

RAPORT ȘTIINȚIFIC

privind implementarea proiectului

NOI TEHNOLOGII DE REALITATE EXTINSĂ PENTRU AUGMENTARE COGNITIVĂ PRIN SUPRAPUNEREA DE EXPERIENȚE INTERACTIVE

În perioada septembrie – decembrie 2025 (etapa nr. 1)

Cod proiect	PN-IV-PCB-RO-MD-2024-0130
Nr. contract	14PCBROMD/2025
Acronim	Super-XR
Director proiect	Radu-Daniel VATAVU
Contractor	Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava str. Universității nr. 13 Suceava 720229 România
Pagina web	https://mintviz.usv.ro/projects/SuperXR

Cuprins

1. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ: ANALIZA SISTEMATICĂ A LITERATURII PRIVIND AUGMENTAREA COGNITIVĂ ÎN MEDII DE REALITATE EXTINSĂ.....	2
1.1. Proiectarea studiului	3
1.2. Analiza bibliografică	5
1.3. Teme abordate și rezultate principale	6
2. INFORMĂRI ÎN DIVERSE COMUNITĂȚI PRIVIND PROIECTUL ȘI TEMATICA CERCETĂRII DIN REALITATEA EXTINSĂ ȘI AUGMENTAREA COGNITIVĂ.....	14
3. SUMAR AL PROGRESULUI	17
4. REZUMAT EXECUTIV AL ACTIVITĂȚILOR REALIZATE ÎN PERIOADA DE IMPLEMENTARE (max. 1 pag.).....	17
REFERINȚE	18

1. DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ: ANALIZA SISTEMATICĂ A LITERATURII PRIVIND AUGMENTAREA COGNITIVĂ ÎN MEDII DE REALITATE EXTINSĂ

Augmentarea cognitivă reprezintă folosirea tehnologiei (e.g., dispozitive portabile, inteligența artificială sau mediile de realitate virtuală) pentru a dezvolta abilitățile umane care implică procese cognitive, cum ar fi memoria, atenția sau învățarea. În acest context, legătura dintre procesul augmentării și cel al interacțiunii cu tehnologia este una directă. De exemplu, Stanney *et al.* (2009) au definit augmentarea cognitivă ca fiind *“a form of human-systems interaction in which a tight coupling between user and computer is achieved via physiological and neurophysiological sensing of a user's cognitive state”* (p. 195), unde calculatorul detectează starea cognitivă a utilizatorului pentru a adapta răspunsul furnizat în timp real. În acest sens, trei componente sunt importante pentru sistemele de augmentare cognitivă: (i) senzorii pentru evaluarea stării cognitive a utilizatorului, (ii) strategiile de adaptare și (iii) metoda de control.

Într-un context mai larg, Raisamo *et al.* (2019) au propus o definiție și un model al augmentării umane, susținând faptul că augmentări non-invazive ale corpului uman sunt posibile folosind realitatea augmentată (AR) și tehnologiile portabile, spre deosebire de tehnicile invazive ce presupun intervenții medicale. Mai mult, autorii fac distincția dintre *“human enhancement”* (i.e., folosirea tehnologiei pentru a selecta sau altera caracteristici și capacități umane, de regulă implicând soluții chirurgicale sau folosirea stimulenților chimici) și *“human augmentation”* (i.e., folosirea tehnologiei pentru a crește productivitatea și capabilitățile umane). Definiția propusă este: *“Human augmentation is an interdisciplinary field that addresses methods, technologies and their applications for enhancing sensing, action and/or cognitive abilities of a human. This is achieved through