pentru care consumatorii aleg să cumpere. Posibilitatea de a face **economii de timp**, reprezintă o altă motivație pentru a cumpăra (Khare și Rakesh, 2011).

2.6 Teoria Unitară a Acceptării și Utilizării Tehnologiei

Cel mai complex model derivat din teoriile și modelele fundamentale este reprezentat de Teoria Unitară a Acceptării și Utilizării Tehnologiei (The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) propusă de Venkatesh și Davis în anul 2003. Abreviat UTAUT, noul model îmbină variabile ale TRA, TAM, TPB, DTPB și DOI.

Venkatesh ș.a. introduc în model patru variabile, ce determină direct intenția de a utiliza un sistem, dar și comportamentul ulterior: așteptările în privința performanței sistemului, efortul depus, influențele sociale și condițiile de facilitare.

Așteptările individului cu privire la performanța sistemului informațional este definită drept modul în care individul crede că utilizarea sistemului îl va ajuta să obțină câștiguri în sarcinile specifice locului de muncă (Venkatesh și Davis, 2003, p. 447).

Așteptările individului cu privire la performanța sistemului se descompune în: **utilitatea percepută** (variabila specifică TAM), motivația extrinsecă (variabila specifică Modelului Motivațional), **compatibilitatea cu locul de muncă** (specifică Modelului Utilizării Calculatorului Personal), **avantajul relativ** (variabila specifică Teoriei Difuzării Inovației) și **așteptările asupra rezultatelor** (variabila specifică Teoriei Sociale Cognitive).

Efortul perceput este definit ca gradul de ușurință asociat cu utilizarea sistemului (Venkatesh și Davis, 2003, p. 450). Efortul perceput cuprinde: ușurința-în-utilizare percepută (specifică TAM), complexitatea (specifică Modelului Utilizării Calculatorului Personal) și ușurința (specifică Teoriei Difuzării Inovației).

Influența socială este definită drept gradul în care individul este influențat de părerea altor persoane importante care cred că el/ea ar trebui să utilizeze sistemul (Venkatesh și Davis, 2003, p. 451).

Influența socială din UTAUT își regăsește corespondent în ‚normele sociale’ din TRA, TAM2, în ‚factori sociali’ din Modelul Utilizării Calculatorului Personal și în ‚image’ din DOI.

Factorii de facilitare (condițiile de facilitare) sunt definite drept percepția individului asupra existenței unei infrastructuri tehnice și organizaționale care să-i permită utilizarea sistemului informațional (Venkatesh și Davis, 2003, p. 453).

Conceputul de ‚factori de facilitare’ include: controlul comportamental perceput (variabila specifică TPB și DTPB), condițiile de facilitare (variabila specifică Modelului Utilizării Calculatorului Personal) și compatibilitate (specifică DOI).

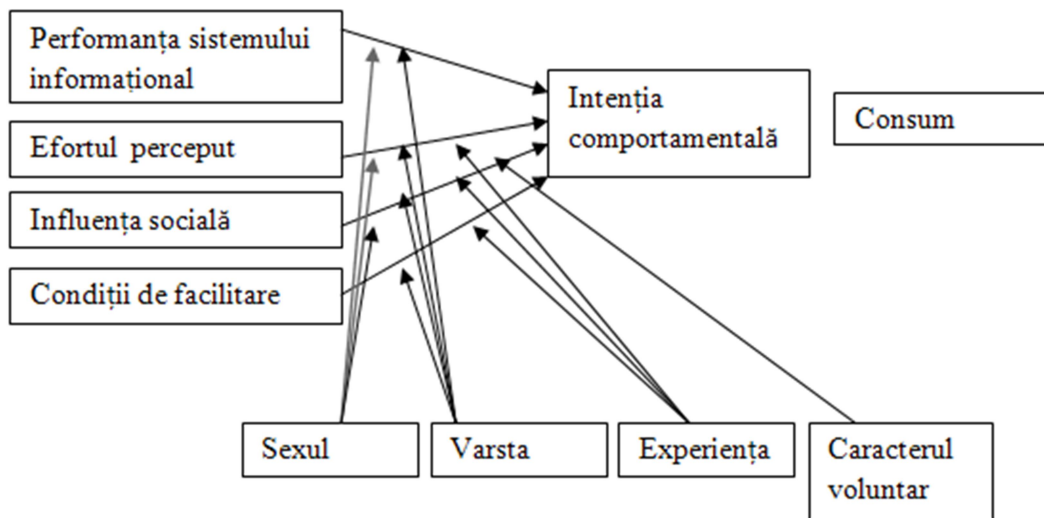


Figura 2.11 Model UTAUT propus de Venkatesh și Davis (Venkatesh și Davis, 2003)

Variabile demografice, precum vârstă, gen, experiență dar și caracterul voluntar al sarcinii moderează impactul celor patru factori determinanți, amintiți anterior.

2.7 Concluzii

Acest capitol reprezintă o trecere în revistă a teoriilor și modelelor fundamentale, pe baza cărora s-au dezvoltat modele de adoptare a unor tehnologii.

S-au abordat teorii specifice psihologiei: Teoria Acțiunii Motivate și Teoria Comportamentului Planificat, Teoria Social Cognitivă, teorii specifice sistemelor informaționale: Modelul Acceptării Tehnologiei, Teoria Difuzării Inovației, Teoria Unitară a Acceptării și Utilizării Tehnologiei dar și teorii specifice marketingului: Teoria Costurilor Tranzacției, Teoria Așteptărilor Disconfirmate și Modelul Motivațional. Toate aceste teorii fundamentale și modele globale au stat la baza, și au făcut posibilă dezvoltarea de scheme și modele derivate, care au fost adaptate specificității studiului comportamentului de adoptare a noilor tehnologii.

Teoriile atitudinale, Teoria Acțiunii Motivate și Teoria Comportamentului Planificat (Fishbein și Ajzen, 1975; Ajzen, 1991) explică comportamentul uman în diferite situații pe bază atitudinii individului față de comportament și a normelor subiective, formate din influența socială provenită din partea membrilor grupurilor de referință ale individului. Individul este o componentă a mediului social și intenția acestuia de a se comporta într-un

anumit mod va depinde de opiniile persoanelor a căror părere o apreciază și de măsura în care individul este dispus să se conformeze părerilor acestor persoane.

Mai mult, Teoria Comportamentului Planificat (Ajzen, 1991) introduce conceptul de control comportamental perceput pentru a explica comportamentul individual în acele situații în care individul nu are control complet volițional asupra comportamentului sau și intenția acestuia de a se comporta de-o manieră sau alta, nu poate fi explicată doar pe baza factorilor motivaționali. Astfel, conceptul de control comportamental perceput reunește factori non-motivaționali cu influență directă asupra intenției comportamentale sau asupra comportamentului efectiv, precum disponibilitatea oportunităților și a resurselor necesare (Ajzen, 1991, p. 182).

Modelul Acceptării Tehnologiei (Davis, 1989; Davis ș.a., 1989) reprezintă cel mai des utilizat cadru conceptual pentru explicarea și previzionarea adoptării unui sistem de către indivizi (Sun și Zhang, 2004). Acesta pornește de la considerentele teoriilor atitudinale, menționate mai sus și identifică două convingeri fundamentale ale indivizilor, în măsură să determine atitudinea acestora față de sistem și intenția de a utiliza sistemul: utilitatea percepută și ușurința-în-utilizare percepută (Davis, 1989; Davis ș.a., 1989).

Pe de altă parte, Modelul Acceptării Tehnologiei este criticat pentru că nu ia în considerare influența socială provenită din partea grupurilor de referință ale individului (Chuttur, 2009). Deseori augmentat cu diverse variabile, Modelul Acceptării Tehnologiei reprezintă unul dintre cele mai des utilizate cadre conceptuale în explicarea comportamentului de cumpărare. În studiul adoptării sistemelor informaționale și a tehnologiei informației, se face adesea referire la Teoria Difuzării Inovației, propusă de Everett Rogers în 1962 (Rogers, 2003).

Cercetătorii au fost interesați să înțeleagă și să previzioneze modul în care o inovație este adoptată și răspândită de către indivizi, făcându-se apel la procesul de difuzare al unei inovații. Caracteristicile inovației, precum: avantajul relativ, echivalent al utilității percepute din cadrul Modelului Acceptării Tehnologiei, complexitatea, echivalent al ușurinței-în-utilizare a sistemului informațional din cadrul Modelului Acceptării Tehnologiei, compatibilitatea, sau măsura în care inovația este percepută ca fiind compatibilă cu obiceiurile și practicile potențialilor indivizi ce o vor adopta (Rogers, 1995), reprezintă variabile utilizate în studiul comportamentului de a cumpăra sau utiliza un nou dispozitiv sau o nouă tehnologie.

Bibliografie

1. Ajzen – Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 32, 2002, pp. 665-683, ISSN: 1559-1816.
2. Ajzen I. – From intentions to actions: A theory of planned behaviour, In J. Kuhl & J. Beckman (Eds.), *Action-control: From cognition to behaviour*, pp. 11-39, Heidelberg, Germany, Springer, 1985.
3. Ajzen I. – The Theory of Planned Behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 50, 1991, pp. 179-211, ISSN: 0749-5978.
4. Ajzen I., Fishbein M. – Attitude-behavior relations: A theoretical analysis and review of empirical research, *Psychological Bulletin*, Vol. 84, 1977, pp. 888-918, ISSN: 0033-2909.
5. Ajzen I., M. Fishbein – The influence of attitudes on behaviour, In D. Albarracín, B. T. Johnson, & M. P. Zanna (Eds.), *The handbook of attitudes*, pp. 173-221, Mahwah, NJ, Erlbaum, 2005.
6. Bandura, A. - Social learning theory. *Englewood Cliffs*, NJ: Prentice Hall, 1997.
7. Bandura, A. – Self-efficacy mechanism in human agency, *American Psychologist*, Vol. 37, 1982, pp. 122 – 147, ISSN: 0003-066X.
8. Bhattacharjee A., G. Premkumar, – Understanding changes in belief and attitude toward information technology usage: A theoretical model and longitudinal test, *MIS Quarterly*, Vol. 28, Nr. 2, 2004, pp. 351-370, ISSN: 0276-7783.
9. Bhattacharjee, A. – Understanding information systems continuance: An expectation confirmation model, *MIS Quarterly*, Vol. 25, Nr. 3, 2001, pp. 351–70, ISSN: 0276-7783.
10. Chen L., M.L. Gillenson, D. L. Sherrell – Enticing online consumers: an extended technology acceptance perspective, *Information & Management*, Vol. 39, Nr. 8, 2002, pp. 705-719, ISSN: 0378-7206.
11. Chen Y.Y. – Confirmation of expectations and satisfaction with the Internet Shopping: The role of internet self-efficacy, *Computer and Information Science*, Vol. 3, Nr. 2, 2010, pp. 14-22, ISSN: 1913-8989.
12. Cheung C.M.K., Zhu L., Kwong T., Chan G.W.W., Limayem M. - Online consumer behavior: A review and agenda for further research, *16th Bled eCommerce Conference eTransformation*, Bled, Slovenia, Iunie 9-11, 2003, pp. 194-218.
13. Cho J. – Likelihood to abort an online transaction: influences from cognitive evaluations, attitudes and behavioral variables, *Information & Management*, Vol. 41, 2004, pp. 827-838, ISSN: 0378-7206.
14. Chuttur M.Y. – Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions, *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, Vol. 9, Nr.37, 2009, pp. 1-22, ISSN: 1535-6078.
15. Compeau D.R., C.A. Higgins – Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test, *MIS Quarterly*, Vol. 19, Nr.2, 1995, pp. 189-211, ISSN: 0276-7783.

16. Compeau D.R., C.A. Higgins, S. Huff – Social Cognitive Theory and individual reactions to computing technology: A longitudinal study, *MIS Quarterly*, Vol. 23, Nr.2, 1999, pp. 145-158 ISSN: 0276-7783.
17. Davis F.D. – Perceived usefulness, perceived ease of use, and use acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, Vol. 13, Nr.3, 1989, pp. 319-340, ISSN: 0276-7783.
18. Davis F.D. – User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioural impacts, *International Journal Man-Machine Studies*, Vol. 38, pp. 475-487, 1993.
19. Davis F.D., R.P. Bagozzi, P.R. Warshaw – Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace, *Journal of Applied Social Psychology*, Vol. 22, Nr. 14, 1992, pp. 1111–1132, ISSN: 1559-1816.
20. Davis F.D., R.P. Bagozzi, P.R. Warshaw – User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models, *Management Science*, Vol. 35, Nr. 8, August 1989, pp. 982-1003, ISSN: 0025-1909.
21. Davis F.D., R.P. Bagozzi, P.R. Warshaw – User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models, *Management Science*, Vol. 35, Nr. 8, August 1989, pp. 982-1003, ISSN: 0025-1909.
22. Fishbein M., I. Ajzen – Belief, attitude, intention, and behaviour: An introduction to theory and research, *Reading, Addison-Wesley*, MA, 1975, ISBN 0-201-02089-0.
23. Hale J.L., B.J. Householder, K.L. Greene – The theory of reasoned action, The persuasion handbook: Developments in theory and practice, *Thousand Oaks, CA: Sage*, 2003 pp. 259-289.
24. Herr P.M. – Whither Fact Artifact, and Attitude: Reflections on the Theory of Reasoned Actions, *Journal of Consumer Psychology*, Vol. 4, Nr. 4, 1995, pp. 371-380, ISSN: 1057-7408.
25. Khare A., S. Rakesh – Antecedents of Online Shopping Behavior in India: An Examination, *Journal of Internet Commerce*, Vol. 10, Nr. 4, 2011, pp. 227-244, ISSN: 1533-2861.
26. Kim D.J., D.L. Ferrin, H.R. Rao – A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk and their antecedents, *Decision Support Systems*, Vol. 44, 2008, pp. 544-564, ISSN: 0167-9236.
27. Liang, T-P., J.S. Huang – An empirical study on consumer acceptance of products in electronic markets: A transaction cost model, *Decision Support Systems*, Vol. 24, 1998, pp. 29-43, ISSN: 0167-9236.
28. Liao C., P. Palvia, H.N. Lin – Stage antecedents of consumer online buying behavior, *Electron Markets*, Vol. 20, 2010, pp. 53-65, ISSN: 1019-6781.
29. Lin A., M. Ewing – Developing a scale to measure the enjoyment, *Journal of Interactive Marketing*, Vol. 22, Nr. 4, 2009, pg. 40-57, ISSN: 1094-9968.
30. Lin H.C., C.L. Wu, J.M. Yang – A productivity Review Study on the Theory of Reasoned Action Literature Using Bibliometric Methodology, 2011 *International Conference on Management and Service Science*, IPEDR, Vol. 8, IACSIT Press, Singapore, 2011, pp. 38-42, ISSN: 2010-4626.

31. Liu C., S. Forsythe – Sustaining online shopping behavior: Moderating role of online shopping motives, *Journal of Internet Commerce*, Vol. 9, Nr. 2, 2010, pp. 83-103, ISSN: 1533-2861.
32. Liu C., S. Forsythe, W. Black – Beyond adoption: sustaining online shopping, *The International Review of Retail, Distribution and Consumer Research*, Vol. 21, Nr. 1, 2011, pp. 71-93, ISSN: 0959-3969.
33. Moore G.C., I. Benbasat – Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation, *Information Systems Research*, Vol. 6, Nr. 2, 1991, pp. 144-176, ISSN: 1047-7047.
34. Oliver R.L – Satisfaction: A behavioral perspective on the consumer (2nd edition), *M.E. Sharpe Inc.*, New York, 2010, ISBN: 978-0-7656-1770-5.
35. Oliver R.L. – A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions, *JMR, Journal of Marketing Research*, Vol. 17, Nr. 3, 1980, pp. 460-469, ISSN: 0022-2437.
36. Pace S. – A grounded theory of the flow experiences of web users, *Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 60, 2004, pp. 327-363, ISSN: 1071-5819.
37. Park H.S, T.R. Levine – The Theory of Reasoned Action and Self-Construal: Evidence from three cultures, *Communication Monographs*, Vol. 66, 1999, pp. 199-218, ISSN: 0363-7751.
38. Perju-Mitran, Alexandra; Zirra, Daniela; Căruțașu, George; Pîrjan, Alexandru; Stănică, Justina-Lavinia. 2020. "Applying the Technology Acceptance Model to Assess the Intention to Use an Aftermarket eCall Based on 112 Device for Passenger Vehicles to Ensure Sustainable Rescue Operations on European Roads." *Sustainability* 12, no. 22: 94.
39. Rogers E.M. – Diffusion of innovations (4th edition), *The Free Press*, New York, 1995, ISBN: 978-002-9266-71-7.
40. Serban C., Iconaru C., Macovei O.I., Perju A. – Modeling Romanian Consumers' Behaviour Case Study: Cause-related Marketing Campaigns, *Research Journal of Recent Studies*, Vol. 1, Nr. 10, 2012, pp. 27-32, ISSN: 2277-2502.
41. Sun H., P. Zhang – A methodological analysis of user technology acceptance, *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Science (HICSS '04)*, Track 8, 2004, ISBN: 0-7695-2056-1.
42. Sun H., P. Zhang – The role of moderating factors in user technology acceptance, *Int. J. Human-Computer*, Vol. 64, 2006, pp. 53-78, ISSN: 1071-5819.
43. Taylor S., P.A. Todd – Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models, *Information Systems Research*, Vol. 6, Nr. 2, 1995, pp. 144-176, ISSN: 1047-7047.
44. Teo T.S.H. – Understanding online shopping behavior using a transaction cost economics approach, *International Journal of Marketing and Advertising*, Vol. 1, Nr. 1, 2004, pp. 62-84.
45. Thompson R.L., C.A. Higgins, J.M. Howell – Personal computing toward a conceptual model of utilization, *MIS Quarterly*, Vol. 15, Nr. 1, 1991, pp. 124-143.
46. Triandis, H. *Interpersonal behaviour*. California: Brooks. 1977.

47. Venkatesh V., F. D. Davis – A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies, *Management Science*, Vol. 46, 2000, pp. 186-204, ISSN: 0025-1909.
48. Venkatesh V., F. D. Davis – User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, *MIS Quarterly*, Vol. 27, 2003, pp. 425–478, ISSN: 0276-7783.
49. Venkatesh V., F.D. Davis – A model of the antecedents of perceived ease of use: development and test, *Decision Sciences*, Vol. 27, Nr. 3, 1996, pp. 451–481, ISSN: 0011-7315.
50. Verhoef P.C., F. Langerak – Possible determinants of consumers adoption of electronic grocery shopping in the Netherlands, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 8, 2001, pp. 275-285, ISSN: 0022-4359.
51. Vijayasarathy Leo R. – Predicting consumer intentions to use on-line shopping: the case for an augmented technology acceptance model, *Information & Management*, Vol.41, 2004, pp. 747-762, ISSN: 0378-7206.

3. Colectarea și prelucrarea statistică a datelor

Cristina Coculescu, Lavinia Justina Stănică, Eugen Gabriel Garais

Rezumat

În abordarea problematicii acestui capitol am urmărit prezentarea elementelor ce țin de fundamentele statistico-matematice privind conceptele de bază, caracteristicile numerice, mărimile și indicatorii statistici, metodele și tehnicile utilizate în modelarea proceselor și fenomenelor reale, precum și contribuția acestora în analiza și prelucrarea datelor obținute în contextul cercetării privind stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu sistemul eCall.

Studiul, realizat în noiembrie 2017, a fost considerat oportun în condițiile în care Comisia Europeană stabilise ca orizont de timp pentru echiparea obligatorie a modelelor noi de autoturisme cu sisteme eCall, data de 31 martie 2018. În colectarea și prelucrarea datelor au fost utilizate atât metode și tehnici statistico-matematice clasice, cât și tehnologii informatice moderne care îmbină eficient rigurozitatea specifică raționamentului matematic, cu flexibilitatea și capacitatea de adaptare permanentă la dinamica volumului și complexității datelor, asigurând totodată un nivel sporit de securitate a preluării și prelucrării acestora.

Rezultatele studiului arată că, la momentul desfășurării cercetării, nu toți producătorii erau pregătiți pentru implementarea la scară largă a acestei tehnologii pe toate modelele vândute. În același timp, s-a putut remarca decalajul semnificativ existent între producătorii europeni și cei din afara Uniunii Europene în ce privește adoptarea acesteia.

Cuvinte cheie: selecție date, caracteristici numerice, metode statistice, eCall, servicii Cloud

3.1. Surse și metode de colectare a datelor

Modelarea matematică a oricărui proces sau fenomen presupune culegerea unor date / informații din istoricul acestuia. Indiferent de natura procesului sau fenomenului studiat, trebuie avute în vedere următoarele aspecte:

- Complexitatea proceselor și fenomenelor reale face imposibilă descrierea completă, atât sub aspect funcțional, cât și ca manifestare a evoluției în timp și spațiu. De aceea, în procesul de observare a realității obiective se recurge la o segmentare / fragmentare a acesteia, o delimitare temporală și spațială, care are drept consecință faptul că, datele /informațiile culese despre evoluția sa constituie doar o selecție din mulțimea celor posibile;

- Caracterul variabil intrinsec al proceselor și fenomenelor reale, greu de evidențiat și analizat, implică necesitatea utilizării unei game variate de metode statistico-matematice de prelucrare a datelor și informațiilor obținute prin selecțiile aleatoare.

În literatura de specialitate există numeroase clasificări / grupări ale datelor culese despre manifestarea unor procese sau fenomene reale. Aspectele evidențiate anterior, argumentează diferențierea datelor în funcție de natura acestora și împărțirea lor în următoarele categorii (Anghelache, 2008):

- ✓ *Date cinematice* – prin care se descrie poziția în timp și spațiu. De exemplu, coordonatele traiectoriei rachetelor, orbitelor sateliților și planetelor, mișcărilor vehiculelor, aeronavelor sunt date cinematice.
- ✓ *Date dinamice* - sunt acele date care evidențiază variația în timp, dar nu și în spațiu (de exemplu, consumul de carburant, nivelul stocului, temperatura zilnică etc.).
- ✓ *Date statice* – sunt datele care nu se modifică în timp (greutatea unui utilaj, lungimea unui vapor etc.)
- ✓ *Date statistice* - sunt datele care descriu repartiția empirică a variabilelor statistice sau ajustarea datelor experimentale obținute prin diversele procedee de colectare a datelor (gradul de ocupare, fiabilitatea unui utilaj, numărul de gospodării dintr-o anumită zonă geografică, erori de măsurare etc.

În privința metodelor de colectare a datelor, trebuie evidențiat faptul că acestea depind atât de natura datelor, cât și de dispozitivele / mediile de stocare a acestora. Astfel, dacă datele cinematice pot fi colectate rapid, în prezent chiar on-line, nu se poate spune același lucru despre datele dinamice, care trebuie culese periodic, fiind dependente de dinamica (creșterea sau descreșterea) procesului sau fenomenului studiat. Datele statice pot fi culese o singură dată, însă, la nevoie trebuie repetată colectarea / măsurarea, deoarece stabilirea distribuției procesului / fenomenului necesită mai multe repartiții de selecție (de exemplu, pentru estimarea timpului mediu de așteptare al unei mașini în vederea reparației, se măsoară acest timp pentru mai multe mașini).

Sursele din care pot fi colectate datele despre un proces sau fenomen real sunt diferite: evoluția anterioară (istoricul procesului / fenomenului); măsurători directe efectuate asupra procesului / fenomenului etc. În situația în care istoricul nu există sau nu se pot realiza măsurări directe, se apelează la experiența specialiștilor care pot folosi metoda analogiilor sau alte metode de investigare specifice naturii și comportamentului procesului sau fenomenului analizat. Dacă, din diverse motive, nici această sursă de informare nu este posibilă (accesibilă,

favorabilă), atunci se presupune că datele sunt de natură probabilistică sau de natură vagă (*fuzzy*), iar pentru obținerea lor se poate apela și la tehnici de simulare (Andreica et al., 1998). Procesul de măsurare reprezintă totalitatea operațiilor care se execută cu ajutorul unor mijloace de măsurare în vederea determinării valorii numerice a unei mărimi. Din literatura de specialitate se cunosc diverse taxonomii ale măsurărilor, cele mai utilizate criterii de clasificare fiind: modul de realizare / execuție a măsurărilor, modalitatea de obținere a rezultatelor, forma matematică a ecuațiilor de măsurare, corespondența dintre numărul ecuațiilor și cel al parametrilor care intervin în funcțiile acestora, precizia rezultatelor etc.

După modul de realizare a măsurărilor, acestea se pot face *prin deviație* (proprie aparatelor cu ac indicator) sau *prin comparație* (Coculescu & Despa, 2011). Un sistem sau lanț de măsurare reprezintă o succesiune de mijloace tehnice cu ajutorul cărora se face operația de măsurare. Dintre toate sistemele de măsurare s-au impus *lanțurile de măsurare electrice*, la care transmiterea, prelucrarea, analiza și prezentarea semnalului se face pe cale electrică.

Cele mai evoluate sisteme de măsurare sunt sistemele computerizate pentru achiziții de date. Spre deosebire de sistemele de măsurare clasice, care prelucrează pe întreg parcursul lanțului de măsurare semnalul primit de la traductoare sub formă analogică, sistemele de măsurare computerizate realizează, la un moment dat, transformarea semnalului reprezentând valoarea mărimii măsurate, dintr-o formă analogică într-una digitală. După această transformare, toate prelucrările asupra sistemului respectiv sunt de fapt prelucrări numerice, realizate într-un sistem de calcul pe bază de microprocesor (computer) (Caragea & Alexandru, 2018).

Sistemele computerizate pentru achiziția de date prezintă următoarele avantaje:

- păstrarea preciziei semnalului pe parcursul prelucrării sale în lanțul de măsurare (caracteristică sistemelor digitale față de cele numerice);
- posibilitatea stocării și prelucrării mult mai facile și mai complexe a rezultatelor experimentale;
- flexibilitatea și portabilitatea sporite, prin reconfigurarea sistemelor computerizate în funcție de natura semnalelor obținute de la traductoare.

În situațiile în care, obținerea datelor reale este imposibilă sau cantitatea colectată nu este suficientă, se vor folosi procedee matematice de generare a datelor sintetice. Aceste procedee de simulare utilizează un model matematic adecvat naturii procesului / fenomenului studiat (determinist, stohastic sau de altă natură) și prezintă avantajul major al posibilității programării și rulării pe un sistem de calcul numeric (Coculescu & Despa, 2011).

3.2. Analiza corectitudinii datelor

În modelarea matematică a oricărui proces (continuu sau discontinuu) un rol foarte important îl joacă corectitudinea datelor sau, cu alte cuvinte, "curățirea" datelor de acelea care produc perturbații în procesul normal al modelării. De aceea este necesară o analiză atentă a lor.

Datele culese despre evoluția unui proces pot fi afectate de următoarele cauze: metoda de măsurare, mijlocul de culegere (măsurare), mediu, operator etc. Erorile ce apar pot fi (Anghelache, 2008; Dodescu et al., 1986):

✓ *Erori aberante (grosolane)*

Provin din neatenția operatorului sau din defecțiuni grave ale aparatelor de înregistrare. Eroarea ori valoarea aberantă diferă semnificativ de restul valorilor $\{x_i\}_{i \in \overline{1, n}}$ culese. Ele pot să nu mai apară la o reluare a procedurii de culegere.

Pentru găsirea și eliminarea datelor aberante dintr-un șir de date se aplică o serie de teste statistice. De regulă, aceste teste au la bază patru cazuri tipice: se cunosc ambii parametri teoretici ai selecției (media și dispersia); sunt cunoscute media de selecție și dispersia teoretică; media teoretică și dispersia de selecție sunt cunoscute; se știu ambii parametri de selecție.

✓ *Erori sistematice*

În cursul operației de culegere a datelor este posibil ca anumiți factori să aibă o acțiune constantă asupra rezultatelor x_i care să afecteze toate datele. Acest tip de erori sunt greu de depistat chiar dacă se repetă procesul de culegere. Originea lor trebuie căutată la factorii ce acționează în cursul procesului de culegere. Asemenea factori pot fi: reglarea incorectă a aparatului de măsurat (care conduce la o deplasare a originii de calcul), variația condițiilor exterioare în ipoteza că se cunoaște influența acestor condiții asupra rezultatelor măsurării etc. Datele afectate de astfel de erori pot fi totuși depistate prin măsurarea aceleiași mărimi cu metode diferite și comparând rezultatele măsurării etc.

✓ *Erori accidentale sau aleatoare*

Aceste erori sunt acelea care au rămas după eliminarea celor grosolane și sistematice. Apariția lor se datorează unui complex de factori a căror acțiune individuală nu poate fi sesizată nici în timpul culegerii datelor și nici după aceea. Având caracter aleator, studiul acestor erori se bazează pe elemente de teoria probabilităților, cu ajutorul cărora se stabilește în ce măsură influențează estimațiile valorilor adevărate ale mărimilor măsurate. Repartiția erorilor aleatoare fiind, în general, normală $N(x; 0, \sigma^2)$ este dată de teorema Laplace-Gauss. Funcția

$$\tilde{\Phi}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^x e^{-u^2} du \quad (3.1)$$

este funcția erorilor, iar precizia măsurării lor este dată de expresia:

$$h = \frac{1}{\sigma\sqrt{2}}. \quad (3.2)$$

Probabilitatea ca valoarea absolută a erorii unei măsurători să fie cuprinsă în intervalul

$$[a, b], a \geq 0 \text{ este } P(a \leq |X| < b) = \tilde{\Phi}(hb) - \tilde{\Phi}(ha).$$

Dintre toate tipurile de erori ce se pot produce în cursul culegerii datelor considerăm că acestea sunt cele mai importante.

✓ Verificarea caracterului aleatoriu

În formularea ipotezelor asupra unor mărimi trebuie verificat dacă valorile variabilei corespunzătoare au caracter aleatoriu sau nu. Pentru aceasta s-au elaborat o serie de teste care verifică dacă datele empirice respective au caracter nealeatoriu. Acest lucru este pus în evidență de: prezența unor valori extreme, tendințele manifestate, fluctuații periodice, discontinuități etc. Pentru fiecare din aceste tipuri de caracter nealeatoriu sunt teste statistice corespunzătoare (Evans & Rosenthal, 2017).

3.3. Caracteristicile datelor empirice

Repartițiile variabilelor aleatoare asociate caracteristicilor supuse cercetării statistice, în general, nu sunt cunoscute; se cunosc doar rezultate ale măsurării mărimilor fizice respective. Pentru obținerea acestor date se execută mai multe serii de măsurări, denumite în limbaj statistico-matematic *selecții*. Intervine apoi statistica matematică, cu ajutorul căreia datele sunt analizate și interpretate.

Rezultatele obținute prin măsurări constituie, într-o primă formă, o mulțime dezordonată. Pentru interpretarea lor, acestea se reprezintă grafic sub formă de histogramme, poligoane de frecvențe, funcții de distribuție etc.

Fie X variabila aleatoare pe care o urmărim și x_1, x_2, \dots, x_n rezultatele măsurării. Dacă pentru $i \neq j$, $i, j \in \overline{1, n}$, $x_i \neq x_j$, atunci *seria statistică* x_1, x_2, \dots, x_n este de tip 1.

Să presupunem că unele valori ale selecției de volum n se repetă, adică pentru valorile distincte $x_1 < x_2 < \dots < x_k$ avem numerele n_1, n_2, \dots, n_k ce indică de câte ori apare fiecare valoare x_i , $i \in \overline{1, k}$. Numerele n_i , $i \in \overline{1, k}$ reprezintă *frecvențele absolute* ale valorilor x_1, x_2, \dots, x_k . *Seria statistică* este de tipul 2 și are forma din tabelul 3.1. Se observă că *frecvențele relative*, f_i , sunt definite prin:

$$f_i = \frac{n_i}{n}, \quad i \in \overline{1, k}, \quad \text{iar} \quad \sum_{i=1}^k f_i = 1 \quad (3.3)$$

Tabelul 3.1. Serie statistică de tip 2

Valorile caracteristicii	Frecvențe absolute	Frecvențe relative	$(\theta_i)\%$
x_i	n_i	f_i	
x_1	n_1	$f_1 = n_1/n$	θ_1
x_2	n_2	$f_2 = n_2/n$	θ_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
x_k	n_k	$f_k = n_k/n$	θ_k
	$\sum_{i=1}^k n_i = n$	$\sum_{i=1}^k f_i = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} = 1$	$\sum_{i=1}^k \theta_i = 100$

Domeniul datelor se desface în intervale elementare, lungimea intervalului fiind data de formula lui Sturges:

$$l_{int} = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3,322 \cdot \log n} \quad (3.4)$$

unde n este volumul selecției, iar x_{max} și x_{min} sunt valorile extreme din selecție. Mărimea l_{int} este rotunjită la cel mai apropiat număr întreg.

Pentru fiecare interval $l_{int} = (x_i, x_{i+1})$ se pot determina frecvențele relative f_i și/sau cumulate f_{c_i} . În acest caz putem avea histograma simplă, respectiv cumulată, a variabilei X iar seria statistică se poate aranja într-un tabel (tabelul 3.2). O astfel de serie este de tipul 3.

Tabelul 3.2 Serie statistică de tip 3

Intervalul	Frecvențe absolute	Frecvențe relative	$(\theta_i)\%$
$[l_{t-1}, l_t)$	n_i	f_i	
$[l_0, l_1)$	n_1	$f_1 = n_1/n$	θ_1
$[l_1, l_2)$	n_2	$f_2 = n_2/n$	θ_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$[l_{k-1}, l_k)$	n_k	$f_k = n_k/n$	θ_k
	$\sum_{i=1}^k n_i = n$	$\sum_{i=1}^k f_i = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{n} = 1$	$\sum_{i=1}^k \theta_i = 100$

Poligonul frecvențelor este format de segmentele ce unesc mijloacele laturilor paralele cu axa absciselor ale dreptunghiurilor histogramei frecvențelor cumulate.

Amplitudinea de selecție, R , se exprimă prin relația:

$$R = x_{max} - x_{min}, \quad (3.5)$$

iar amplitudinea de selecție normată, t , este

$$t = \frac{R}{\sigma} = \frac{x_{max} - x_{min}}{\sigma}, \quad (3.6)$$

unde σ este abaterea medie pătratică.

Funcția empirică de selecție depinde de natura seriei statistice. Astfel:

- pentru seria statistică de tipul 1:

$$F_n(x) = \begin{cases} 0 & \text{dacă } x < x_1 \\ \frac{i-1}{n} & \text{dacă } x_{i-1} \leq x < x_i, \quad i \in \overline{2, n}, \\ 1 & \text{dacă } x \geq x_n \end{cases} \quad (3.7)$$

- pentru seria statistică de tipul 2:

$$F_n(x) = \begin{cases} 0 & \text{dacă } x < x_1 \\ \sum_{j=1}^{i-1} f_j & \text{dacă } x_{i-1} \leq x < x_i, \quad i \in \overline{2, k}, \\ 1 & \text{dacă } x \geq x_k \end{cases} \quad (3.8)$$

- pentru seria statistică de tipul 3:

$$F_n(x) = \begin{cases} 0 & \text{dacă } x < l_0 \\ \sum_{j=1}^{i-1} f_j + \frac{x-l_{i-1}}{d} \cdot f_i & \text{dacă } l_{i-1} \leq x < l_i, \quad i \in \overline{2, k}, \\ 1 & \text{dacă } x \geq l_k \end{cases} \quad (3.9)$$

Evident că dacă numărul măsurătorilor $n \rightarrow \infty$, atunci conform teoremei lui V. Glivenco:

$$P(\{\lim_{n \rightarrow \infty} \sup_x |F(x) - F_n(x)| = 0\}) = 1, \quad (3.10)$$

adică funcția de repartiție empirică este egală cu cea teoretică.

Analiza rezultatelor măsurării pornește de la reprezentarea grafică a distribuției empirice. După aceea, se realizează prelucrarea statistică a rezultatelor cu ajutorul celor mai importante valori tipice de selecție: medii, momente, asimetrie, exces etc. Definițiile date la variabilele aleatoare teoretice rămân valabile și în statistica matematică, înlocuind însă în toate formulele probabilitatea prin frecvență (Popescu et al., 1997). Tabloul repartiției unei variabile statistice este de forma:

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ f_1 & f_2 & \dots & f_n \end{pmatrix}$$

unde $x_i, i \in \overline{1, n}$ sunt valorile, iar $f_i, i \in \overline{1, n}$ reprezintă frecvențele relative ale acestora ($f_i \geq 0, \sum_{i=1}^n f_i = 1$).

Media aritmetică este cea mai răspândită medie de poziție. Dacă în urma măsurării variabilei X valoarea x_1 apare de n_1 ori, valoarea x_2 de n_2 ori, ..., valoarea x_k de n_k ori, atunci media variabilei X este data prin suma:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k f_i \cdot x_i \quad (3.11)$$

unde f_i este frecvența relativă ($f_i = \frac{n_i}{n}$). Dacă datele nu sunt grupate (seria de tipul 1), atunci:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.11')$$

Mediana este o medie de poziție și se determină astfel:

- ✓ se ordonează crescător valorile $x_i, i \in \overline{1, n}$ și
- ✓ dacă $n = 2k + 1$, atunci mediana este x_{k+1} , iar
- ✓ dacă $n = 2k$, atunci mediana este $(x_k + x_{k+1})/2$.

În cazul când valorile $x_i, i \in \overline{1, n}$ au frecvențele $f_i, i \in \overline{1, n}$, calculul mediane se face, de obicei, prin interpolare, folosind frecvența cumulată corespunzător funcției de repartiție.

Pentru repartiții discrete trebuie ca:

$$\sum_{k \leq \bar{M}e} f_k = \sum_{k \geq \bar{M}e} f_k = \frac{1}{2} \quad (3.12)$$

iar pentru repartiții continue:

$$\int_{-\infty}^{\bar{M}e} f(x) dx = \int_{\bar{M}e}^{+\infty} f(x) dx = \frac{1}{2} \quad (3.12')$$

Media geometrică este și ea o medie de poziție și se calculează printr-una din formulele următoare, în funcție de gruparea (negruparea) datelor. Astfel:

- dacă variabila statistică X este scrisă sub forma:

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_m \\ n_1 & n_2 & \dots & n_m \end{pmatrix},$$

unde $n_i \geq 0$ sunt frecvențele absolute ($\sum_{i=1}^m n_i = n$), atunci:

$$\bar{X}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^m x_i^{n_i}} \quad (3.13)$$

- când variabila statistică este scrisă:

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_m \\ f_1 & f_2 & \dots & f_m \end{pmatrix}$$

în care f_i este frecvența relativă corespunzătoare caracteristicii $x_i, i \in \overline{1, n}$, atunci:

$$\bar{X}_g = \prod_{i=1}^m x_i^{f_i} \quad (3.13')$$

Pentru simplificarea calculelor cele două expresii ale mediei geometrice se scriu astfel:

$$\log \bar{X}_g = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^m n_i \cdot \log x_i; \quad \log \bar{X}_g = \sum_{i=1}^m f_i \cdot \log x_i \quad (3.14)$$

Media armonică – de asemenea medie de poziție este – prin definiție, inversa mediei aritmetice a inverselor valorilor caracteristicii. Astfel:

- dacă variabila statistică X este scrisă sub forma:

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_m \\ n_1 & n_2 & \dots & n_m \end{pmatrix}, \quad n_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m n_i = n,$$

atunci media armonică \bar{X}_a este:

$$\bar{X}_a = \frac{n}{\sum_{i=1}^m \frac{n_i}{x_i}} \quad (3.15)$$

- când variabila statistică este definită prin:

$$X: \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_m \\ f_1 & f_2 & \dots & f_m \end{pmatrix}, \quad f_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m f_i = 1,$$

atunci:

$$\bar{X}_a = \frac{1}{\sum_{i=1}^m f_i \cdot \frac{1}{x_i}} \quad (3.15')$$

Modulul este cea valoare a caracteristicii pentru care frecvența corespunzătoare este maximă, presupunând că există un singur maxim

$$\bar{M}o = \max_{1 \leq i \leq m} \{f_i\} \quad (3.16)$$

Între mediană, modul și medie aritmetică sunt anumite legături date de relațiile aproximative

$$\bar{X} = \frac{3\bar{M}e - \bar{M}o}{2}, \quad \bar{M}e = \frac{\bar{M}o + 2\bar{X}}{3}, \quad \bar{M}o = 3\bar{M}e - 2\bar{X} \quad (3.17)$$

Cuantilele de ordin k împart repartiția empirică în k părți egale și sunt calculate prin relația

$$C_i = x_i + \frac{i \cdot n - k \cdot n_{i-1}^l}{k \cdot n_i} \cdot d_i, \quad i \in \overline{1, k} \quad (3.18)$$

unde: x_i - este limita inferioară a intervalului cuantilic; n_{i-1}^l - frecvența cumulată a intervalului anterior intervalului cuantilic; n_i - frecvența absolută a intervalului cuantilic; iar n - volumul selecției.

După cum se observă, calculul cuantilelor se face prin interpolare, în același mod ca și calculul medianei. Când $k = 4$ se obțin cuantile, dacă $k = 10$ rezultă decile, iar când $k = 100$ se obțin centile etc.

Pentru prelucrarea datelor rezultate din procesul măsurării nu sunt suficienți numai parametrii de poziție, ci se impune și cunoașterea gradului de împrăștiere a rezultatelor între ele și față de valoarea adevărată.

Când se consideră selecția aleatoare $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, adică X_1, X_2, \dots, X_n sunt concepute ca variabile aleatoare, orice funcție $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ de aceste valori este o variabilă aleatoare a cărei funcție de repartiție este unic determinată de funcția de repartiție a variabilei aleatoare teoretice X definită pe populația generală din care s-a extras această selecție (Dodescu et al., 1986; Popescu et al., 1997).

Pentru o selecție realizată $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, valoarea statisticii T_n este numărul $T_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$, adică realizarea prin selecție a variabilei aleatoare $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Datorită caracterului aleator al selecției, $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ este o variabilă aleatoare care, la rândul ei, are anumite legi de repartiție (f și F) numite *repartiții de selecție*.

Cunoașterea legii de repartiție a statisticii $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ este deosebit de importantă deoarece cu ajutorul ei se poate face studiul probabilistic al statisticii $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$, calculându-se probabilități de forma $P(T_n < a)$, $P(a < T_n < b)$, precum și $M(T_n)$, $D(T_n)$.

În acest fel, prin intermediul variabilei aleatoare T_n putem obține rezultate și argumenta concluzii privind populația statistică generală din care din care s-a extras eșantionul.

Comportamentul statisticii T_n este descris prin intermediul repartiției exacte și al repartiției asimptotice, pentru care teoria probabilităților furnizează metode specifice de determinare.

Repartiția exactă a statisticii T_n este repartiția determinată pentru orice volum al selecției n , iar *repartiția asimptotică* reprezintă repartiția limită a statisticii T_n (când $n \rightarrow \infty$). Repartiția exactă este utilă atunci se impune utilizarea unei selecții de volum redus $n \leq 30$. Pentru selecții de volum mare ($n > 30$), folosirea repartiției asimptotice conduce la rezultate suficient de bune.

Cele mai importante funcții de selecție sunt *momentele de selecție* pe care le vom defini și caracteriza în continuare (Isaic-Maniu, 2006; Sahoo, 2015).

$$\text{Statistica:} \quad m_r^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^r = \frac{X_1^r + X_2^r + \dots + X_n^r}{n} \quad (3.19)$$

se numește *moment inițial de selecție de ordinul r*.

În cazul particular $r = 1$, obținem momentul de selecție de ordinul întâi m_1^* sau *media de selecție* notată cu \bar{X} :

$$m_1^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \bar{X} \quad (3.20)$$

Se demonstrează că m_r^* satisface relațiile:

$$M(m_r^*) = m_r, \quad D(m_r^*) = \frac{m_{2r} - m_r^2}{n} \quad (3.21)$$

În cazul particular $r = 1$, relațiile anterioare devin:

$$M(\bar{X}) = m, \quad D(\bar{X}) = \frac{m_2 - m_1^2}{n} = \frac{\sigma^2}{n}. \quad (3.22)$$

adică "valoarea medie a mediei de selecție este egală cu media populației $M(X) = m$, iar dispersia mediei de selecție este de n ori mai mică decât dispersia populației $D(X) = \sigma^2$ ".

$$\text{Statistica: } \mu_r^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^r = \frac{1}{n} [(X_1 - \bar{X})^r + \dots + (X_n - \bar{X})^r] \quad (3.23)$$

se numește *moment centrat de selecție de ordinul r* .

În cazul particular $r = 2$ obținem momentul centrat de selecție de ordinul 2 sau *dispersia de selecție*:

$$\mu_2^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (3.24)$$

Știm că momentele centrate de selecție μ_r^* și momentele inițiale de selecție m_r^* verifică o relație similară celei existentă între momentele teoretice corespunzătoare, astfel:

$$\mu_r^* = m_r^* - C_r^1 m_1^* m_{r-1}^* + C_r^2 m_1^{*2} m_{r-2}^* + \dots + (-1)^r m_1^{*r} \quad (3.25)$$

Apropierea valorilor momentelor de selecție de momentele teoretice corespunzătoare, se realizează pe măsură ce volumul de selecție crește. Această afirmație are la bază convergența în probabilitate a momentelor de selecție către momentele teoretice, justificată de *teorema lui A.I. Hincin*, conform căreia:

"oricărui șir de variabile aleatoare independente Z_1, Z_2, \dots, Z_n , care urmează aceeași lege de repartiție, cu aceeași valoare medie finită, $M(Z_1) = M(Z_2) = \dots = M(Z_n) = m$, îi putem aplica legea numerelor mari sau cu alte cuvinte, media aritmetică $\frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n}$ a acestor variabile, converge în probabilitate către m , când $n \rightarrow \infty$ ".

Așadar, dacă există momentul teoretic m_r al repartiției teoretice, atunci momentul de selecție m_r^* converge în probabilitate către momentul teoretic inițial de același ordin.

În mod analog, momentele centrate de selecție μ_r^* converg în probabilitate către momentele teoretice μ_r corespunzătoare, când volumul selecției $n \rightarrow \infty$.

Coeficientul de variație este dat de expresia:

$$\bar{\omega} = \frac{\sigma}{X} \cdot 100 \quad (3.26)$$

unde σ^2 este dispersia teoretică, iar X - valoarea reală (adevărată) a mărimii fizice X .

Dacă însă valoarea adevărată nu este cunoscută, atunci:

$$\bar{\omega} = \frac{s^2}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (3.27)$$

unde s^2 este dispersia de selecție, iar \bar{X} - media de selecție.

Asimetria și excesul. Pentru definirea asimetriei se folosește prima constantă β_1 a lui Pearson sub forma:

$$\sqrt{\beta_1} = A_s = \frac{1}{n \cdot s^2} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^3 \quad (3.28)$$

unde: n este numărul măsurărilor; s^2 - dispersia de selecție și x_i - rezultatele măsurărilor.

Dacă repartiția empirică are o deplasare spre dreapta, atunci $A_s > 0$, iar în caz contrar $A_s < 0$.

Se mai poate defini și asimetria absolută prin:

$$A_s = \bar{X} - \bar{M}_0 = 3 \cdot (\bar{X} - \bar{M}_e) \quad (3.29)$$

Asimetria se consideră ne semnificativă când:

$$A_s < 3 \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}} \quad (3.30)$$

iar dacă volumul eșantionului, n este foarte mare, atunci:

$$A_s \approx 3 \sqrt{\frac{6}{n}} \quad (3.31)$$

Excesul se calculează ca și la repartițiile teoretice, dar momentele sunt cele de selecție.

3.4. Metode de prelucrare statistică a datelor

În multe din procesele economice, tehnice și în general din științele experimentale pe care le cercetăm cu ajutorul statisticii matematice, există motive teoretice și practice care ne îndreptățesc să afirmăm că repartiția procesului studiat este dată de o funcție cunoscută ce depinde de o serie de parametri necunoscuți. Cunoașterea valorilor numerice ale acestor parametri ne permite să caracterizăm complet repartiția și în acest fel să putem descrie în întregime procesul cercetat. Pentru a evalua acești parametri trebuie să se efectueze o selecție (măsurări) de volum n și să fie reținute valorile numerice obținute pentru parametri. Pe baza acestor valori se vor determina valorile parametrilor, iar operația se numește *estimarea parametrilor* repartițiilor statistice (Ciucu et al., 1982; Evans & Rosenthal, 2017).

Să considerăm selecția de volum n care a condus la obținerea rezultatelor de selecție x_1, x_2, \dots, x_n . Din repartiția specificată există o infinitate de funcții $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ care pot fi luate drept valori ale parametrilor necunoscuți. Ele se numesc *funcții de estimare* sau *estimatori*. Dintre acestea trebuie determinată cea pentru care valorile parametrilor ei sunt situate cel mai aproape de valorile reale (adevărate). Estimarea este cu atât mai bună cu cât repartiția sa se concentrează mai mult în jurul valorii adevărate sau cu cât împrăștierea valorilor repartiției față de valoarea adevărată este mai mică.

Fie X o variabilă aleatoare (discretă sau continuă) asociată unei populații oarecare având legea de repartiție $f(x, \theta)$ (pentru ușurința expunerii am presupus că depinde de un singur parametru necunoscut θ). Să extragem din populația considerată o selecție aleatoare $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ de volum n și fie $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ o statistică (Isaic-Maniu, 2006).

Statistica $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ definită ca funcție univocă de variabilele de selecție, a cărei valoare pentru o selecție realizată reprezintă aproximația valorii necunoscute a parametrului θ din legea de repartiție specificată $f(x, \theta)$ a populației generale, poartă numele de estimatie punctuală a parametrului θ . O statistică $T_n(X_1, X_2, \dots, X_n)$ trebuie aleasă în funcție de parametrul pe care trebuie să-l estimeze. Sensul este legat de ideea de convergență de un anumit tip a lui T_n către θ când volumul selecției $n \rightarrow \infty$.

Se pot găsi mai multe statistici diferite T_n care ar putea fi propuse ca estimatii punctuale ale aceluiași parametru. Dintre acestea se va alege aceea care dă aproximația cea mai bună a valorii parametrului θ .

Alegerea unei astfel de statistici T_n ca estimatie a parametrului θ trebuie să se facă ținând seama de următoarele condiții (Dodescu et al., 1986; Sahoo, 2015):

- în cazul unei selecții efectuate, statistica T_n trebuie să conducă la valoarea reală a parametrului θ ;
- statistica T_n trebuie să producă acea valoare care este "cel mai frecvent, mai aproape de valoarea adevărată a parametrului θ ".

Estimația găsită pentru parametrul θ este însoțită de mărimea erorii medii a estimatiei care ne indică gradul de aproximare a valorii exacte a parametrului.

Eroarea estimatiei T_n a parametrului θ va fi dată de ecartul (diferența) $t - \theta$ dintre valoarea numerică t a estimatiei T_n pentru o selecție realizată și valoarea adevărată θ a parametrului. Eroarea medie a estimatiei T_n a parametrului θ o vom nota cu $\sigma(T_n)$ și reprezintă abaterea medie pătratică a estimatiei.

Rezultatul estimării punctuale a parametrului θ se scrie sub forma:

$$\theta = t \pm \sigma(T_n) \tag{3.32}$$

înțelegând prin aceasta că *cea mai bună evaluare a lui θ este numărul t , iar eroarea medie înregistrată în această evaluare este $\sigma(T_n)$.*

Găsirea unei cât mai bune estimății pentru un parametru necunoscut este problema fundamentală a teoriei estimăției. Rezolvarea acestei probleme necesită cunoașterea unor proprietăți de bază ale estimățiilor punctuale și clasificarea lor după aceste proprietăți (estimății deplasate/nedeplasate, consistente, corecte, absolut corecte, eficiente) (Ciucu et al., 1982). Estimarea parametrilor este o metodă a statisticii matematice care poate fi privită ca un mod de a face inferență asupra populației cercetate, adică de a extinde – în limite specificate de incertitudine, exprimată în termeni probabilistici – rezultatele obținute în selecție, la întreaga populație. Deoarece selecția este o parte a populației generale, care constă dintr-un număr uneori redus de observații, ea ne oferă o informație parțială, de aceea există riscul de a comite erori în aprecierile referitoare la întreaga populație, deci riscul de a trage concluzii false. Acest risc se micșorează odată cu creșterea volumului selecției, dar el există întotdeauna (Popescu, et al., 1997).

3.5. Ipoteze statistice și teste de verificare

După estimarea parametrilor urmează rezolvarea unei alte probleme importante și anume verificarea ipotezelor statistice. Prin *ipoteză statistică* se înțelege o presupunere făcută asupra caracteristicilor unei variabile aleatoare, legii de repartiție sau parametrilor ce o determină. Prin urmare, ipoteza statistică se referă la populația statistică și nu la selecția realizată.

Verificarea ipotezelor statistice se realizează cu ajutorul așa numitelor teste statistice. Dacă ipoteza este făcută asupra parametrului unei repartiții, atunci testele se numesc *teste parametrice*. Când ipoteza statistică vizează valori estimate ale caracteristicilor unei variabile aleatoare, atunci testele sunt *teste de semnificație*. În situația în care ipoteza este făcută asupra naturii repartiției, atunci testele sunt numite teste de concordanță (conformitate). Există și situații în care ipoteza respectivă nu face nicio referință asupra naturii legii de repartiție specificate și atunci se numesc *teste neparametrice* (Anghelache, 2008; Sahoo, 2015).

Considerăm repartiția unidimensională cu densitatea de repartiție $f(x, \theta)$ care depinde de parametrul θ . Pentru verificarea ipotezei conform căreia parametrul θ are valoarea θ_0 , vom nota această ipoteză cu $H_0 : \theta = \theta_0$ și o vom numi în continuare *ipoteza nulă*, iar ca alternativă vom considera ipoteza $H_1 : \theta \neq \theta_0$.

Ipoteza este verificată prin intermediul valorilor observate ale unei statistici u . Notăm cu U - mulțimea valorilor statisticii u , astfel încât $P(u \in U) = \alpha$ dacă ipoteza H_0 este adevărată. Presupunând că într-o selecție de volum n s-au obținut valorile $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, atunci mulțimii U îi va corespunde mulțimea $V \subset \mathbb{R}^n$, astfel încât:

$$P((x_1, x_2, \dots, x_n) \in V / H_0) = \alpha \quad (3.33)$$

unde α este un număr pozitiv foarte mic, apropiat de zero, numit *prag de semnificație*.

Dacă punctul $x_1, x_2, \dots, x_n \in V$, se respinge ipoteza H_0 (deci se admite alternativa H_1), iar dacă $x_1, x_2, \dots, x_n \in CV$ se acceptă ipoteza H_0 (se respinge ipoteza H_1). Mulțimea V se numește regiune critică, iar CV regiune de acceptare.

În procesul de verificare a unei ipoteze statistice se pot produce două tipuri de erori, astfel:

- *Respingerea ipotezei H_0 atunci când este adevărată.* Aceasta este eroarea de gradul I și se exprimă prin (3.33).
- *Acceptarea ipotezei H_0 când este falsă.* În această situație se comite o eroare de gradul al-II-lea, exprimată prin:

$$P((x_1, x_2, \dots, x_n) \in CV / H_1) = \beta \quad (3.34)$$

unde β este un număr pozitiv, apropiat de 1.

Construind un test de verificare a unei ipoteze statistice și făcând să varieze volumul n al selecției se poate întâmpla ca probabilitatea comiterii unui anumit tip de eroare să aibă ordinul de mărime dorit, dar nu se poate acționa simultan asupra ambelor tipuri de erori. Odată fixat, de exemplu, ordinul de mărime a lui α , eroarea β rezultă drept consecință a testului folosit, a volumului selecției, a legilor de repartiție privind variabila teoretică, precum și a estimatorilor utilizați. Teoretic, nu dispunem de o metodă generală prin care să putem determina a priori ecartul dintre eroarea ce se va obține și eroarea dată. Fixarea în prealabil a unei erori (a ordinului de mărime) depinde de problema supusă rezolvării. În funcție de formularea ipotezei H_0 testele pot fi unilaterale sau bilaterale (Popescu et al., (1997).

Există o infinitate de mulțimi V ce verifică variantele (3.33). Dintre acestea trebuie aleasă aceea pentru care (3.34) are valoarea minimă. Această mulțime se numește *cea mai bună regiune critică*, iar testul bazat pe această regiune este denumit *cel mai puternic test*.

Testul de concordanță este testul statistic în care se verifică ipoteza făcută asupra naturii repartiției. Concordanța dintre variabila empirică X_e și variabila teoretică X impune ca diferența $X_e - X$ să fie nulă. Practic, există astfel de diferențe nenule, acestea fiind ne semnificative în ansamblul lor atunci când au caracter aleator, adică există concordanță, și

sunt semnificative atunci când nu au caracter aleator, adică valorile lor sunt determinate de faptul că nu există concordanță.

Variabila empirică X_e este dată prin:

$$X_e : \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_i & \dots & x_n \\ f_1 & f_2 & \dots & f_i & \dots & f_n \end{pmatrix}$$

unde f_k , $k \in \overline{1, n}$ reprezintă frecvența absolută sau relativă de selecție.

Notăm cu $Y = X_e - X$ variabila aleatoare care exprimă diferența dintre variabila empirică X_e și variabila teoretică X și cu $\gamma(Y)$ repartiția cunoscută a acesteia.

Se aplică asupra funcției Y ipoteza nulă H_0 , considerând-o că nu diferă semnificativ de zero. Testarea ipotezei H_0 se face luând un prag de semnificație α prin intermediul funcției de repartiție:

$$P(Y > Y_0) = \alpha \quad (3.35)$$

- dacă $Y_e < Y_0$, atunci se acceptă ipoteza H_0 sau, altfel spus, există concordanță între repartiția variabilei empirice și legea de repartiție specificată;
- dacă $Y_e \geq Y_0$, atunci nu există concordanță,

unde am notat cu: Y_e – valoarea calculată a variabilei aleatoare Y ; Y_0 – valoarea rezultată din relația (3.35).

Prin urmare, pentru definirea unui test de concordanță este necesară alegerea convenabilă a funcției $Y = X_e - X$ precum și specificarea legii de repartiție $\gamma(Y)$ a acesteia.

Cele mai utilizate teste de concordanță sunt: testul Kolmogorov, testul χ^2 , testul Smirnov, tehnicile Henry, testul Pearson (volum mare de selecție), Massey și Sarkaday (în cazul selecțiilor de volum mic) pentru verificarea normalității datelor (Isaic-Maniu, 2006; Sahoo, 2015).

3.6. Stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu eCall

În contextul hotărârii Comisiei Europene ca, începând cu 31 martie 2018, toate modelele noi de autoturisme să fie echipate obligatoriu cu tehnologia eCall, în noiembrie 2017 s-a întrezărit oportunitatea realizării unui studiu în rândul principalilor producători de autovehicule prezenți pe piața din România. Studiul s-a adresat reprezentanților producătorilor (dealerilor) de pe piața auto românească și viza evaluarea stadiului dotării autoturismelor noi cu sisteme eCall, cu câteva luni înaintea termenului limită la care implementarea acestei tehnologii devenea obligatorie.

Studiul s-a dorit a fi o continuare a consultării publice lansată în 2010 de DG CONNECT (Direcția Generală pentru Rețele de Comunicații, Conținut și Tehnologie) a Comisiei Europene, prin care se urmărea colectarea opiniilor părților implicate și ale cetățenilor Uniunii Europene cu privire la implementarea serviciului eCall, cu scopul de a asigura transparența procesului decizional. Rezultatele consultării au fost făcute publice în septembrie 2011 în (*eCall Public consultation, 2010*) și analizate în (*eCall Impact Assessment, 2011; Executive Summary of the Impact Assessment on the implementation of the harmonised EU-wide in-vehicle emergency call, 'eCall', 2011*).

Studiul s-a bazat pe un chestionar care a fost transmis principalelor reprezentanțe auto din România, interviuarea desfășurându-se atât direct în cadrul SAB 2017 (Salonul Auto București), cât și online prin intermediul unui chestionar (<https://forms.office.com/Pages/>) realizat în Microsoft Forms. Setul de 15 întrebări a încercat să acopere diverse aspecte legate de sistemele eCall instalate pe modelele noi de autovehicule.

Context

În aprilie 2015, Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene au adoptat “Regulamentul privind cerințele de omologare de tip pentru instalarea sistemului eCall bazat pe serviciul 112 la bordul vehiculelor” (*Regulamentul (UE) 2015/758 al Parlamentului European și al Consiliului din 29 aprilie 2015*), care urmărea să impună obligativitatea montării sistemelor eCall bazate pe serviciul 112 pe toate autoturismele și autovehiculele comerciale ușoare noi, comercializate în Uniunea Europeană.

Măsura urma a fi implementată în cadrul sistemului de omologare de tip. În acest scop, regulamentul stabilea cerințele generale pentru omologarea CE a vehiculelor în privința instalării sistemului eCall bazat pe 112.

Prin regulament, producătorii de autovehicule erau obligați să se asigure că toate noile tipuri de vehicule incluse în regulament:

- sunt echipate cu sisteme eCall bazate pe 112 instalate permanent;
- sunt construite în așa fel încât, în cazul unui accident grav (detectat de unul sau mai mulți senzori / procesoare din vehicul), se va declanșa automat un apel către numărul unic european de urgență 112;
- apelarea numărului european de urgență 112 se poate face și manual;
- în cazul unei defecțiuni critice a sistemului, care ar duce la imposibilitatea de a apela automat 112 în caz de accident, ocupanții vehiculului vor fi avertizați.

Începând cu 31 martie 2018, autoritățile naționale urmau să acorde omologarea CE de tip numai noilor tipuri de vehicule și noilor tipuri de sisteme eCall și componente separate, care sunt concepute și construite astfel încât să respecte prevederile adoptate la nivel european.

În acest context, în care implementarea eCall urma să devină obligatorie în doar câteva luni, pentru toate autoturismele și autovehiculele utilitare ușoare noi comercializate în UE, în noiembrie 2017 am realizat un studiu pe piața auto din România, cu scopul de a evalua stadiul adoptării acestei tehnologii în rândul producătorilor.

Colectarea datelor

Studiul privind gradul de echipare a autoturismelor noi cu sisteme eCall a fost demarat în noiembrie 2017 și s-a bazat pe răspunsurile obținute în baza unui chestionar disponibil atât în format imprimat, cât și online.

Într-o primă etapă, răspunsurile au fost colectate prin interviu directă a respondenților în cadrul SAB 2017. Astfel, din 25 de mărci auto reprezentate la târgul auto, au fost intervievați 13 reprezentanți, care au oferit răspunsuri referitoare la implementarea eCall pe 29 de modele de autovehicule, ale unui număr de 18 producători.

În etapa imediat următoare, s-a trecut la colectarea online a răspunsurilor, utilizând varianta online a chestionarului (<https://forms.office.com/Pages>) fiind transmisă prin email către 73 de reprezentanți auto din România.

Profilul respondenților a fost reprezentat de dealeri și importatori în România ai principalilor producători de autovehicule, în contextul în care peste 40 de mărci auto au cote de piață importante pe piața auto românească.

Având în vedere că, în cadrul aceleiași mărci, de multe ori dotarea diferă de la un model la altul, respondenții au fost rugați să completeze câte un chestionar pentru fiecare model (sau pentru fiecare clasă ale cărei modelele au dotări similare) pe care îl comercializează. De asemenea, anumite răspunsuri s-au suprapus, întrucât mai mulți dealeri comercializează aceeași marcă sau același model.

S-au colectat astfel informații despre 27 de producători (mărci) auto, și respectiv 96 de modele aparținând acestor producători, dintre modelele cele mai comercializate în România.

Chestionarul a inclus un set de 15 întrebări, fiind folosite diferite tipuri de întrebări: cu răspuns multiplu, cu răspuns deschis, de tip da / nu.

Chestionarul a urmărit să abordeze principalele aspecte ale instalării sistemelor eCall pe autovehiculele noi:

- modelele pe care sistemul este disponibil și clasa în care se încadrează fiecare model;
- varianta în care este disponibil (dotare standard / opțională / deloc);

- cu cât crește prețul autoturismului în condițiile echipării standard / opționale cu această tehnologie;
- cu ce sisteme eCall (proprietary) sunt echipate autoturismele;
- ce funcționalități standard oferă acestea (dacă apelul de urgență se declanșează automat sau manual, dacă asigură localizare prin GPS);
- detalii tehnice privind funcționarea sa (care este setul de date transmis către operatorul PSAP, cum sunt transmise datele);
- dacă sistemul este complet funcțional pe tot teritoriul Uniunii Europene;
- dacă sistemul integrează și alte servicii sau funcționalități suplimentare.

Prima întrebare (*Sunteți la curent cu sistemul eCall și cu funcționalitățile acestuia?*) a avut rolul de a filtra răspunsurilor valide care se calificau pentru a fi analizate și incluse în studiu.

Rezultate

În urma colectării răspunsurilor, s-a observat că marea majoritate a respondenților (cu doar 2 excepții) avea cunoștințe despre tehnologia eCall și funcționalitățile acesteia, însă mai puțin de 60% dintre aceștia erau la curent cu recomandările europene privind obligativitatea implementării sistemului pe mașinile noi și cu orizontul de timp până la data limită, de doar câteva luni. În ceea ce privește stadiul dotării autovehiculelor cu sistemul eCall în noiembrie 2017, doar două treimi dintre modelele analizate ofereau tehnologia eCall ca dotare standard sau opțională.

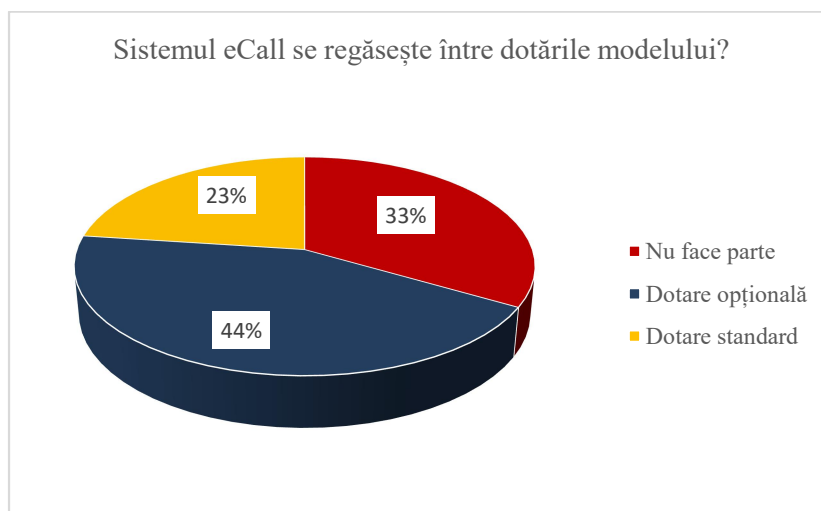


Figura 3.1. Dotarea autovehiculelor cu tehnologia eCall (considerând toate modelele)

Dacă datele obținute le analizăm în funcție de fabricant, din 27 de mărci analizate, 17 oferă tehnologia eCall în dotarea standard sau opțională, la 10 dintre producători acest sistem neregăsindu-se nici măcar ca opțiune între dotările oferite pe modelele noi.

Tabelul 3.3. Disponibilitatea tehnologiei eCall pe autoturisme în funcție de marcă

Producător / Marcă	Sistemul eCall este disponibil (dotare standard sau opțională)
Mărci europene	16
Alfa Romeo	
Audi	√
BMW	√
Citroen	
Dacia	
Fiat	
Ford	√
Jaguar	√
Jeep	
Land Rover	√
Mercedes-Benz	√
Mini	√
Opel	√
Peugeot	√
Porsche	√
Renault	√
Seat	√
Skoda	√
Smart	√
Volkswagen	√
Volvo	√
Mărci non-europene	1
Honda	
Hyundai	
Kia	
Mazda	
Nissan	√
Suzuki	
Total	17

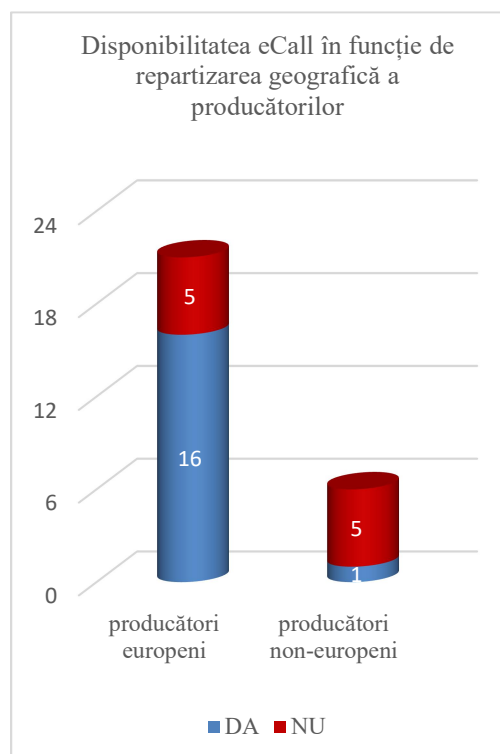


Figura 3.2. Disponibilitatea sistemului eCall în funcție de repartizarea geografică a producătorilor

La 5 dintre producători (Ford, Jaguar, Land Rover, Porsche, Volvo) sistemul face parte din dotarea standard, fiind instalat pe toate modelele.

A se remarca că toate mărcile acestui grup elitist sunt europene. De altfel, se poate observa cu ușurință că producătorii auto europeni sunt mult mai pregătiți să se alinieze reglementărilor impuse de Parlamentul European, față de cei din afara Europei.

Modelele de autovehicule incluse în analiză au fost clasificate în următoarele categorii: autoturisme de clasă mini / mică (18), autoturisme de clasă compactă (20), autoturisme de clasă medie (13), autoturisme de clasă mare (5), autoturisme de lux (2), monovolume (5), SUV-uri (21), off road (1), autoutilitare (11).

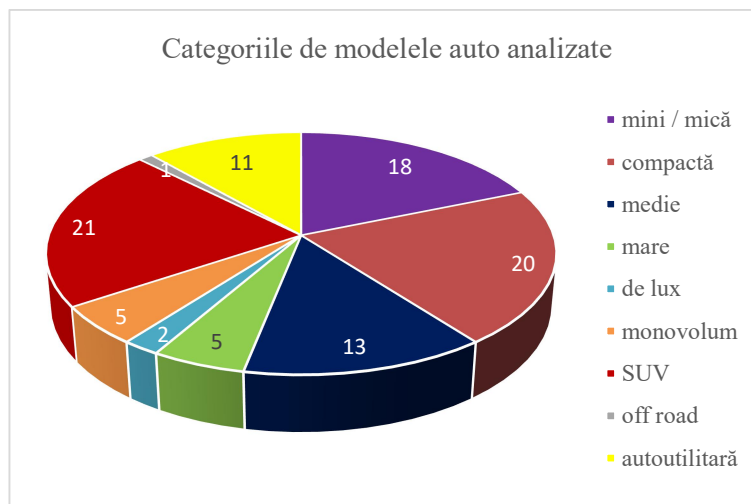


Figura 3.3. Clasele de autovehicule

Disponibilitatea instalării sistemului eCall (în dotarea standard sau opțională) pe fiecare clasă de vehicule reiese din figura următoare:

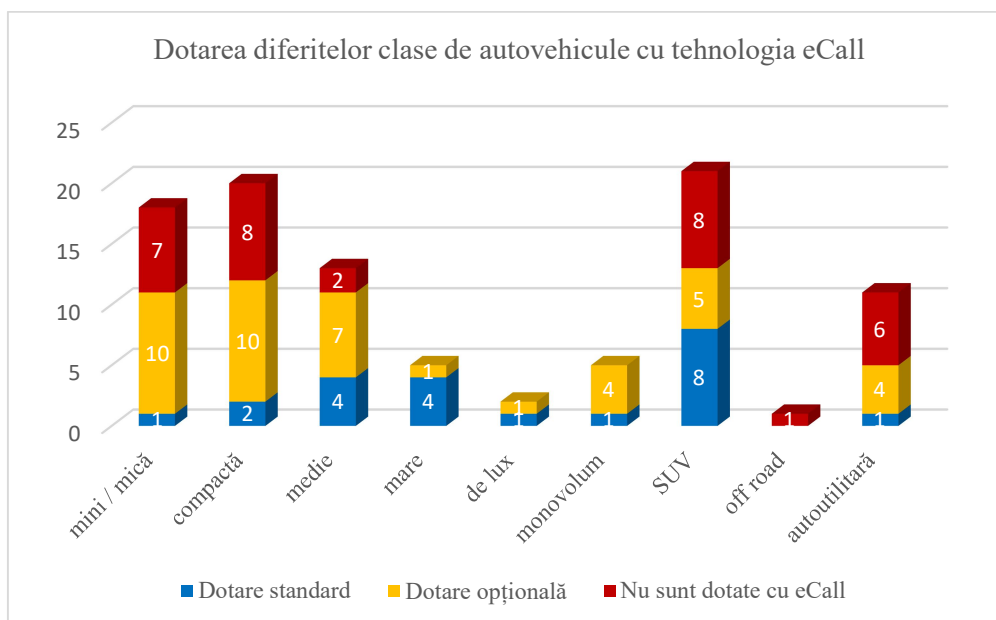


Figura 3.4. Disponibilitatea sistemului eCall pe diferitele clase de vehicule

În cazul autoturismelor din clase superioare, sistemul eCall este disponibil pe toate modelele, fie în dotarea standard, fie opțional.

Sistemele instalate pe diferitele mărci și modelele de autovehicule folosesc tehnologii proprietare, câteva exemple fiind BMW Assist Advanced eCall, Mercedes Me, Volvo OnCall, Opel OnStar, Peugeot Connect SOS. Un neajuns important constă în faptul că infrastructura și serviciile utilizate de fiecare producător erau diferite. Pentru a putea asigura o acoperire geografică extinsă, fiecare fabricant ar fi trebuit să dezvolte o infrastructură completă pe tot teritoriul UE, în condițiile în care nu folosea în comun cu alți producători serviciile și centrele de asistență. În cel mai bun caz, diferitele mărci din cadrul aceluiași grup puteau folosi aceeași infrastructură și aceiași furnizori de servicii. Acest lucru limita considerabil funcționalitatea serviciului în anumite țări, astfel că doar 4 producători auto (Ford, Jaguar, Land Rover și Opel) garantau funcționarea serviciului pe tot teritoriul Uniunii Europene.

Toate sistemele eCall în discuție asigurau funcționalitățile standard: apel de urgență, localizare prin satelit, transmiterea de date (în general folosind tehnologia 4G). Anumite modele însă (ale Ford) nu permiteau declanșarea manuală a apelului către 112, fiind astfel neconforme cu recomandările europene aplicabile din martie 2018. La aceste funcții standard, anumiți fabricanți auto au adăugat funcționalități și servicii suplimentare: monitorizare (BMW Intelligent Emergency Call system), localizare în caz de furt (Mercedes Me), apel direcționat către un membru al familiei (Ford SYNC Emergency Assistance), asistență rutieră (Opel OneStar), conectarea la circuitul mașinii printr-o aplicație (Volvo OnCall).

Prețul acestor sisteme proprietare este însă de multe ori prohibitiv pentru cumpărător (în special pe modelele de clasă inferioară), limitând implementarea eCall pe scară largă ca dotare standard a autovehiculelor. Astfel, în cazul echipării cu un astfel de sistem, prețul de vânzare al unui vehicul crește cu până la 1500 EUR.

Mai exact, costul suplimentar variază între 300 și 1500 EUR, în funcție de marcă (fabricant), dar și de dotările suplimentare ale sistemului. În plus, multe dintre servicii sunt oferite în baza unor subscripții anuale care ajung la sume deloc de neglijat (de până la 200 EUR/an). Trebuie remarcat că sumele sunt mult peste previziunile inițiale (*eCall Impact Assessment*, 2011) care încadrau costul implementării sistemului pe autovehicule între 150 și 180 EUR, considerând avantajele economiei de scară.

În acest context, în care inițiative private de implementare a tehnologiei eCall erau deja pe piață de câțiva ani, se remarcă importanța unei abordări unitare între serviciile publice și cele private, care să asigure standardizarea principalelor funcționalități pe care un astfel de sistem ar trebui să le ofere. Pe de altă parte, o astfel de abordare ar pune bazele unei acoperiri geografice extinse.

3.7. Instrumente tehnologice informatizate de preluare și stocare a datelor

Preluarea și prelucrarea datelor presupune un consum de resurse în cercetare atât intelectuale cât și tehnologice. Acest subcapitol se ocupă de utilizarea instrumentelor tehnologice de preluare a datelor în vederea stocării acestora și prelucrării ulterioare.

Atât preluarea cât și prelucrarea se realizează utilizând tehnologii de servicii Cloud. Chestionarele necesare preluării datelor au fost realizate utilizând serviciul de Forms din cadrul suitei Microsoft Office 365. Platforma Microsoft Forms a fost aleasă datorită flexibilității în accesare, utilizare și stocare a datelor.

Considerentul ce a stat la baza utilizării serviciului de Cloud este puterea de calcul și de stocare accesibilă în mod distribuit pe servere ce rulează pachete software specializate în preluarea și prelucrarea datelor. Locația fizică a unităților de calcul este neimportantă în acest caz fiind necesare doar conexiuni stabile la rețeaua globală de Internet pentru a se asigura accesul la serviciile de cloud computing.

Avantajele utilizării cloud computing sunt pe de o parte ale utilizatorilor chestionați ce nu necesită instalarea de pachete speciale software, iar pe de altă parte personalul ce va supune cercetării datele preluate dispune de instrumente avansate de preluare și interpretare a datelor accesibile la distanță în sistem distribuit.

Chestionarul realizat pentru acest studiu utilizând Microsoft Forms a fost realizat prin platforma specifică Office 365 prin crearea unui nou formular ce cuprinde setul ales de întrebări. Întrebările conținute au fost realizate tehnologic pe tipurile “Choice” și “Text”. Aceste tipuri de câmpuri permit fie selectarea unei variante aferente opțiunii dorite de utilizator sau a unui text liber spre a fi completat.

Datele trimise sunt stocate în baza de date alocată formularului creat având posibilitatea ulterioară de a se genera rapoarte de completare generate fiind, atât liste generale de completare, cât și grafice de totalizare și interpretare procentuală a valorilor cantitative și calitative aferente grupului țintă vizat spre a fi chestionat.

În figura 3.5. este prezentată o captură de ecran a modelului grafic aferent chestionarului trimis utilizatorilor spre a fi completat în vederea realizării studiului de caz din subcapitolul 3.6.

The image shows a Microsoft Forms survey in a web browser. The browser's address bar shows the URL <https://forms.office.com/Pag...>. The page title is "Stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu sistemul eCall - Saved". The user's name is "GARAIS EUGEN G...". The survey is titled "Stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu sistemul eCall".

Questions

Ce este eCall?
eCall este un apel 112 declanșat fie manual de către ocupanții vehiculului, fie automat în momentul în care senzorii detectează impactul unui grav accident. La activare, eCall stabilește o conexiune cu Centrul relevant de Preluare a Apelurilor de Urgență (PSAP), transmițând un set minim de date (MSD) către operatorul PSAP. Notificarea imediată permite serviciilor de intervenție și de salvare să ajungă mai rapid la zona accidentului pentru a trata victimele într-un timp cât mai scurt. Timpul salvat se traduce în vieți salvate și mai puține vătămări corporale severe.

În 2018, serviciul de urgență eCall, bazat pe inițiativa E112, va fi implementat pe întregul teritoriu al Uniunii Europene (UE) și al Spațiului Economic European (SEE). În conformitate cu Regulamentul (UE) 2015/758 al Parlamentului European și al Consiliului din 29 aprilie 2015, începând cu 31 martie 2018 toate modele noi de autoturisme, precum și vehiculele utilitare ușoare vor trebui echipate cu sistemul eCall.

1. Sunteți la curent cu sistemul eCall și cu funcționalitățile acestuia?

DA

NU

2. Sunteți la curent cu Regulamentul (UE) 2015/758 care prevede echiparea obligatorie cu sistemul eCall a tuturor modelelor noi de autoturisme și autoutilitare ușoare, începând cu 31 martie 2018 ?

DA

NU

3. PRODUCĂTOR / MARCĂ

Figura 3.5. Formular Microsoft Forms utilizat pentru colectarea datelor

Ulterior, datele recepționate au putut fi exportate într-un fișier general de tip *.csv pentru a avea libertatea de a prelucra și interpreta datele în Pachetul Software Microsoft Excel. Formulele și indicatorii statistici prezentați în acest capitol au fost integrați și aplicați tuturor

datelor preluate prin Microsoft Forms rezultând liste de date pregătite spre analiză socio-economică.

Proiectarea și construirea unei baze de date de mici dimensiuni a survenit ca o necesitate de organizare a datelor spre optimizarea identificării informațiilor necesare în cadrul procesului de analiza necesar studiului de caz prezentat în subcapitolul anterior. Volumul datelor analizate a fost în continuă creștere și diferențiere informațională. În linii mari, proiectarea sistemului care să gestioneze un volum oarecare de date a presupus colectarea și prelucrarea acestora.

Complexitatea dată de volumul de date a determinat ca atât colectarea cât și prelucrarea datelor să devină specializări independente ale căror structuri ingineresti se completează prin funcționalitatea dată de utilitate. Volumul de date ce s-a acumulat a trebuit structurat și analizat spre obținerea unor rezultate productive generatoare de decizii sustenabile pe termen scurt, mediu și lung în cadrul studiului de caz.

Analiza și înțelegerea necesității reale privind manipularea datelor observate în sistemul informațional a permis proiectarea unei mici baze de date ce a putut răspunde nu numai cerințelor punctuale ci și a celor posibil viitoare. Studiul intensiv temeinic și experiența acumulată de un proiectant de baze de date a generat o funcționare optimizată a întregului sistem prin eficientizarea la fiecare nivel a structurării celei mai de preț posesii al unei entități și anume informația.

Informația a trebuit obținută, stocată și prelucrată dar într-un mediu cu un grad mare de securitate. Securitatea informației a fost o grijă pe care proiectantul a trebuit să o aibă la fiecare pas în demersul său spre eficientizarea procesului economic..

Pentru interpretarea datelor au fost utilizate interogări de tip selecție și pivotare a înregistrărilor astfel încât informațiile conținute în rapoarte să fie consistente și flexibile.

3.8. Concluzii

În cadrul metodologiilor de modelare și proiectare a sistemelor complexe din diverse domenii, colectarea și prelucrarea statistică a datelor au o importanță majoră. Acestea vizează, pe de o parte identificarea surselor și metodelor de culegere a datelor, iar pe de altă parte, alegerea celor mai potrivite metode de prelucrare statistică primară a datelor în scopul evidențierii corecte și complete a conținutului informațional al acestora.

Pornind de la aceste premise, în contextul creat de oportunitatea dezvoltării unei cercetări interdisciplinare, am considerat necesară realizarea unei sinteze a principalelor aspecte teoretice și practice privind colectarea și prelucrarea statistică a datelor, relevând aportul adus de statistica matematică și teoria probabilităților în sistematizarea, prelucrarea și utilizarea datelor.

Apropierea modelării matematice de realitatea proceselor și fenomenelor modelate, a condus la adaptarea permanentă a metodelor și tehnicilor de investigare, analiză și prelucrare, în scopul definirii și descrierii mărimilor care fundamentează procesul complex al deciziei manageriale.

Utilizarea instrumentelor statistico-matematice în mediul informațional pus la dispoziție de tehnologia Cloud permite eficientizarea proceselor de preluare și prelucrare ulterioară a datelor. Accesul centralizat, rapid și securizat la datele preluate facilitează o analiză statistică extensivă și amănunțită a datelor care asigură un nivel sporit al corectitudinii și completitudinii acestora.

Concluziile studiului privind *stadiul echipării modelelor noi de autoturisme cu sistemul eCall* arată că, cu doar câteva luni înainte de data la care implementarea eCall devenea obligatorie în Uniunea Europeană, cei mai mulți producători de autoturisme nu erau 100% pregătiți pentru instalarea pe scară largă a acestei tehnologii pe autovehiculele noi fabricate. Se remarcă totuși avansul considerabil pe care fabricanții europeni îl aveau în acest domeniu, în comparație cu cei din afara Uniunii Europene.

Bibliografie

1. Andreica, M., Stoica, M., Luban, F. (1998), *Metode cantitative în management*, Editura Economică, București.
2. Anghelache, C. (2008), *Tratat de statistică teoretică și economică*, Editura Economică, București.
3. Caragea, N., Alexandru, C. (2018), *Statistică. Concepte, tehnici și instrumente softwaRe*, Editura Pro Universitaria, București.
4. Ciucu, G., Craiu, V., Ștefănescu, M.V., Ștefănescu, A. (1982), *Statistică matematică și cercetări operaționale*, vol. 3, Editura Didactică și Pedagogică, București.
5. Coculescu, C., Despa, R. (2011), *Metode cantitative în economie*, Editura Universitară, București.
6. Craiu, V. (1997), *Statistică matematică*, Editura Universității București.

7. Dodescu, Gh., Odăgescu, I., Scheianu, Șt., Năstase, P. (1986), *Simularea sistemelor*, Editura Militară, București.
8. Evans, M., Rosenthal, J. (2017), *Probability and Statistics. The Science of Uncertainty*. Second Edition, University of Toronto.
9. Isaic-Maniu, A. (2006), *Proiectarea statistică a experimentelor. Fundamente și studii de caz*, Editura Economică, București.
10. Popescu, O. (coord.) (1997), *Matematici aplicate în economie*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
11. Sahoo, P. (2015), *Probability and Mathematical Statistics*. First Edition, Department of Mathematics, University of Louisville, Louisville, KY 40292 USA.
12. DG CONNECT (Comisia Europeană), *eCall Public consultation 2010 – Results*, accesibil online: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=2261
13. DG CONNECT (Comisia Europeană), *eCall Impact Assessment*, 2011, accesibil online: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=2252
14. DG CONNECT (Comisia Europeană), *Executive Summary of the Impact Assessment on the implementation of the harmonised EU-wide in-vehicle emergency call, 'eCall'*, 2011, accesibil online: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=2258
15. Parlamentul European, *Regulamentul (UE) 2015/758 al Parlamentului European și al Consiliului din 29 aprilie 2015*, disponibil online: <https://op.europa.eu/s/oqb3>
16. <https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=CyUkRzTn7kyHMunRL60JPShmNxjT7G1KpFLUSPKw1HdUNFQzTU5QOUFYUTFaWFFUQTdWQUZJQTM4Mi4u>

4. Particularități ale analizei cost-beneficiu pentru implementarea eCall la vehicule în uz

Daniela Zirra, Alexandra Perju-Mitran, George Căruțașu

Rezumat

Preocuparea pentru creșterea siguranței participanților la traficul rutier reprezintă un pilon cheie al strategiilor și politicilor din domeniul transporturilor. Astfel, orice tip de tehnologie, cum este și eCall, care poate contribui la realizarea acestui obiectiv, trebuie să fie evaluată într-o manieră complexă și responsabilă. Una dintre metodologiile care pot fi utilizate pentru a evalua impactul economic și social al implementării unei tehnologii noi este analiza cost-beneficiu. Din acest motiv, scopul pe care îl urmărim în acest capitol este să aducem unele clarificări privind conținutul analizei cost-beneficiu, aspectele specifice privind elaborarea unei asemenea analize în domeniul transporturilor rutiere, etapele care se parcurg în realizarea analizei, modul de evaluare al costurilor și beneficiilor, interpretarea rezultatelor obținute și, nu în ultimul rând, concluziile și recomandările care pot fi obținute și utilizate în fundamentarea deciziilor de investiții în acest domeniu. În fine, obiectul analizei este segmentul de vehicule aflate în uz, deoarece, începând cu Aprilie 2018, toate autoturismele de tip M1 și N1 noi sunt echipate din fabricație cu tehnologia eCall.

Cuvinte cheie

Analiza cost-beneficiu, Investiții, Tehnologia eCall, Transport rutier, Vehicule în uz

4.1 Introducere

Indiferent de domeniul de activitate, implementarea progresului tehnologic poate fi privit din mai multe puncte de vedere. Pe de-o parte, acest proces are ca scop principal îmbunătățirea performanțelor realizate atât de organizațiile care activează în domeniul analizat, cât și de angajații acestora. Ne referim aici la aspecte ca optimizarea consumului de resurse, diversificarea și creșterea calitativă a produselor și/sau a serviciilor realizate, creșterea capacității de satisfacere a nevoilor consumatorilor, o mai mare capacitate de adaptare a activității la schimbările care se produc în mediul economic și social, la provocările generate de internaționalizare, etc.

Pe de altă parte, adaptarea la noile tehnologii este un proces dificil și, de cele mai multe ori, extrem de costisitor. Cu cât tehnologia care se dorește a fi implementată are un grad de noutate mai mare, iar schimbările antrenate sunt mai consistente, cu atât efortul investițional este mai complex, atât în ceea ce privește resursele care trebuie alocate, cât și în privința cadrului instituțional și legislativ care trebuie să faciliteze și să sprijine procesul și, nu în ultimul rând, impactul generat de aplicarea și utilizarea tehnologiei este mai consistent și, nu de puține ori, mai greu de acceptat de către utilizatorii finali.

Trebuie să menționăm că eforturile factorilor interesați din industria auto, precum și a celor din domeniile conexe, implicate într-o măsură mai mare sau mai mică în producția de vehicule rutiere, de a genera și implementa tehnologii noi (care au ca scop creșterea siguranței participanților la traficul rutier) sunt semnificative.

De asemenea, în funcție de rolul pe care îl au (Odgaard, 2006, p. 2), varietatea acestor tehnologii este foarte ridicată, ca de exemplu: dispozitive care contribuie la prevenirea coliziunilor în trafic și la reducerea gravității acestora, precum și a severității consecințelor generate (din această categorie face parte și dispozitivul eCall); dispozitive care îmbunătățesc percepția conducătorului auto; dispozitive pentru adaptarea vitezei de deplasare la condițiile de trafic; dispozitive pentru creșterea siguranței persoanelor aflate în vehicule, atât pe timpul deplasării, cât și în situații de accident sau evenimente neprevăzute; dispozitive care semnalează când presiunea în pneuri este neadecvată; dispozitive care au rolul de a îmbunătăți comportamentul conducătorilor auto (deficiența de atenție, consumul de alcool și substanțe care diminuează nivelul de atenție, oboseala, sau alte aspecte care modifică în sens negativ comportamentul participantului la traficul rutier).

Dacă ne referim strict la momentul actual, tehnologia eCall are un grad de noutate relativ ridicat, deoarece implementarea acesteia în vehiculele de tip M1 – autoturisme sau vehicule de pasageri și N1 – vehicule utilitare sau comerciale ușoare (așa cum sunt acestea definite în Directiva 2007/46/CE, Anexa II) este obligatorie abia începând cu Aprilie 2018.

Dar, dacă privim etapele procesului prin care conceptul de eCall a ajuns la stadiul actual de dezvoltare, primele demersuri datează din anul 1999, fiind obiectul central al preocupărilor în cadrul proiectului Galileo (*Europeans*, Euronews). În 2005, la nivelul Comisiei Europene a fost adusă în discuție ideea implementării armonizate, la nivelul Uniunii Europene, a unui serviciu interoperabil de tip eCall.

Rolul dispozitivului eCall, stabilit încă de acum 10 ani, respectiv în anul 2010, este să contribuie la reducerea efectelor negative ale accidentelor rutiere, îndeosebi prin aportul

tehnologiei la reducerea timpului de intervenție și la creșterea calității activităților de salvare printr-o mai bună informare a entităților implicate.

În 2010, prin aplicarea Directivei 2010/40/EU, a Parlamentului European și a Consiliului, a fost pusă în operă inițiativa privind utilizarea sistemelor de transport inteligente (STI) în domeniul transportului rutier, astfel încât: să fie asigurate interfețele cu celelalte sisteme de transport; să se demareze dezvoltarea și implementarea unui serviciu eCall interoperabil la nivel European. În 2015, a fost finalizată legislația conform căreia dispozitivul eCall să fie parte a echipamentului standard obligatoriu pentru vehiculele noi, de tip M1 și N1 începând cu Aprilie 2018.

Pe parcursul ultimilor 10 ani, conceptul eCall a fost consolidat, o parte semnificativă a instituțiilor implicate au fost modernizate și echipate pentru a fi capabile să preia și să gestioneze apelurile în sistem eCall, iar personalul a beneficiat de programe de pregătire în domeniu. Ne referim aici la *„Punctele de Răspuns în Situații de Urgență”* (așa numitele Public Safety Answering Points – PSAPS), respectiv la oficiile teritoriale în cadrul cărora își desfășoară activitatea operatorii 112.

În opinia noastră, punctul de cotitură privind generalizarea sistemului eCall la nivel european îl constituie Declarația de la Valletta din anul 2017 (*Valletta Declaration on road safety*, Council of the European Union, martie 2017), prin care s-au anunțat două obiective majore, respectiv: *„zero decese și răni grave”* în accidente rutiere, până în anul 2050 (*‘vision zero’ – the long term goal – obiective pe termen lung*); reducerea la jumătate a numărului de decese și răni rezultate din accidente rutiere în decada următoare 2020-2030 (*the interim targets – obiective intermediare*).

Lansarea de către Comisia Europeană a pachetului *„Europe on the Move”* (Comisia Europeană, 17 Mai 2018) aduce în atenția factorilor interesați și planul strategic de acțiune, privind stabilirea principalelor modalități prin care se vor implementa prevederile politicii de creștere a siguranței participanților la traficul rutier, fiind vizat un orizont de timp mediu pentru implementare.

De ce a fost necesară această trecere în revistă a etapelor de implementare a tehnologiei eCall la nivel european? Răspunsul este foarte simplu și este legat de corelația dintre ritmul implementării pe scară largă a tehnologiei eCall în vehiculele care circulă pe drumurile europene și posibilitatea atingerii obiectivelor pe termen mediu și lung, privind reducerea numărului de decese și de răni grave, ce rezultă din accidentele rutiere.

Până în prezent, instalarea dispozitivului este obligatorie doar în vehiculele noi, de tip N1 și M1, ceea ce cu siguranță nu este suficient pentru a asigura condițiile necesare pentru atingerea obiectivelor menționate anterior, în orizontul de timp dorit.

Dacă analizăm contextul economic și social actual, afectat puternic de pandemia de Covid-19, este mai mult decât clar că ritmul înnoirii parcului de autovehicule rutiere va suferi o reducere semnificativă în următorii ani. Această evoluție va antrena și o scădere a numărului de autovehicule care circulă pe drumurile europene, fiind dotate cu tehnologia eCall, cu impact negativ asupra ritmului reducerii numărului de decese și răniți grav în accidente.

Mai mult, precizăm că doar instalarea dispozitivului eCall la bordul întregului parc european de vehicule rutiere poate contribui decisiv la crearea premiselor pentru îndeplinirea obiectivului ‚zero decese’ din accidente rutiere până în 2050.

Conform datelor statistice, numărul total de autovehicule aflate în circulație în Europa, incluzând Norvegia, Elveția, Rusia și Turcia, dar fără date raportate pentru Bulgaria, Cipru, Malta și Islanda (*ACEA Report: Vehicle in use – Europe 2019*, 5 Decembrie, 2019), se ridică la peste 386,4 milioane de unități în anul 2019. Dintre acestea, circa 84,6% sunt vehicule de pasageri, care, alături de vehiculele utilitare sau comerciale ușoare, contribuie cu aproape 50% la numărul de decese produse în 30 de zile de la producerea unui accident rutier (conform definiției United Nation/Economic Commission for Europe – UN/ECE, Geneva 1995, *Statistics of Road Traffic Accidents in Europe and North America*), în anul 2018 (Comisia Europeană, *Annual Accident Report*, Iunie 2018). Pe următoarele poziții se află pietonii, din cauza cărora s-au produs 21,4% dintre decese, și motocicletele care au contribuit cu 15,2% (*EC, CARE - Community database on Accidents on the Roads in Europe*, 19 Decembrie 2018).

Conform *Global Status Report on Road Safety 2018* (World Health Organisation – WHO), în anul 2016, circa 1,36 milioane de persoane și-au pierdut viața în accidente rutiere, la nivel global. În același timp, cele mai multe decese la grupa de vârstă 2-29 de ani se datorează accidentelor rutiere.

La nivelul Uniunii Europene (EU27 plus UK), numărul de decese din accidente rutiere s-a ridicat la 25.047 în anul 2018 și respectiv la 24.837 în 2019, ceea ce înseamnă o reducere cu doar 0,84% (Adminaité-Fodor, Heilpern and Jost, 2019 și 2020). Evoluția este departe de a se putea spera la îndeplinirea obiectivului Uniunii Europene de a ajunge la 15.750 de decese în 2020, (*EUobserver*, 26 Octombrie, 2019), sau de reducere a numărului de decese cu 50% în 2030, comparativ cu 2020.

Ceea ce am putea să deducem de aici este că, cel mai probabil, este nevoie să se realizeze ceva mai mult decât s-a realizat până în prezent, deoarece de mai bine de cinci ani rata de reducere a deceselor rezultate din accidente rutiere este mai mică de 1% pe an.

Direcțiile posibile de acțiune pentru a ameliora această situație sunt diferite. Pe de-o parte, putem vorbi întărirea disciplinei rutiere, atât prin îmbunătățirea legislației, cât și prin implementarea a diverse tehnologii care pot stimula îmbunătățirea comportamentului rutier, dar progresele generate de asemenea demersuri sunt cel mai adesea extrem de reduse. Pe de altă parte, se pot depune eforturi pentru îmbunătățirea infrastructurii de transport rutier, dar acesta este un proces de durată îndelungată, care se poate realiza cu costuri extrem de ridicate, pe care nu orice țară membră a Uniunii și le poate permite.

În fine, o altă direcție de acțiune, prin care s-ar putea îmbunătăți statisticile privind numărul de decese provenite din accidentele rutiere, este implementarea unor tehnologii cât mai performante la bordul vehiculelor rutiere. Aici ne referim atât la vehiculele noi, cât și la vehiculele aflate deja în uz. Un asemenea exemplu este tehnologia eCall, a cărei misiune principală este să contribuie decisiv la reducerea numărului de persoane decedate și de răniți grav în accidente rutiere, prin reducerea timpului de intervenție și îmbunătățirea calității operațiunilor de salvare.

Prin urmare, ținta principală a instalării dispozitivului eCall o reprezintă vehiculele de pasageri, care sunt cele mai numeroase și care contribuie cel mai mult la statisticile negative privind numărul de victime rezultate din accidente rutiere. Dar, instalarea pe scară largă a unui dispozitiv de tip eCall în vehiculelor aflate în uz presupune eforturi consistente, atât din partea utilizatorilor, cât și din partea companiilor care activează în industria de profil, precum și a celor care oferă servicii post vânzare.

În acest caz, vorbim despre un efort investițional complex, care se dorește a fi realizat la nivel european și care are implicații pe multiple planuri. Din acest motiv, procesul decizional trebuie să fie fundamentat pe baza unor informații relevante, privind beneficiile și costurile generate de un asemenea demers, care pot proveni din diverse surse, ca de exemplu rapoarte tehnice, expertize, date statistice, evaluări, analize, studii de impact, etc.

Una dintre cele mai utile analize, care poate contribui la clarificarea multor aspecte privind realizarea unui proces investițional complex, la o scară atât de extinsă, este analiza cost-beneficiu. Vorbim aici de o metodologie recomandată atât de Comisia Europeană, cât și de alte entități (Banca Mondială, Banca Europeană de Reconstrucție și Dezvoltare, Banca Europeană de Investiții, etc.) implicate în procese investiționale vaste, cu impact atât asupra indivizilor, cât și asupra societății în ansamblul ei.

4.2 Conceptul de analiză cost beneficiu – definiție, tipologie, conținut

Analiza cost beneficiu este un document care trebuie să stea la baza fundamentării oricărei decizii de investiții. Dificultatea aplicării metodologiei specifice analizei cost beneficiu este cu atât mai mare, cu cât investiția avută în vedere este mai amplă, costurile asociate sunt mai consistente, beneficiile sunt adresate unui număr semnificativ de utilizatori sau consumatori finali, care sunt situați într-o zonă geografică extinsă, iar diversitatea părților interesate este mai amplă.

Conceptul de analiză cost beneficiu nu este nou. Primele menționări ale acestui instrument de evaluare a eficienței unui proces investițional datează încă din prima parte a secolului al XIX-lea (Posner & Adler, 1999, pp. 169-176; Persky, 2001, pp. 199–208; Jules Dupuit, 1844), fiind elaborat și aplicat în SUA, mai întâi în domeniul transporturilor navale (maritime și fluviale), iar mai apoi în sectorul investițiilor publice.

Corpul Inginerilor din Armata SUA a impus la începutul secolului al XX-lea obligativitatea aplicării analizei cost beneficiu în cazul investițiilor din domeniul hidrografic (amenajări de cursuri de ape, protecție împotriva inundațiilor, realizarea sistemelor de irigații pentru a veni în sprijinul activităților agricole, etc.). Secolul al XX-lea a însemnat un moment de cotitură și pe continentul european, deoarece fundamentarea investițiilor destinate dezvoltării infrastructurii de transport, și nu numai, s-au bazat atât pe rezultatele obținute din analize cost beneficiu complexe, cât și pe alte tipuri de studii și analize ale impactului generat de realizarea diverselor lucrări de investiții.

Generalizarea utilizării analizei cost beneficiu în domeniul investițional în toate domeniile de activitate a avut loc începând cu anii 1970, pentru a analiza fezabilitatea proiectelor de investiții îndeosebi în domeniul proiectelor care au un impact major atât asupra mediului înconjurător, cât și asupra societății.

Conform prevederilor Comisiei Europene, analiza cost beneficiu face parte din pachetul obligatoriu de documente, care trebuie înaintate în vederea obținerii de fonduri europene, necesare pentru realizarea proiectelor complexe de investiții, indiferent de domeniul de activitate.

În ceea ce privește definirea analizei cost beneficiu, există mai multe abordări, ca de exemplu:

- ✓ Un instrument utilizat pentru a putea compara stadiul actual de dezvoltare dintr-un anumit domeniu de activitate, sau situația curentă dintr-o companie, cu stadiul la care

se dorește să se ajungă prin implementarea unui proiect de investiții (Posner & Adler, 1999, p. 177).

- ✓ O metodă analitică, ce poate fi utilizată pentru a aprecia sau evalua fezabilitatea unui proces investițional, având ca finalitate compararea beneficiilor generate cu costurile asociate proiectului de investiții, în corelație cu impactul produs de investiție, din punct de vedere economic și social (Boardman, Greenberg, Vining and Weimer, 2001).
- ✓ O metodologie de analiză, care se folosește pentru a stabili oportunitatea și fezabilitatea unui proiect de investiții, pe baza comparației realizate între beneficii, pe de-o parte, și costuri, pe de altă parte, în ,varianta cu proiect' și varianta ,fără proiect' de investiții, iar rezultatele obținute vor fi utilizate pentru fundamentarea deciziei de investiții (Stoian, 2016, p. 1).
- ✓ 'Un instrument analitic care trebuie utilizat pentru evaluarea unei decizii de investiții, în vederea identificării atât a modului în care se schimbă nivelul actual de bunăstare prin realizarea unui proiect de investiții, cât și a măsurii în care implementarea proiectului poate să își aducă aportul la îndeplinirea obiectivelor politicii de coeziune ale Uniunii Europene' (*EC Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014*, p. 15).

În ceea ce privește tipologia specifică analizei cost beneficiu, există mai multe criterii de clasificare. Pe de-o parte dacă ne referim la momentul în care se realizează analiza cost beneficiu, putem distinge (Stoian, 2016, p. 3):

1. Analiza ex-ante

- ✓ Momentul în care se realizează analiza cost beneficiu este realizării este anterior momentului în care se ia decizia de implementare a proiectului de investiții. La proiectele complexe, al căror cost de realizare este foarte ridicat, durata unei analize ex-ante poate fi de ordinul a câteva luni, sau chiar ani.
- ✓ Scopul acestui tip de analiză este să ofere informații relevante pentru factorii implicați în fundamentarea procesului decizional, în ceea ce privește modul în care trebuie să fie alocate resursele investiționale pentru o variantă de proiect aflată în etapa de analiză, și care, în urma efectuării tuturor investigațiilor de specialitate, poate fi considerată optimă.
- ✓ Din cauză că analiza se efectuează cu mult timp înainte de demararea efectivă a procesului investițional, nivelul de incertitudine privind prognozarea datelor

referitoare la costuri și beneficii, pentru orizontul de timp luat în considerare (de regulă mai mare de 5, sau chiar 10 ani), este relativ ridicat.

2. *Analiza ex-post*

- ✓ Analizele din această categorie sunt realizate după ce perioada de implementare a proiectului de investiții s-a încheiat. Cu acest prilej, sunt verificate o serie de aspecte, ca de exemplu modul în care s-au respectat graficul de implementare, prevederile conținute în proiectul tehnic, bugetul proiectului, respectiv încadrarea proiectului de investiții în resurse alocate pentru realizarea acestuia.
- ✓ Analizele ex-post sunt realizate pentru a identifica punctele slabe și punctele forte ale proiectului de investiții, atât din punctul de vedere al conținutului acestuia, cât și din punctul de vedere al modului de implementare. Rezultatele unei analize ex-post constituie de fapt un ‚pachet de lecții învățate’, care pot fi utilizate și aplicate ulterior, în proiecte similare.
- ✓ În ceea ce privește datele cu care se operează pentru realizarea unei analize ex-post, acestea au un grad de incertitudine foarte scăzut, chiar zero, dacă înregistrările de date și raportările realizate au fost făcute corect, pe baze reale, respectând toate regulile în vigoare. Putem spune că datele sunt certe, fiind identificate în documente istorice. Astfel, nivelul de certitudine al rezultatelor este suficient de ridicat pentru a verifica pe baze reale atât nivelul calitativ al procesului decizional privind realizarea investiției, cât și al procesului de realizare efectivă a obiectivului de investiții.

3. *Analiza in medias res*

- ✓ Spre deosebire de analizele precedente, acest tip de analiză se remarcă prin faptul că este realizată pe toată durata ciclului de viață al proiectului de investiții.

Instrumentele cu care se operează în analiza ex-post sunt combinate cu cele ale analizei ex-ante, deoarece, în raport cu momentul din ciclul de viață în care se realizează analiza, pentru perioada de după se operează cu analiza ex-ante, iar pentru perioada anterioară momentului se operează cu analiza ex-post.

- ✓ În principiu, analiza ex-post este specifică proiectelor extrem de complicate, sau complexe, care se derulează în perioade îndelungată de timp (ani), pentru a monitoriza modul de implementare și de alocare a resurselor, mai ales în perioadele în care nu se respectă coordonatele stabilite atunci când se

realizează planificarea inițială a lucrărilor de implementare a proiectului de investiții.

- ✓ Acest tip de analiză este obligatorie pentru proiectele complexe de investiții, de multe ori proiecte strategice (proiecte de infrastructură de transport, proiecte energetice, amenajări hidrografice, proiecte de mediu, etc.), din cel puțin trei puncte de vedere:
 - Respectarea graficului de realizare a lucrărilor pe parcursul implementării;
 - Evitarea situațiilor în care este necesară alocarea de resurse suplimentare (sau măcar diminuarea volumului de resurse solicitate în plus);
 - Respectarea termenului de realizare a investițiilor și de punere în funcțiune a obiectivului de investiții.
- ✓ Nivelul de incertitudine al datelor cu care se operează este de două categorii. Pe de-o parte, se operează cu date certe, istorice, consemnate în documentele de raportare tehnico-economice, pentru perioada care precede momentul efectuării analizei.
Pe de altă parte, se operează cu date cu un nivel ridicat de incertitudine, pentru perioada următoare momentului de analiză.

4. *Analiza comparativă*

- ✓ Există mai multe variante de realizare a analizelor comparative. Pe de-o parte, se poate realiza o analiză comparativă între două sau mai multe variante de realizare a unui proiect de investiții. Pe de altă parte, se poate face o analiză comparativă pe baza variantelor de analiză ex-ante și ex-post.
- ✓ Această categorie de analize are ca scop fie să contribuie la alegerea variantei optime de proiect, fie să identifice în ce măsură metodologiile diferite aplicate pentru aceeași variantă de proiect (la momentul ,zero', respectiv înainte de începerea perioadei de implementare a proiectului de investiții, și la finalul perioadei de implementare) sunt eficiente.
- ✓ Prin urmare, analiza comparativă se utilizează pentru ca în viitor să crească nivelul calitativ al procesului decizional în domeniul investițiilor, cu referire la identificarea metodelor și tehnicilor de analiză care se utilizează, procesul de evaluare a proiectelor, alegerea variantei optime de proiect.

Un alt criteriu de clasificare este cel al obiectivelor avute în vedere atunci când se realizează analiza cost-beneficiu (Zirra, 2012, pp. 28-29).

Din acest punct de vedere, există două categorii principale de analiză, respectiv:

1. *Analiza cost-beneficiu din perspectivă economică*

✓ **Obiectivul analizei economice**

Este să stabilească oportunitatea și viabilitatea unui proiect de investiții din punctul de vedere al intereselor zonale, regionale, sau chiar naționale.

✓ **Scopul urmărit**

Ținând seama de obiectivul enunțat anterior, scopul unei analize economice este să stabilească în ce măsură proiectul de investiții poate să contribuie la implementarea politicilor de dezvoltare din regiunea, zona, etc. în care se realizează investiția. Avem în vedere aici crearea de locuri noi de muncă, creșterea standardului de viață, îmbunătățirea calității mediului ambiant, creșterea veniturilor la bugetul public, atingerea obiectivelor de dezvoltare economico-socială, etc.

✓ **Specificații metodologice**

În ceea ce privește calcularea indicatorilor de eficiență, specifici analizelor cost-beneficiu (raportul dintre beneficii și costuri, venitul net actualizat, indicatorii de profitabilitate, etc.), în analiza economică se operează cu valorile brute ale fluxului de numerar sau venitului. În plus, nu se ține seama de modul în care se obține finanțarea pentru realizarea proiectului, ritmul evoluției cursului de schimb, quantum-ul impozitelor și taxelor, sau de valoarea proiectului la momentul încheierii duratei de funcționare a investiției.

Un alt aspect care trebuie să fie menționat este că în analiza economică se aplică prețurile de referință ale pieței mondiale, a căror relevanță este ridicată doar în țările dezvoltate ale lumii, nu și în cele în curs de dezvoltare sau slab dezvoltate.

2. *Analiza cost-beneficiu din perspectivă financiară*

✓ **Obiectivul analizei financiare**

Este să stabilească oportunitatea și viabilitatea unui proiect de investiții din punctul de vedere al investitorului, sau al firmei care dorește să realizeze proiectul de investiții.

✓ **Scopul urmărit**

Ținând seama de obiectivul enunțat anterior, scopul unei analize financiare este să stabilească în ce măsură nivelul de eficiență al proiectului de investiții

este satisfăcător pentru investitor și, mai mult, dacă gradul de risc asociat proiectului de investiții poate fi acceptat de către investitor.

✓ **Specificații metodologice**

În ceea ce privește calcularea indicatorilor de eficiență, specifici analizelor cost-beneficiu (raportul dintre beneficii și costuri, venitul net actualizat, indicatorii de profitabilitate, etc.), în analiza financiară se operează cu valorile nete ale fluxului de numerar sau venitului.

În plus, se ține seama atât de modul în care se obține finanțarea pentru realizarea proiectului, cât și de ritmul evoluției cursului de schimb, de impozite și taxe, de valoarea proiectului la momentul încheierii duratei de funcționare a investiției, de subvențiile primite, de evoluția inflației, de dobânda și de ratele care trebuie plătite pentru creditele contractate, etc.

Un alt aspect care trebuie să fie menționat este că în analiza financiară se aplică prețurile curente ale pieței, a căror relevanță este ridicată indiferent de nivelul de dezvoltare al țării în care se realizează proiectul de investiții.

În general, în ceea ce privește conținutul analizei cost-beneficiu, acesta prezintă câteva coordonate comune, indiferent de tipul de analiză realizat (Stobierski, 2019), respectiv:

1. Stabilirea coordonatelor sau a cadrului pentru realizarea analizei.

Pentru ca analiza cost-beneficiu să fie relevantă, este nevoie ca în prealabil să se stabilească principalii parametri, cu referire la:

- obiectivele avute în vedere pentru realizarea proiectului de investiții;
- tipul de produse, servicii care vor fi realizate sau oferite după finalizarea obiectivului de investiții;
- impactul scontat a se realiza prin implementarea proiectului (impact economic, tehnic, financiar, social, de mediu, etc.);
- lista de definiții și termeni care se vor utiliza pe parcursul analizei (împreună cu stabilirea conținutului acestora);
- starea curentă a domeniului, firmei, etc, și stadiul la care se dorește să se ajungă prin realizarea investiției;
- scenariile care vor sta la baza evaluării (neutru sau varianta fără proiect – evoluția stării de fapt dacă nu se realizează proiectul de investiții; optimist – varianta cu proiect, în care nivelul de eficiență scontat se realizează sau chiar se depășește; pesimist – varianta cu proiect, în care nivelul de eficiență scontat nu se realizează sau chiar este mult mai redus decât se poate anticipa);

- orizontul de timp avut în vedere pentru realizarea analizei (durata de viață a proiectului de investiții = perioada preinvestițională + perioada investițională + perioada de funcționare eficientă), etc.

2. Identificarea costurilor și a beneficiilor.

Orice proiect de investiții se caracterizează prin costuri generate, beneficii anticipate, resurse de timp asociate și eficiența scontată. În grupa costurilor includem toate categoriile de cheltuieli generate de realizarea investiției, pe durata de viață a acesteia, cum sunt spre exemplu:

- costul generat de realizarea obiectivului de investiții;
- cheltuielile directe (costul variabil) de producție (exploatare) după punerea în funcțiune a obiectivului de investiții;
- cheltuielile indirecte (costul fix);
- costul de oportunitate, generat de renunțarea la producerea unui bun sau prestarea unui serviciu, în favoarea realizării unui nou, ca urmare a realizării investiției, etc.

În privința beneficiilor, putem să ne gândim la:

- beneficii directe (creșterea cifrei de afaceri și a profitului, realizate pe seama producției și vânzării produsului/serviciului nou);
- beneficii indirecte (o mai bună poziționare a firmei pe piață, îmbunătățirea imaginii firmei, o mai bună percepție a consumatorilor privind marca firmei, o mai bună reputație a produselor, etc.);
- beneficii intangibile, etc.

3. Stabilirea unei unități monetare unitare pentru exprimarea valorii costurilor și a beneficiilor proiectului.

Din acest punct de vedere, toate costurile și beneficiile trebuie să fie exprimate în aceeași unitate de măsură sau aceeași unitate monetară (valorică), pentru a asigura comparabilitatea acestora.

4. Cuantificarea valorii monetare cumulate a costurilor și beneficiilor.

Toate costurile, pe de-o parte, și toate beneficiile, pe de altă parte, trebuie evaluate din punct de vedere monetar, iar mai apoi însumate, pentru a se calcula costurile cumulate și beneficiile cumulate pe durata de viață a proiectului de investiții (pe an și per total durată de viață). Aceste două valori vor fi utilizate pentru realizarea analizei comparative.

5. Analiza comparativă a valorii cumulate a costurilor și beneficiilor.

Analiza comparativă se poate realiza fie pentru fiecare an în parte, fie cumulat, per total proiect. De asemenea, analiza comparativă poate fi efectuată utilizând valori curente, sau valori actualizate (comparabile / discountate).

Pentru o acuratețe ridicată a rezultatelor obținute și pentru reducerea gradului de incertitudine a nivelului eficienței evaluate pentru proiectul de investiții, se lucrează cu date comparabile. Astfel, calcularea indicatorilor de eficiență ai proiectului (raportul dintre beneficii și costuri, venitul net actualizat total, etc.) se face utilizând valorile anuale actualizate ale costurilor și beneficiilor.

Rata de actualizare, utilizată pentru calcularea valorilor actualizate a costurilor și beneficiilor, este influențată decisiv de calitatea mediului economic în care se dorește realizarea investiției (rata inflației, evoluția cursului de schimb, rata dobânzilor pentru credite, nivelul de risc specific domeniului în care se implementează proiectul de investiții, nivelul de eficiență pe care investitorul ar dori să îl obțină, etc.).

Prin urmare, cu cât mediul economic este mai „prietenos”, rata de actualizare este mai mică, iar dacă mediul economic nu este favorabil realizării investițiilor, rata de actualizare crește. Cu cât mediul de afaceri este mai instabil, cu atât rata de actualizare este mai mare. Dacă realizarea proiectului este finanțată preponderent dintr-un credit bancar, atunci banca este aceea care stabilește valoarea ratei de actualizare. Dar, dacă ne referim la proiecte de mare anvergură, care nu generează profit pentru investitor ci un impact pozitiv pentru societate, rata de actualizare cu care se operează este stabilită de finanțator (de regulă, sub 10% pe an).

6. Formularea recomandării de decizie de investiție pe baza rezultatelor obținute.

Recomandarea de decizie pentru un proiect de investiții se fundamentează la finalul unui proces complex de evaluare a fezabilității și viabilității proiectului și, îndeosebi, a capacității acestuia de a genera nivelul de eficiență scontat de investitor.

De regulă, dacă raportul dintre beneficii și costuri este supraunitar, se consideră că proiectul poate fi acceptat. Dar, și în acest caz se fac diferențieri. Se poate ca, de exemplu, investitorul să nu fie satisfăcut cu o valoare supraunitară și dorește ca raportul să fie cel puțin egal cu 3,5. În acest caz, el nu va accepta proiectul.

Sau, inițiatorul / finanțatorul proiectului are în vedere impactul pozitiv pe termen lung pe proiectul care îl poate genera pentru indivizi pentru societate în ansamblul său, ca de exemplu:

- creșterea calității mediului, cu impact asupra stării de sănătate a populației;
- îmbunătățirea infrastructurii de sănătate, cu impact asupra duratei de viață sau a nivelului de trai;
- extinderea și îmbunătățirea infrastructurii de transport, cu impact asupra creșterii siguranței transporturilor, etc.

În acest tip de situații, demersul investițional se realizează chiar dacă, de exemplu costurile sunt egale cu beneficiile, deoarece impactul social al proiectului este cel care primează.

Înainte de a aborda subiectul elementelor specifice pentru analizele cost beneficiu realizate în domeniul transportului rutier, dorim să subliniem că orice analiză cost beneficiu, indiferent de tipul de analiză, se bazează pe principiul alocării eficiente a resurselor de investiții.

Mai mult, luând în considerare principiul eficienței Pareto, pe baza rezultatelor obținute ca urmare a realizării unei analize cost beneficiu, se stabilește că varianta optimă a unui proiect de investiții este aceea care generează o îmbunătățire a situației curente dintr-un domeniu de activitate, companie, societate, economie națională etc., cu condiția să nu afecteze negativ alte aspecte, ca de exemplu calitatea mediului, standardul de viață a locuitorilor din zona în care se implementează proiectul, etc.

4.3 Aspecte privind analiza cost beneficiu în transportul rutier

Sectorul transporturilor este coloana vertebrală a oricărei economii naționale. Dacă ne referim la obiectul transportului, putem vorbi despre transportul de pasageri, sau de mărfuri. Dacă ne gândim la mijloacele și instalațiile utilizate pentru realizarea operațiunilor de transport (adică la sistemele de transport), atunci avem în vedere transporturile aeriene, rutiere, feroviare, navale, speciale și transporturile combinate. Fiecare dintre sistemele de transport își are rolul său în desfășurarea în bune condiții a activităților dintr-o economie națională.

În opinia noastră, transportul rutier joacă un rol deosebit, deoarece la nivelul Uniunii Europene, și probabil nu numai (Eurostat), deține cea mai mare pondere atât în totalul transporturilor de mărfuri (circa 75%), cât și în cel de pasageri (aproape de 90%).

În plus, transportul rutier poate fi abordat din două direcții. Pe de-o parte putem vorbi despre infrastructura de transport rutier, iar pe de altă parte despre mijloacele de transport rutier. Indiferent despre care dintre cele două abordări vorbim, putem spune că majoritatea proiectelor de investiții realizate în acest domeniu sunt, de regulă, ample, costă mult, au

implicații extinse, afectează multe părți interesate și sunt dificil de evaluat (Gkoutzikas, Mitsakis & Iordanopoulos, 2015, p. 13).

Ceea ce este de remarcat în domeniul transporturilor este că, în multe dintre cazuri, realizarea unei investiții are un impact puternic, deoarece poate afecta un număr mare de indivizi, o întreagă economie națională, sau o regiune geografică extinsă. Pentru a identifica mai ușor particularitățile unei analize cost-beneficiu care se realizează în transporturile rutiere, vom relua elementele generale de conținut prezentate în subcapitolul precedent. Prin urmare, caracteristicile generale ale analizelor cost-beneficiu, realizate pentru a evalua eficiența investițiilor în sistemul de transporturi rutiere, sunt următoarele:

1. Cadrul conceptual al realizării analizei.

Parametrii principali:

- obiectivele avute în vedere pentru realizarea proiectului de investiții pot fi împărțite în două categorii principale, respectiv investiții pentru îmbunătățirea și/sau extinderea infrastructurii de transport rutier și investiții pentru creșterea calității mijloacelor de transport (autovehicule de pasageri, autocare, autobuze, vehicule comerciale / utilitare, camioane cu capacitate mai mică de 3,5 tone, camioane de mare tonaj, autotractoare cu remorcă, etc.);
- după finalizarea obiectivului de investiții, se va obține fie o infrastructură de transport îmbunătățită (km de drumuri noi date în exploatare, sau km de drumuri modernizate, centre de info-trafic rutier puse în funcțiune, unități de asistență tehnică nou înființate, numărul de instalații noi de semnalizare și control al traficului rutier, etc.), fie mijloace de transport rutier moderne și performante, sau cu nivel scăzut de poluare, sau mai sigure pentru participanții la traficul rutier (conducătorii auto, călătorii / pasagerii, pietonii, etc.), sau cu capacitate mai mare de transport;
- luând în discuție cele două grupe de obiective, date anterior ca exemplu, impactul scontat a se realiza prin implementarea proiectului vizează, printre altele, creșterea cantitativă și/sau calitativă a infrastructurii de transport, creșterea nivelului de siguranță al participanților la trafic, reducerea numărului de accidente grave, soldate cu decese și răniri grave, creșterea vitezei de deplasare, creșterea distanței de transport în condiții de siguranță, creșterea volumului de mărfuri transportat sau a numărului de călători, economii privind lucrările de întreținere și reparații a drumurilor și a mijloacelor de transport, creșterea nivelului de satisfacție a participanților la trafic, îmbunătățirea nivelului de trai, stimularea dezvoltării activității economice;

- în ceea ce privește lista de definiții și termeni care se vor utiliza pe parcursul analizei, aceasta depinde direct de tipul de investiție care se realizează, ceea ce presupune un studiu aprofundat al legislației aplicate în acest domeniu de activitate, al standardelor tehnice și de calitate aplicabile în transporturile rutiere, o inventariere a conceptelor și directivelor internaționale valabile pentru transportul rutier de mărfuri și/sau călători, etc.;
- starea curentă a domeniului se referă la nivelul actual al indicatorilor de performanță economică, financiară, tehnică, de calitate, etc., iar starea la care se dorește să se ajungă vizează nivelul aceluiași indicatori după finalizarea duratei de viață a obiectivelor de investiții avute în vedere;
- scenariile care, de regulă, stau la baza evaluării sunt cel puțin cele trei menționate anterior, respectiv neutru sau varianta fără proiect, varianta optimistă cu proiect și varianta pesimistă cu proiect, ca pentru orice proiect de investiții (dar, facem precizarea că, în general, în proiectele de investiții care vizează domeniul transporturilor se operează cu alte tipuri de scenarii, puțin modificate, respectiv varianta zero, în care nu se realizează investiția, dar care va constitui scenariul de bază pentru analiza comparativă, varianta în care se realizează investiții minime, mai mult de ‚coafare’ a indicatorilor de performanță, precum și varianta în care se implementează integral un proiect complex de investiții, adică varianta în care se face ceva substanțial pentru transportul rutier);
- orizontul de timp avut în vedere pentru realizarea analizei cost-beneficiu în transporturile rutiere este de cele mai multe ori foarte mare, respectiv de minimum zece ani, ținând seama de impactul pe termen lung generat de investițiile din acest sector.

2. Identificarea costurilor și a beneficiilor.

Și aici vorbim despre aceleași categorii de costuri și beneficii, dar se pot face câteva mici precizări pentru investițiile în sistemul transportului rutier. În grupa costurilor includem costul realizării investiției, costul total de exploatare (cheltuieli directe plus indirecte), costul de oportunitate, etc. În privința beneficiilor, putem să ne gândim la cele generate pentru participanții la trafic, pentru companiile de transport, pentru indivizi și societate, sau alte tipuri de beneficii. Ideea principală pe care trebuie să o enunțăm aici este că în transporturi există numeroase proiecte pentru care este mult mai dificil să se identifice beneficiile. Multe dintre acestea sunt intangibile și, prin urmare, extrem de greu de identificat.

3. Stabilirea unei unități monetare unitare pentru exprimarea valorii costurilor și a beneficiilor proiectului.

Nici din acest punct de vedere, nu există diferențe în raport cu investițiile realizate în oricare dintre domeniile de activitate economică și socială.

4. Cuantificarea valorii monetare cumulate a costurilor și beneficiilor.

Se procedează aici la fel ca la alte tipuri de proiecte, după cum am precizat anterior.

5. Analiza comparativă a valorii cumulate a costurilor și beneficiilor.

Și aici, cele enunțate deja, privind conținutul analizei cost beneficiu, rămân nemodificate.

6. Formularea recomandării de decizie de investiție pe baza rezultatelor obținute.

La fel, se menține semnificația fundamentelor care stau la baza adoptării deciziei de investiții, ca în orice proces investițional, indiferent de domeniu.

Ce putem să deducem de aici? Pe de-o parte, din punct de vedere tehnic, analiza cost beneficiu este una și aceeași din punct de vedere metodologic, pentru toate proiectele de investiții evaluate. Pe de altă parte, în ceea ce privește cadrul conceptual al realizării analizei și identificarea costurilor și a beneficiilor există diferențe semnificative, după cum de altfel este normal. Prin urmare, succesul realizării unei analize cost beneficiu pertinente stă în modul de stabilire a coordonatelor analizei și în capacitatea evaluatorului de a identifica, în mod corect și complet, costurile generate de realizarea unui proiect de investiții și, îndeosebi, beneficiile scontate, sau dorite a fi obținute, prin implementarea acestuia.

4.4 Etapele analizei cost beneficiu pentru tehnologia eCall

După cum am specificat în partea introductivă a capitolului, și după cum rezultă și din alte capitole ale prezentei lucrări, tehnologia eCall are ca scop primordial să contribuie la salvarea de vieți omenești.

Nu vom relua informații despre calitățile sau rolul acestei tehnologii, sau despre aspecte privind modul de funcționare, dar vom face câteva precizări cu referire la modul în care se poate realiza o analiză cost beneficiu pentru a evalua eficiența unui asemenea proces investițional complex, respectiv instalarea dispozitivului eCall IVS în vehiculele aflate în circulație sau în uz.

Prin urmare, vom face zece precizări principale privind etapele care trebuie parcurse pentru elaborarea analizei cost beneficiu în acest domeniu.

- ✓ În primul rând, ne vom referi cu precădere la segmentul autoturismelor (vehiculelor de pasageri), care au cea mai mare pondere în parcul de vehicule rutiere aflate în uz, și care ,furnizează' cel mai mare număr de decese și de răniți grav în accidente rutiere, la nivel european.
- ✓ În al doilea rând, ținând seama de faptul că tehnologia eCall se instalează doar în vehiculele de pasageri noi, putem deduce că, practic, tehnologia eCall ar trebui implementată în toate vehiculele aflate în uz, cu excepția celor intrate în circulație începând cu Aprilie 2018.

Acest lucru înseamnă că analiza care se poate efectua în acest moment este de tip ex-ante, iar rezultatele sale trebuie să stea la baza fundamentării deciziei de investiții privind instalarea dispozitivului eCall în toate vehiculele de pasageri care circula pe drumurile europene.

- ✓ În al treilea rând, categoria de investiție pe care o avem în vedere este cu impact social major, deoarece vizează reducerea numărului de decese și răniți grave care rezultă din accidentele rutiere.
- ✓ În al patrulea rând, aria teritorială a producerii efectelor implementării proiectului de investiții este extrem de extinsă, pentru că instalarea dispozitivului eCall se adresează pieței globale de vehicule de pasageri.

Ținând seama de ultimele două considerente, tipul de analiză cost beneficiu care se poate realiza este analiza economică, deci rezultatele acesteia nu au un nivel foarte ridicat de precizie.

Dar, o analiză economică favorabilă unui proiect de investiții atrage după sine realizarea o serie de analize financiare, tot din categoria cost beneficiu, realizate de această dată atât la nivelul firmelor care au ca obiect de activitate fie producția de autoturisme, fie producția de piese și subansamble auto, fie oferirea de asistență post-vânzare (de exemplu, service) sau inspecție tehnică periodică, cât și la nivelul organizațiilor implicate în operațiunile de salvare, cum sunt poliția rutieră, pompierii, administrațiile locale, serviciile medicale de urgență, autoritățile rutiere, entitățile din sfera preluării și gestionării apelurilor 112, etc.

- ✓ În al cincilea rând, pentru stabilirea cadrului de analiză este nevoie să se ia în considerare atât documentele din sfera de reglementare, cât și analize cost beneficiu precedente, respectiv realizate pe durate relativ lungi de timp, anterior momentului realizării analizei curente. câteva asemenea exemple sunt prezentate în Tabelul 4.1.

Tabelul 4.1 Categoriile de informații care stau la baza stabilirii cadrului analizei cost-beneficiu

Prevederile conținute în cadrul de reglementare european privind eCall IVS	Rezultate ale unor analize cost-beneficiu precedente, realizate în domeniul eCall IVS
Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport entered into force, with the 'harmonised provision for an interoperable EU-wide eCall'	Europe (EU28) vs. Norway - Assessment of Socio-economic Impact of In-vehicle Emergency Call (eCall). Norwegian University of Science and Technology (Brembo, June 2016)
	Cost-benefit assesment and prioritisation of vehicle safety technologies. Final report, European Commission Directorate General Energy and Transport (January 2006)
Regulation (EU) 2015/758 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2015 concerning type-approval requirements for the deployment of the eCall in-vehicle system based on the 112 service and amending Directive 2007/46/EC	Impact Assessment, Accompanying the document Commission Recommendation on support for an EU-wide eCall service in electronic communication networks for the transmission of in-vehicle emergency calls based on 112 ('eCalls'), European Commission (September 8, 2011)
Council Conclusions on road safety - endorsing the Valletta Declaration of March 2017, Council of the European Union, No. prev. doc.: 8666/1/17 REV 1 TRANS 158, Brussels, 8 June 2017	Preliminary impact assessment of implementation of eCall in Hungary, eCall/HeERO (Lindenbach, December 12-13, 2013)
Communication to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Europe on the Move, Sustainable Mobility for Europe: safe, connected, and clean, Annex 1: Strategic Action Plan on Road Safety, European Commission (May 17, 2018)	Impact assessment on the introduction of the eCall service in all new type-approved vehicles in Europe, including liability/legal issues, Final Report, Issue 2, SMART 2008 Project Report (Lindenbach et al., September 13, 2013)
	Accelerating C-ITS Mobility Innovation and deployment in Europe, D2.1 Ex-ante Cost-Benefit Analysis, C-MOBILE Consortium (Mitsakis and Kotsi, February 28, 2018)
EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 - Next steps towards "Vision Zero", European Commission, Commission Staff Working Document (June 19, 2019), etc.	Cost-effectiveness analysis of policy options for the mandatory implementation of different sets of vehicle safety measures, Review of the General Safety and Pedestrian Safety Regulations, Directorate General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, European Commission (Seidl et al., April 26, 2018), etc.
European Commission (November 2020), <i>Road safety targets - Monitoring report June 2020</i> . European Road Safety Observatory, Brussels, Directorate General for Transport	

Sursa: Project sAFE, *Aftermarket eCall For Europe*, funded under Connected Europe Fund Annual Programme, Grant agreement Number 2018-EU-TM-0079-S

- ✓ În al șaselea rând, orizontul de analiză trebuie să fie de minimum zece ani, pentru că un proiect de investiții de o asemenea anvergură se poate implementa în timp îndelungat, iar impactul pozitiv este generat în trepte, pe măsură ce un număr din ce în ce mai mare de autoturisme vor fi dotate/echipate cu tehnologia eCall.
- ✓ În al șaptelea rând, scopul analizei cost-beneficiu este să stabilească în ce măsură instalarea dispozitivului eCall în vehiculele în uz poate contribui la realizarea

obiectivelor politicilor publice (europene și naționale) care vizează creșterea gradului de siguranță a participanților la traficul rutier.

Dintre aceste politici menționăm: reducerea numărului de decese și răni grave în accidentele rutiere; scăderea numărului de situații în care apar blocaje în trafic, ca urmare a producerii de accidente; reducerea duratei blocajelor în trafic, cu impact pozitiv asupra poluării mediului ambiant; reducerea numărului de accidente secundare, care se pot produce din cauza accidentului inițial, etc.

- ✓ În al optulea rând, nici costurile și nici beneficiile nu pot fi măsurate direct ci doar estimate, de unde rezultă că seriozitatea documentării este vitală pentru a crește gradul de acuratețe a analizei.
- ✓ În al nouălea rând, la calcularea costurilor și beneficiilor trebuie să se utilizeze statistici relevante pentru domeniul cercetat, furnizate de instituții oficiale (Eurostat, United Nations Economic Commission for Europe – UNECE, European Car and driving licence Information System – EUCARIS, **Community database on Accidents on the Roads in Europe – CARE**).
- ✓ În ultimul rând, metodologia cost-beneficiu recomandată de Comisia Europeană, menționează trei scenarii principale, care trebuie să fie în considerare la realizarea analizei cost-beneficiu.

Deoarece considerăm că cele trei scenarii sunt vitale pentru a putea realiza o analiză corectă, vom detalia în continuare semnificația fiecărui scenariu în parte, după cum urmează:

1. Varianta „zero” (Do nothing)

Acest scenariu se mai numește varianta fără proiect de investiții.

În această variantă de lucru, activitatea din domeniul transportului rutier continuă ca până acum, fără să se efectueze nici o cheltuială suplimentară față de costul operațional obișnuit.

Deci, în cazul acestui proiect, dispozitivul eCall IVS se instalează doar la bordul vehiculelor noi, nu și la vehiculele aflate deja în uz în Aprilie 2018.

Prin urmare, beneficiile așteptate prin implementarea tehnologiei nu se realizează decât în măsura în care instalarea dispozitivelor se realizează într-un număr suficient de mare de vehicule noi. Dar, dacă ținem seama de contextul actual, rata actuală de înnoire a parcului de autoturisme este atât de redusă, încât impactul generat de instalarea tehnologiei eCall în vehiculele noi este practic nesemnificativă.

2. Varianta „medie” (Do minimum)

Acest al doilea scenariu se care mai numește varianta cu investiție minimă.

De ce? Pentru că înseamnă realizarea investiției cu efort minim, adică dispozitivul se instalează în maximum o treime (de exemplu) dintre vehiculele în uz, pe întreg

orizontul de analiză (care dacă de exemplu este de 10 ani, înseamnă instalarea în 3% dintre vehicule pe an).

În acest scenariu de implementare a proiectului, impactul asupra reducerii numărului de decese și răniri severe este scăzut, iar aportul proiectului la atingerea obiectivelor menționate anterior este de asemenea redus.

3. Varianta ,maximă' (Do something)

Al treilea scenariu recomandat se mai numește varianta cu investiție maximă.

În acest caz, proiectul de investiții se realizează integral, deci dispozitivul eCall se va instala în toate vehiculele aflate în circulație, sau în uz.

Deci, dacă respectăm orizontul de analiză de 10 ani, înseamnă că tehnologia se va implementa anual în 10% dintre vehiculele în uz.

Din punctul de vedere al impactului generat de proiectul de investiții, această variantă poate fi considerată optimă, iar contribuția proiectului la îndeplinirea indicatorilor privind creșterea siguranței rutiere este semnificativă.

În literatura studiată, am identificat diverse modele de analiză cost beneficiu. Un model interesant este cel promovat de Schulz et al., 2019 (pp. 40-60), în care etapele de realizare a analizei cost beneficiu sunt următoarele:

- I. Stabilirea parametrilor de timp și a numărului de vehicule care se ia în considerare pentru efectuarea analizei.
- II. Stabilirea ipotezelor de lucru pentru realizarea analizei cost beneficiu
- III. Evaluarea beneficiilor prevăzute, în termeni monetari (van Essen et al., January 2019).
- IV. Evaluarea beneficiilor pentru fiecare scenariu în parte.
- V. Descrierea costurilor generate de implementarea tehnologiei.
- VI. Evaluarea costurilor în termeni monetari, pentru fiecare scenariu în parte.
- VII. Compararea beneficiilor cu costurile. Se va prefera varianta de implementare care asigură cel mai mare volum al beneficiilor pe o unitate monetară cheltuită.

Acum câteva precizări privind etapele prezentate în modelul anterior.

Parametrii de timp pentru realizarea analizei se referă la două etape distincte. În prima etapă este vorba despre proiectarea dispozitivului eCall, construirea prototipului, testarea dispozitivului, construirea variantei finale, lansarea în fabricație și montarea acestuia în vehiculele noi.

Apoi, în etapa a doua, se stabilește orizontul de timp necesar, pentru ca rezultatele analizei economice să fie relevante pentru decidenți.

În acest moment, este vorba despre durata de timp necesară pentru ca implementarea tehnologiei să se facă complet. Adică, se dorește stabilirea numărului de ani necesar pentru ca noua tehnologie să ocupe piața țintă într-o proporție de minimum 95%, deoarece se consideră

că, la acest nivel, se poate spune că toate autovehiculele rutiere sunt echipate cu tehnologia eCall.

Stabilirea ipotezelor de lucru pentru realizarea analizei cost beneficiu se referă la următoarele aspecte:

- evoluția numărului anual de vehicule;
- rata anuală de implementare a tehnologiei eCall în vehiculele în uz;
- impactul anual al instalării dispozitivului eCall asupra reducerii numărului de decese și răniri severe care ar rezulta din accidente grave;
- scenariile pentru realizarea proiectului, etc.

Pentru celelalte etape menționate de autori nu este necesară o aprofundare suplimentară, deoarece metodologia analizei cost beneficiu respectă aceleași reguli ca pentru orice alt proiect de investiții.

4.5 Rezultate și discuții privind implementarea tehnologiei eCall la vehicule în uz

La finalul unei analize cost beneficiu bine realizate, ar trebui să regăsim informații relevante pentru decidenți, deoarece scopul analizei este:

- ✓ Să identifice și să exprime în unități monetare beneficiile și costurile instalării dispozitivului eCall la bordul vehiculelor în folosință, utilizând infrastructura rutieră de transport.
- ✓ Să compare aceste beneficii și costuri.

Dacă beneficiile sunt mai mari decât costurile, inițiativa este eficientă și folositoare.

Dacă raportul este inversat, este nevoie fie de reevaluarea eforturilor, în sensul reducerii acestora, fie de creșterea quantum-ului beneficiilor scontate, fie de aplicarea ambelor măsuri în același timp.

La fel de important este și să se stabilească un orizont de timp corespunzător și o dimensiune spațială a analizei, astfel încât rezultatele CBA să fie cât mai relevante.

Dar, se impune să atragem atenția asupra unor aspecte importante, care afectează nivelul de certitudine al unei analize cost beneficiu pentru evaluarea oportunității și eficienței implementării tehnologiei eCall în vehiculele în uz:

- ✓ Pentru stabilirea numărului accidentelor relevante care pot fi luate în considerare la identificarea și cuantificarea monetară a beneficiilor, se utilizează statisticile oficiale, incluse în bazele de date menționate (Eurostat, EUCARIS, etc.).
- ✓ Însă, datele statistice pe această temă sunt publicate cu întârziere, din cauza metodologiei relativ complicate de raportare, astfel că cele mai recente date sunt cu cel puțin doi ani înainte de momentul realizării analizei (dacă ne referim la prezent, probabil că cele mai recente date sunt din 2018).
- ✓ Dacă analiza se realizează pentru Uniunea Europeană, precizăm că nu toate statele membre se regăsesc la același moment de timp cu raportările, deoarece există țări care raportează foarte greu.
- ✓ Decalajele de raportare între țări pot ajunge uneori și la patru ani sau mai mult.
- ✓ Pentru a corecta această deficiență, se poate proceda în mai multe moduri:
 - Pentru țările care nu au raportat, se mențin ultimele valori anuale raportate pentru fiecare an în care lipsesc valorile, pe întreg orizontul de analiză rămas cu date incomplete (ceea ce distorsionează beneficiile evaluate).
 - Țările care nu au raportările complete sunt eliminate din listă și se operează analiza cost beneficiu cu grupul de țări rămase (se diminuează relevanța rezultatelor obținute).
- ✓ În plus, observăm că există o diferență între numărul de accidente incluse în bazele de date Eurostat și datele CARE. Explicația pentru datele diferite constă în faptul că, conform metodologiei CARE, definiția aplicată pentru decesele în accidentele rutiere respectă prevederile UN/ECE Geneva 1995, *Statistics of Road Traffic Accidents in Europe and North America*, annex 1 (death within 30 days of a road accident).
- ✓ De asemenea, pentru a asigura uniformitatea datelor la nivelul tuturor statelor membre UE, trebuie să se utilizeze factori de corecție pentru datele țărilor care nu raportează, cuprinși între 1,057 – cea mai mică valoare și 1,3 – cea mai mare valoare a factorului aplicat (EC, ERSO, Annual Accident Report 2018, p. 80).
- ✓ Evaluarea beneficiilor generate de instalarea tehnologiei eCall se face pornind de la costurile generate de producerea accidentelor rutiere.
- ✓ Nu există definiții general acceptate sau armonizate pentru costurile aferente accidentelor din domeniul transporturilor. Conform unei clasificări simple, există două categorii principale de costuri pe care putem să le menționăm:
 - Costuri materiale, cum sunt distrugerea vehiculelor, distrugerea bunurilor din autovehicul, deteriorarea elementelor de decor și siguranță rutieră, costul intervențiilor de salvare (resurse umane, echipamente, utilaje, transport, etc.), cheltuielile medicale antrenate de îngrijirea persoanelor vătămate.

- Costuri non-materiale, ca de exemplu suferințele suportate de persoanele accidentate, durerea și tristețea familiilor afectate, reducerea duratei de viață, întreruperea sau chiar încheierea duratei de viață activă, inconveniente și cheltuielile suplimentare cauzate de dizabilități temporare sau permanente, care pot afecta persoanele vătămate, timpii de așteptare în blocaje rutiere și disconfortul celorlalți participanți la trafic.
- ✓ Nu toate aceste categorii de costuri pot fi luate în considerare pentru cuantificarea beneficiilor.
- ✓ În ceea ce privește cheltuielile cu implementarea proiectului, aici lucrurile par mai simple. Se cunoaște numărul de vehicule în uz, se stabilesc diferite variante de preț pentru dispozitiv și se poate calcula cât costă anual echiparea unui anumit număr de vehicule în uz, pe cele trei scenarii, pentru fiecare variantă de preț în parte.
- ✓ La costuri se mai adaugă și alte tipuri de cheltuieli, ca de exemplu costul echipării și modernizării PSAP-urilor și al pregătirii personalului, etc.

Ce rezultă din cele enunțate până acum?

Analiza cost beneficiu este foarte complexă.

Volumul de informații cu care se lucrează este enorm.

Acuratețea analizei este influențată de calitatea informațiilor cu care se operează. Echipele care realizează analiza cost beneficiu trebuie să fie mixte, fiind alcătuite atât din experți în domeniile economic și financiar, cât și de experți tehnici.

Relevanța analizei cost beneficiu crește, dacă este însoțită și de alte tipuri de analize, evaluări, studii de impact, studii de piață, etc.

4.6 Oportunitatea extinderii analizei la diverse tipuri de autovehicule rutiere

Un aspect important la care dorim să ne referim este oportunitatea extinderii implementării dispozitivului eCall la bordul tuturor tipurilor de vehicule aflate în uz. Orice viață salvată prin implementarea unei tehnologii noi în domeniul transportului rutier este neprețuită.

Prin urmare, chiar dacă contribuția la numărul de decese rutiere în 30 de zile de la accident a unora dintre vehiculele care circulă pe drumurile europene (camioane sub 3,5 tone cu 2,7%, mopede / scutere cu 2,5%, vehicule grele de mărfuri cu 2,2%, etc.) este redusă (*EC, CARE - Community database on Accidents on the Roads in Europe*, 19 Decembrie 2018), considerăm că instalarea dispozitivului eCall trebuie să fie realizată.

Este evident că, într-o primă etapă, atenția privind instalarea dispozitivului eCall trebuie să se orienteze către vehiculele de pasageri și către vehiculele comerciale / utilitare aflate în uz în Europa și nu numai, întrucât acestea sunt cel mai prezente în statisticile negative privind numărul de decese și de răniți grav în accidente rutiere. Dar, subliniem din nou că orice viață salvată este extrem de importantă, astfel că orice efort care se face pentru a realiza acest lucru este justificat. Prin urmare, într-o a doua etapă, considerăm că toate celelalte tipuri de vehicule (îndeosebi motocicletele și mopedele) aflate în uz trebuie să fie echipate cu tehnologia eCall, pentru a contribui în acest mod la demersurile realizate în vederea atingerii obiectivului 'zero decese' pe drumurile europene, până la finalul anului 2050.

În continuare dorim să ne referim la segmentul motocicletelor, deoarece acestea generează 15,2% dintre decesele rutiere, conform definiției acestora. De ce trebuie să acordăm o atenție deosebită acestui tip de vehicule? Pentru că impactul accidentelor rutiere asupra acestui tip de utilizatori de vehicule este de multe ori extrem de grav. În plus, persoanele implicate în astfel de accidente nu pot iniția un apel de urgență, astfel că prezența unui dispozitiv eCall este vitală.

Dacă ne gândim la alte două categorii de participanți la traficul rutier, cu o contribuție semnificativă la numărul de decese, respectiv la pietoni (21,4%) și la bicicliști (8%), este cert că nu pot beneficia de instalarea unei tehnologii eCall. Dar, atâta timp cât ceilalți participanți la trafic au la dispoziție un asemenea dispozitiv, în cazul unor accidente grave ei pot iniția apelul de urgență, astfel că, indirect, impactul pozitiv va fi la o scară mai extinsă.

Un ultim aspect la care facem referire aici vizează soluțiile constructive care pot fi aplicate pentru realizarea dispozitivului eCall, în funcție de vehiculele rutiere avute în vedere. Dacă din punct de vedere constructiv trebuie să se facă diferențieri pentru fiecare categorie de vehicul, din punct de vedere funcțional dispozitivul eCall trebuie să fie capabil să realizeze același lucru, respectiv să îndeplinească același rol, indiferent dacă este vorba despre vehicule noi, sau vehicule aflate în uz.

Costurile sunt de asemenea diferite, pentru o diversitate relativ mare de dispozitive. Prin urmare, fiecare demers de extindere a efortului investițional pentru instalarea tehnologia eCall la alte tipuri de vehicule trebuie fundamentat pe baza unor analize cost-beneficiu pertinente, astfel încât beneficiile scontate să fie realizate, cu un nivel al costurilor acceptabil și acceptat de factorii decizionali, cu atribuții în acest domeniu.

4.7 Concluzii

Analiza cost beneficiu, alături de alte tipuri de studii și analize, trebuie să stea la baza oricărui tip de investiție, care are ca scop principal să genereze efecte pozitive la scară largă, pentru indivizi, societate și economia națională. Precizăm că, înainte de derularea efectivă a procesului investițional, este nevoie să se realizeze o multitudine de activități, în vederea identificării celei mai bune variante de proiect.

În plus, ceea ce dorim să subliniem este faptul că, dificultatea realizării analizei cost beneficiu este cu atât mai mare cu cât impactul scontat este mai consistent, iar extinderea teritorială a propagării beneficiilor crește. Volumul de informații, rapoarte, analize similare, expertize, etc. care trebuie investigate în domeniul siguranței transportului rutier este imens, iar o analiză cost beneficiu bine realizată presupune eforturi consistente, atât din partea producătorilor implicați în industria auto, cât și din partea celor care oferă servicii post-vânzare, a entităților implicate în operațiunile de salvare, a instituțiilor publice, etc.

Prin urmare, elaborarea unei analize cost beneficiu, care are ca scop evaluarea măsurii în care un demers investițional pentru implementarea unei noi tehnologii are capacitatea de a genera beneficiile scontate, este un efort de echipă, în care trebuie să fie implicate toate părțile interesate (Schulz et al., 2019), adică atât producătorii, autoritățile, organismele de standardizare, sau de inspecție tehnică, posesorii sau utilizatorii de vehicule, instituțiile de reglementare, service-urile, etc., cât și organizațiile din lanțul de salvare și angajații acestora, care sunt afectați direct de orice modificare tehnologică inovativă, implementată în acest domeniu.

La final, dorim să mai facem o remarcă, pe lângă aspectele legate de implementarea tehnologiei eCall în vehiculele aflate în uz, în diverse tipuri de vehicule rutiere, etc. Dacă există diferențe semnificative privind numărul de victime rutiere generate de fiecare dintre categoriile de vehicule care circulă pe drumurile europene, același lucru se întâmplă și în raport cu statisticile înregistrate în diverse țări de pe continentul european. Concluzia pe care o putem desprinde este că, pe lângă o etapizare a implementării tehnologiei eCall în diverse categorii de autovehicule, trebuie ca eforturile investiționale să fie orientate cu precădere către acele țări care, din păcate, furnizează statistici extrem de nefavorabile privind numărul de decese și răniri severe care rezultă din accidente rutiere grave (*UNECE Database - CARE*, 2019), cum sunt spre exemplu Franța, Italia, Germania, Polonia, România, Regatul Unit,

Spania, Grecia, Bulgaria și Ungaria (contribuția lor este de peste 80% din numărul de decese la 30 de zile).

Bibliografie

1. ACEA European Automobile Manufacturers Association (December 5, 2019), *ACEA Report Vehicle in use - Europe 2019*, <https://www.acea.be/publications/article/report-vehicles-in-use-europe-2019>.
2. Adminaité-Fodor, D.; Heilpern, C.; Jost, G. (2019). ETSC. *Ranking EU Progress on Road Safety. 13th Road Safety Performance Index Report*. June 2019, https://etsc.eu/wp-content/uploads/AR_2019-Final.pdf.
3. Adminaité-Fodor, D.; Heilpern, C.; Jost, G. (2020). ETSC. *Ranking EU Progress on Road Safety. 14th Road Safety Performance Index Report*. June 2020, <https://www.efaeu.com/wp-content/uploads/ETSC-14-PIN-2020.pdf>.
4. *Council Conclusions on road safety - endorsing the Valletta Declaration of March 2017*, Council of the European Union, No. prev. doc.: 8666/1/17 REV 1 TRANS 158, Brussels, 8 June 2017, <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9994-2017-INIT/en/pdf>.
5. Directiva 2007/46/CE a Parlamentului European și a Consiliului, Anexa II, *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, I. 263/1, 9 Octombrie 2007, http://publications.europa.eu/resource/cellar/98e98f44-2011-474a-8238-837bd676e467.0020.02/DOC_1.
6. Directiva 2010/40/EU a Parlamentului European și a Consiliului, *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, I. 207/1, 6 August 2010, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0040&from=RO>.
7. EC, *European Road Safety Observatory, Annual Accident Report 2018*, https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf.
8. European Commission, Directorate-General for Regional and Urban policy (2015), *EC Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020, December 2014*, REGIO DG 02 – Communication, 1160 Brussels https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf.
9. European Commission. *Handbook on the external costs of transport. Version 2019*, Directorate-General for Mobility and Transport, Publications Office of the European Union, report prepared by van Essen, Huib; van Wijngaarden, Lisanne; Schrotten, Arno; Sutter, Daniel; Bieler, Cuno; Maffii, Silvia; Brambilla, Marco; Fiorello, Davide; Fermi, Francesca; Parolin, Riccardo; El Beyrouty, Kareen, January 2019, <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf>.
10. EUobserver (October 26, 2019), <https://euobserver.com/tickers/144588>.
11. European Commission (November 2020), *Road safety targets - Monitoring report June 2020. European Road Safety Observatory*, Brussels, Directorate General for Transport,

- https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/monitoring_report_november_2020.pdf.
12. European Commission, *Annual Accident Report. European Commission* (June 2018), Directorate General for Transport, European Road Safety Observatory, https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/statistics/dacota/asr2018.pdf.
 13. *Freight transport statistics – modal split* (March 2020), Eurostat, Statistics Explained, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight_transport_statistics_-_modal_split.
 14. *Global Status Report on Road Safety 2018*, Geneva: World Health Organization; December 2018, <https://issuu.com/globalncap/docs/who-status-report-eng>.
 15. Gkoutzikas, Athanasios; Mitsakis, Evangelos; Iordanopoulos, Panagiotis (March 31, 2015), *Cost-Benefit analysis report for the deployment of ITS in Albania*, South East Europe Transnational Cooperation, Project SEE/D/0099/3.2/X, http://www.seeits.eu/docs/Publications/Deliverables/final/SEE-ITS_D7.1.9%20National%20Report_Albania.pdf.
 16. Odgaard, T. (2006), *Cost-benefit assessment and prioritisation of vehicle safety technologies*, Trafikdage på Aalborg Universitet, <http://www.trafikdage.dk/td/papers/papers06/Trafikdage-2006-573.pdf>.
 17. *Propunere de regulament al Parlamentului European și al Consiliului, privind măsurile de raționalizare în scopul înregistrării de progrese în direcția realizării rețelei transeuropene de transport*, COM (2018) 277, final 2018/0138 (COD), Bruxelles, 17.05.2018, <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/RO/COM-2018-277-F1-RO-MAIN-PART-1.PDF>.
 18. Schulz, Wolfgang H.; Schröder, Ralph; Bönninger, Dietmar; Fernández, Eduard; Gaillet, Jean-François; Sogodel, Vlăduț; Scheler, Sebastian (February 6, 2019), *Study on the inclusion of eCall in the periodic roadworthiness testing of motor vehicles: Final report*. MOVE/C2/SER/2017-282-SI.772101. Directorate-General for Mobility and Transport. Directorate DG — MOVE, Unit C2 — Road Safety. European Commission B-1049 Brussels, <https://citainsp.org/wp-content/uploads/2019/02/eCall.pdf>.
 19. Stobierski, T. (5 September 2019), *How To Do a Cost-Benefit Analysis & Why It's important*, Harvard Business School Online's Business Insight Blog, <https://online.hbs.edu/blog/post/cost-benefit-analysis>.
 20. Stoian, M. (2016), *Concepte fundamentale utilizate în analiza cost-beneficiu*, Universitatea Tehnică de Construcții București, <http://www.sinuc.utilajutcb.ro/III16.pdf>.
 21. Zirra, D. (2012). *Investment efficiency handbook-Theory and practice*, Ed. Universitară, București, ISBN 978-606-591-600-5.

5. Tendințe și noi funcționalități posibile ale serviciului eCALL

George Căruțașu, Daniela Zirra, Alexandru Pîrjan

Rezumat

În perioada 2011-2020 (pentru cele patru proiecte HeERO1, HeERO2, iHeERO și sAFE) a fost necesar depășirea a numeroase bariere, prezentate în capitol, care vizează aspecte tehnice, privind reconfigurarea și actualizarea infrastructurii comunicaționale a PSAP, a rețelelor de telefonie mobilă și a dispozitivelor IVS pentru fiecare categorie de autovehicul. Suplimentar, a fost necesară modificarea cadrului legislativ european, privind tratarea eCall, ca și apel de urgență, apel inițiat de PSAP către autovehicul, protecția datelor cu caracter personal rezultate în urma prelucrării MSD și procedurile de tratare a apelului și de intervenție la locul accidentului. Se constată, de asemenea o diferență majoră între modul în care poate fi alertat 112 și respectiv, transmiterea de date folosind rețele sociale, aplicații de chat, etc care să ofere informații suplimentare despre accident. Au fost prezentate principalele proiecte europene privind adoptarea unei noi generații de sisteme unice de urgență, prin adoptarea protocolului VoIP (Voice over IP), pentru identificarea apelantului și posibilitatea de adăugare de date suplimentare (imagini camere CCTV, imagini satelitare etc.). De asemenea a fost analizată posibilitatea extinderii serviciului eCall pentru semnalizarea stărilor de urgență la nivelul clădirilor rezidențiale și eCall personal în context pandemic.

Keywords

sisteme de urgență, eCall, ITS, NG112,

5.1 Bariere și oportunități pentru implementarea serviciului eCALL

Implementarea sistemului eCall a necesitat rezolvarea mai multor aspecte dificile, cu privirea la asigurarea conectării dispozitivului IVS, modificări ale rețelelor de telefonie și mobilă și lipsa cadrului legislativ:

- aspectele de comunicare. Apelul de urgență efectuat de către IVS trebuie să fie preluat de către orice operator de telefonie mobilă, care are acoperire în zona în care se face apel la 112. Acest apel trebuie direcționat de către PSAP de nivelul 1, la PSAP de nivelul 2 cu cea mai bună șansă de intervenție. Recunoașterea priorității s-a realizat

printr-un discriminator, care semnaleză că apelul efectuat este un apel de date de urgență, un mecanism care este în prezent în curs de implementare și acceptat de către toți operatorii de telefonie mobilă.

Rutarea apelului la un PSAP se bazează pe un algoritm convenit între toți operatorii de telefonie mobilă și componentele naționale ale 112. În unele situații, operatorul de telefonie mobilă trebuie să facă un apel și o conexiune de la PSAP la IVS (care este instalat în vehicul).

De asemenea, este importantă comunicarea dintre producătorii de dispozitive IVS și producătorii de vehicule pe care sunt instalate dispozitivele, pentru a armoniza atât cerințele de declanșare a apelului de urgență 112 și modul în care să se stabilească un set minim de date care trebuie să fie incluse în comunicare către PSAP, având în vedere faptul că unele dintre datele din setul de date se referă la cerințe obligatorii atunci când apelul este deja declanșat (localizarea geografică, direcția de deplasare, etc.);

- aspectele tehnice. În scopul de a respecta termenele de punere în aplicare a eCall sistemului european (de exemplu, în toate vehiculele noi ale unui anumit tip trebuie să fie instalat un dispozitiv funcțional IVS de la 31 martie 2018 pentru autoturisme și vehicule comerciale ușoare), fiind necesară găsirea și implementarea unor soluții tehnice de către toți producătorii de automobile care oferă autoturisme și vehicule comerciale ușoare în UE.

Atât operatorii de telefonie mobilă trebuie să facă modificări tehnice pentru punerea în aplicare a mecanismelor specifice eCall, cât și sistemele unice naționale pentru apeluri de urgență 112 trebuie să găsească soluții tehnice și să le implementeze pentru a răspunde la apeluri eCall, astfel încât să se inițieze și să efectueze în mod eficient serviciile de urgență care se impun. Sunt necesare schimbări majore în infrastructura hardware și software, fapt ce poate determina modificări structurale în configurația tehnică a sistemului eCall;

- completarea cadrului legislativ și organisme de reglementare. Sistemul eCall a necesitat eforturi ample de comunicare și colaborare între cei implicați, cu sprijinul Comisiei Europene, prin regulamente ale instituțiilor și organismelor, atât la nivel european și la nivel național în fiecare stat membru.

Tratatele internaționale, directivele sau prevederi din directive, standarde, proceduri, protocoale și alte tipuri de reglementări UE prezintă soluțiile convenite pentru crearea unui sistem eficient eCall.

În vederea stabilirii potențialelor modele de afaceri, este necesară definirea cheltuielilor și veniturile pentru serviciul eCall. Sunt propuse două modele pentru implementarea serviciului eCall (Carutasu, Botezatu, Botezatu, & Pop, 2010).

Primul model se bazează pe PSAP privat, MSD (3GPP, 2012), fiind primit de către un PSAP privat, administrat de societățile de asigurare sau de producătorii de automobile.

După ce a primit datele referitoare la accident, operatorul PSAP decide dacă există elementele care identifică situația de urgență. În acest caz, operatorul, în conformitate cu Legea nr/160/2008 privind punerea în aplicare a SNUAU, transferă apelul către Serviciul de Telecomunicații Speciale, care este administratorul unic al sistemului. STS, anunță, în funcție de detaliile și gravitatea accidentelor, autoritățile competente, Inspectoratul de Poliție sau Inspectoratul pentru Situații de Urgență.

Conform procedurii, aceste autorități trebuie să închidă cazul de urgență (după ce a fost rezolvată) și să raporteze la PSAP. Datele de închidere sunt raportate de STS către PSAP-ul privat, care inițiază procedura. PSAP privat ar putea obține venituri din vânzarea de rapoarte diverse către terțe părți (societăți de asigurări, companii de transport etc.).

Al doilea model de afaceri se bazează în întregime pe SNUAU administrat de STS. În acest caz, SNUAU primește MSD cu detaliile accidentului, anunță autoritățile competente, închide dosarul de caz de urgență și ar putea vinde diverse rapoarte către terțe părți.

Este de așteptat ca toate costurile implicate de punerea în aplicare, operarea și întreținerea să fie ridicate în ambele modele.

În cazul modelului de afaceri cu PSAP privat, costurile de implementare sunt foarte mari, deoarece, nici una dintre companiile românești din asigurări sau domeniul transporturilor, în concordanță cu studiul efectuat, pe bază de chestionar în decembrie 2009- februarie 2010, nu a fost interesat să dezvolte propriul PSAP. Așa că, în cazul în care oricărei inițiative a unei companii de a dezvolta astfel de PSAP, sunt prezentate următoarele cerințe:

- să fie conectat la toate liniile de telefonie, pentru a primi un set de date;
- să extragă din MSD codul VIN și să interogheze baza de date a EUCARIS pentru a stabili marca, modelul, tipul, culoarea etc. vehiculului implicat în accident;
- să decidă, după un apel vocal sau un alt pas procedural, dacă cazul reprezintă o situație de urgență, fiind necesară existența propriului centru de apel;

- să colecteze date de închidere ale foii de caz de la STS și să pregătească rapoarte cu valoare adăugată pentru terți.

În cazul în care se optează pentru PSAP public, toate aceste operațiuni sunt acoperite în prezent în situații clasice de urgență 112. Elementele suplimentare ce mai necesită a fi dezvoltate sunt următoarele:

- pregătirea sistemului de primire MSD, presupunând că dezvoltarea unui modul software suplimentar față de sistemului existent;
- completarea infrastructurii hardware cu servere pentru comutarea și înregistrarea de date și apeluri vocale suplimentare;
- testarea întregului lanț al serviciului eCall și, de asemenea, în situații transfrontaliere;
- elaborarea procedurii speciale pentru preluarea apelurilor eCall.

În lucrarea (Carutasu, 2016) au fost prezentate barierele actuale vizând implementarea eCall. În (Seidl, Carroll, & Cuerden, 2015), autorii evaluează perspectiva declanșării automate a eCall, pe baza studiului de caz din Marea Britanie. Studiul este realizat folosind datele colectate în perioada 2000 și 2010, a accidentelor rutiere auto din Marea Britanie. Au fost luate în considerare două situații automate de declanșare. Prima ia în considerație, generarea eCall, în cazul în care în urma accidentului, sunt declanșate airbag-ului frontal și lateral. A doua situație automată de declanșare luată în considerare este declanșarea oricărui airbag în urma accidentului.

Potrivit studiului, luând în calcul prima condiție de generare a eCall, pot fi raportate doar 20% din totalul rănilor (inclusiv decese, răni grave și ușoare). Pentru a doua situație, în care activarea eCall se face în urma declanșării oricărui airbag, condiția de declanșare acoperă peste 65% din accidente, cu valori și mai mari (85%), în cazul accidentelor mortale și grave.

Studiul presupune că serviciul eCall a funcționat în toate cazurile de accident. O primă concluzie se referă la alegerea sistemelor de declanșare a eCall, grupul de senzori care declanșează serviciul automat de apel de urgență rămânând la alegerea producătorul mașinii și nefiind standardizat în acest moment, astfel încât să reproducă cât mai fidel gravitatea accidentului. Intenția de adoptare a serviciului eCall pentru autovehiculele vechi a fost prezentată în (Perju-Mitran, Zirra, Căruțașu, Pîrjan, & Stănică, 2020). Beneficiile rezultate ca urmare a implementare a serviciului eCall, pentru vehiculele vechi, prezentată în (Zirra, Perju-Mitran, Caruțașu, Pîrjan, & Garais, 2020) evidențiază impactului pozitiv al implementării serviciului la nivel european.

5.2 Noua generație de sisteme unice de urgență

Chiar dacă scopul principal al sistemului eCall este de a salva vieți, prin reducerea timpului de intervenție a echipelor de salvare de către o localizare corectă, altă problemă care poate apărea este eficiența costurilor.

În (Căruțașu et al., 2010), sunt prezentate o serie de modele de afaceri pentru agregarea datelor obținute ca urmare a unui accident.

Primul model, este de prevenire a furturilor în cazul raportării false de daune auto, atunci când proprietarul raportează accidente companiilor de asigurări pentru a recupera daune nerealiste. Așa că, compania de asigurări ar putea compara datele reale ale accidentului cu cele raportate. Al doilea model, este prezentarea printr-o aplicație GIS, a locului accidentelor în timp real și de a oferi rute alternative pentru conducătorii auto.

Al treilea model de afaceri, este utilizarea datele privind accidentele pentru a studia impactul unor diverse măsuri de securitate, sau filtrarea după producătorul auto, modelul auto etc. Integrarea datelor eCall la Centrul de Management al Traficului este o necesitate, pentru utilizarea corectă a datelor în timp real, pentru luarea de măsuri eficiente de gestionare a traficului în timp real.

Actual, datorită răspândirii pe scară largă a aplicațiilor pentru smartphone, șoferii folosesc aceste aplicații, pentru stabilirea rutei, pentru destinație necunoscute, care poate indica locul accidentelor în timp real, folosind conexiunea on-line.

Limitarea serviciului eCall exclusiv la utilizarea datelor, sub forma MSD și comunicații de voce, folosind obligatoriu un număr de înregistrare într-o rețea de telefonie mobilă, din motive de securitate, ar putea fi depășite prin utilizarea tehnologiei IoT.

În (Manso, Guerra, Carjan, & Jigman, 2016), este prezentat proiectul NEXES, care propune un concept extins de conținutul mesajului de urgență, inclusiv apeluri video, mesaje multimedia de la aplicații de smartphone, social media, Voice-over-IP (VoIP) sau text în timp real (RTT). În lucrarea (Subudhi, Catal, Tcholtchev, Chiu, & Rebahi, 2019) sunt prezentate rezultatele preliminare ale testelor efectuate pentru arhitectura propusă prin proiectul EMYNOS.

Cu toate că, sunt publicate unele arhitecturi de referință ale noii generații de servicii de urgență ca documente de poziție de diferiți actori implicați în domeniu (EENA, 2013), definirea următoarei generații de servicii de urgență este un proces în derulare, un pas important fiind făcut de către ETSI (European Telecommunications Standards Institute –

Institutul European de Standardizare în Telecomunicații) prin publicarea specificațiilor tehnice referitoare la elementele de bază privind accesul în rețea la serviciile de urgență (ETSI, 2019).

Oricum, trebuie subliniată diferența dintre facilitățile de astăzi de comunicare (de exemplu, prin apel vocal, MMS, conținut extins al aplicațiilor etc.) și cele aprobate și utilizate de serviciile de urgență, fiind recunoscute ca atare numai apelurile vocale.

Deci, chiar dacă implementarea eCall început în urmă cu zece ani, serviciul fiind operațional din 2017 pentru PSAP și 2018 pentru vehiculele M1 și N1, întâmpinând încă o serie de bariere legate de adoptarea tehnologiei eCall pentru mașinile vechi. Nu se poate estima că astfel de sisteme complexe necesare pentru a fi puse în aplicare, pentru a asigura serviciile descrise mai sus, să fie disponibile în curând.

Astfel, în (Kate, Karnavat, Ahirrao, & Holkar, 2015), se prezintă o altă utilizare a smartphone-urilor în prevenirea accidentelor. Autorii au descoperit o legătură directă între utilizarea telefonului la volan și accidentele auto. Așa că, ei au propus un ”sistem de mașini inteligente”, prin care viteza vehiculului este limitată în timpul apelurilor.

De asemenea, au proiectat un sistem automat de mesaje text care conține date despre accident, fiind trimis la urgență și, așa-numiții ”gardieni”.

Propunerea de înlocuire a IVS cu smartphone, poate oferi o soluție pentru vehiculele aflate în uz, pentru că, chiar dacă sistemul eCall este obligatoriu începând cu 2018 și Comisia Europeană se așteaptă să aibă o masă critică în 2025 și o implementare completă în 2035, vehiculele mai vechi nu a putut beneficia de acest serviciu.

În acest sens, folosirea unui smartphone conectat la mașină, care va declanșa automat eCall, reprezintă o piață mai mare de desfacere pentru furnizorii de IVS decât pentru mașinile noi.

5.3 Posibile extinderi ale funcționalităților eCALL

O primă extindere a funcționalităților serviciului eCall este prezentată în (Carutasu & Carutasu, 2019) și care prezintă adaptarea eCall pentru locuințe rezidențiale.

Astfel, IVS este înlocuit de către In House-System (IHS). Schema de principiu a dispozitivului este prezentată în figura 5.1.

Adaptarea MSD pentru mediul rezidențial presupune redefinirea informației transmise, sub următoarea formă:

- identificator mesaj: versiunea formatului MSD;
- activare: automat / manual;

- tip apel: urgența sau apel de test;
- tip clădire rezidențială: rezidență independentă, rezidență în apartament de bloc;
- număr cadastral unic (Agenția Națională pentru Cadastru și Publicitate Imobiliară);
- sistem de încălzire: gaze naturale, electric, combustibil solid etc;
- marca temporală: marca temporală a incidentului;

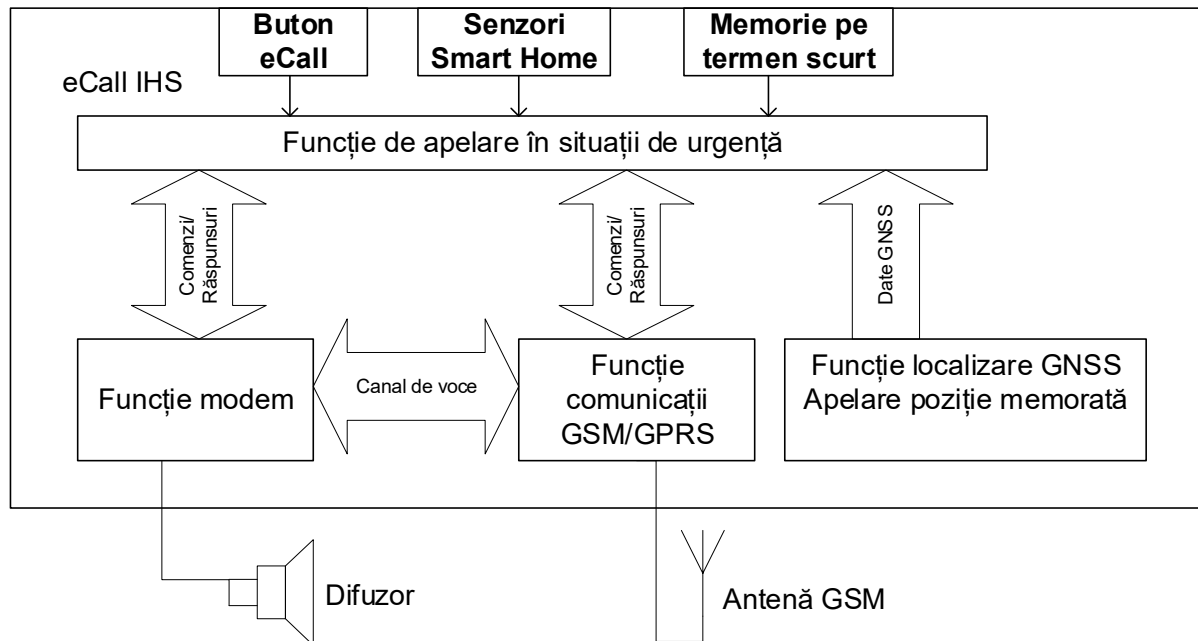


Figura 5. 1 Schema de principiu IHS (Căruțașu & Căruțașu, 2019)

- locația rezidenței: configurat la parametrizarea inițială a dispozitivului IHS și redată, folosind numărul cadastral unic prin interogarea bazei de date a Agenției Naționale pentru Cadastru și Publicitate Imobiliară;
- valori recente ale senzorilor: valori recente ale senzorilor prin apelarea memoriei pe termen scurt;
- numărul de rezidenți: valori obținute prin interogarea bazei de date a Direcția pentru Evidența Persoanelor și Administrarea Bazelor de Date sau prin valorile senzorilor amplasați în rezidență;
- date opționale.

5.4 eCALL în context pandemic

Plecând de la exemplul anterior, privind posibilitatea utilizării serviciului eCall pentru alarmarea PSAP cu privire la derularea unor evenimente care pot pune în pericol viața rezidenților (incendiu, acces neautorizat), în contextul pandemic actual se poate considera o regândire a tehnologiei eCall pentru avertizarea deteriorării stării de sănătate a unei persoane. Evoluția pandemică a scos în evidență limitarea resurselor medicale necesare pentru tratarea formelor severe ale bolii cauzate de COVID 19 și necesitatea existenței unor forme de supraveghere ale pacienților aflați în carantină sau izolați la domiciliu. Modalitatea actuală a verificării stării de sănătate a pacienților tratați la domiciliu presupune apelarea telefonică de către medicul de familie a pacientului.

Evoluția impredictibilă a bolii, prin care cazuri evaluate inițial cu forme ușoare care evoluează către forme severe în intervale scurte de timp, care necesită tratament specializat sub supraveghere medicală sau internarea în secții ATI (Anestezie și Terapie Intensivă), ar putea fi monitorizată prin sisteme personale de supraveghere a stării de sănătate. Printre simptomele infecției cu SARS COV 2 (WHO, 2019) și evoluția ulterioară, care poate conduce la forme severe, indică o stare febrilă și scăderea saturației de oxigen în sânge (Wang et al., 2020).

Monitorizarea temperaturii, pulsului cardiac, tensiunii arteriale și a saturației de oxigen poate fi realizată prin dispozitive portabile inteligente, exemplificate prin termometre portabile inteligente (Shruthi & Sharanya, 2018), ceasuri inteligente care pot măsura tensiunea arterială, pulsul cardiac și saturația de oxigen din sânge (Lazazzera, Belhaj, & Carrault, 2019), împreună cu arhitectura de referință (Jovanov, 2019) pentru servicii de urgență personale, care să permită alarmarea sistemelor de urgență în baza declanșării de către senzorii prezentați anterior a PSAP.

5.5 Concluzii

Continua dezvoltare a dispozitivelor de comunicații personale, ca smartphone, tablete, laptop-uri arată necesitatea modernizării PSAP pentru a primi apeluri generate în afara rețelelor de telefonie fixe sau mobile și tratarea acestora ca apeluri de urgență, existând situații în care accesul la rețelele mobile este indisponibil dar există acces la rețele WiFi.

De asemenea, din cauza atacurilor teroriste recente, a devenit evident necesară crearea unei legături între apelurile de urgență și alte sisteme de securitate, care pot oferi imagini sau date de la locul incidentului (CCTV sau imagini satelitare). Au fost identificate și posibile extinderi ale serviciului eCall, ca modalitate de alarmare pentru situații de urgență în clădiri rezidențiale și eCall personal.

În plus, în situația pandemică COVID 19, prin existența unei cereri mari de servicii de terapie intensivă, sunt necesare măsuri adiacente, care să poată reduce numărul de persoane care necesită servicii medicale în ATI. eCall nu participă direct la diminuarea răspândirii pandemice dar poate reduce numărul de victime ale accidentelor rutiere care necesită îngrijiri medicale în ATI.

Bibliografie

1. 3GPP. (2012). *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; eCall data transfer; In-band modem solution (Release 11)*. Retrieved from <http://www.3gpp.org>
2. Carutasu, G. (2016). Further challenges of eCall service and infrastructure. In *MIT Conference Workshop 2016* (pp. 68–72).
3. Carutasu, G., Botezatu, C., Botezatu, C. P., & Pop, P. D. (2010). Business Models For Extending Of 112 Emergency Call Center Capabilities With E-Call Function Insertion. *Annals of Faculty of Economics, 1(2)*, 1177–1182.
4. Carutasu, G., & Carutasu, N. L. (2019). Enhanced security and alerting system in the context of Internet of Things and cloud facilities. *Research and Science Today Journal, Supplement*, 16–25.
5. EENA. (2013). *Next Generation 112 Long Term Definition*. Retrieved from www.EENA.org
6. ETSI. (2019). *TS 103 479 - V1.1.1 - Emergency Communications (EMTEL); Core elements for network independent access to emergency services*.
7. Jovanov, E. (2019). Wearables Meet IoT: Synergistic Personal Area Networks (SPANs). *Sensors, 19(19)*, 4295. <https://doi.org/10.3390/s19194295>
8. Kate, V., Karnavat, A., Ahirrao, T., & Holkar, S. (2015). Smart Car System. *International Journal of Innovative*. Retrieved from <http://www.ijird.com/index.php/ijird/article/view/60826>
9. Lazazzera, R., Belhaj, Y., & Carrault, G. (2019). A New Wearable Device for Blood Pressure Estimation Using Photoplethysmogram. *Sensors, 19(11)*, 2557.
10. Perju-Mitran, A., Zirra, D., Căruțașu, G., Pîrjan, A., & Stănică, J.-L. (2020). Applying the Technology Acceptance Model to Assess the Intention to Use an Aftermarket eCall Based on 112 Device for Passenger Vehicles to Ensure Sustainable Rescue Operations on European Roads. *Sustainability, 12(22)*, 9488.

11. Seidl, M., Carroll, J., & Cuerden, R. (2015). eCall–Defining Accident Conditions for Mandatory Triggering of Automatic Emergency Calls. In *24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) National Highway Traffic Safety Administration*. Retrieved from <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/proceedings/24/files/24ESV-000137.PDF>
12. Shruthi, P., & Sharanya, M. (2018). IOT BASED MEASUREMENT OF BODY TEMPERATURE USING MAX30205. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3913–3915. Retrieved from www.irjet.net
13. Subudhi, B. S. K., Catal, F., Tcholtchev, N., Chiu, K. T., & Rebahi, Y. (2019). Performance testing for VoIP emergency services: A case study of the Emynos platform. In *Procedia Computer Science* (Vol. 151, pp. 287–294). Elsevier B.V.
14. Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., ... Peng, Z. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China JAMA | Original Investigation | CARING FOR THE CRITICALLY ILL PATIENT. *JAMA*, 323(11), 1061–1069.
15. WHO. (2019). Advice for the public. Retrieved November 12, 2020, from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>
16. Zirra, D., Perju-Mitran, A., Caruțasu, G., Pîrjan, A., & Garais, E. G. (2020). An analysis of the socio-economic and human life impact of implementing the eCall In Vehicle System (IVS) in the purpose of ensuring sustainable, improved rescue operations on European roads. *Sustainability (Switzerland)*, 12(13).

Indiferent de etapa de dezvoltare economică sau de regiunea geografică analizată, procesul investițional este singura modalitate prin care națiunile pot evolua, standardul de viață al indivizilor poate fi îmbunătățit, forța competitivă a firmelor devine mai puternică, iar țări din întreaga lume se pot bucura de prosperitate și progres.

Mai mult, cu cât investițiile se realizează în domenii în care pot genera efecte pozitive asupra întregii societăți, cu atât este mai important ca fundamentarea deciziilor de investiții să se realizeze pe baza rezultatelor obținute din analize de profil ample, bine documentate și finalizate cu seriozitate și simț de răspundere.

Analiza cost-beneficiu este unul dintre cele mai potrivite instrumente de analiză a proiectelor de investiții, alături de numeroase expertize, studii tehnice, studii de impact, activități de cercetare științifică etc. Astfel, lucrarea de față a dorit să evidențieze atât aspectele teoretice ale diverselor instrumente de cercetare și analiză care pot fi utilizate pentru evaluarea eficienței și impactului implementării unei tehnologii performante într-un anumit domeniu, în acest caz eCall In Vehicle System, cât și diverse aspecte cu aplicabilitate practică.

Conținutul lucrării se adresează atât specialiștilor, cât și nespecialiștilor în domeniul economic, precum și tuturor celor interesați de modul în care o tehnologie de vârf parcurge drumul de la „planșeta de proiectare”, la viața noastră de zi cu zi, ajutându-ne să evoluăm și să ne bucurăm de condiții mai bune și mai sigure în activitățile desfășurate.

Autorii

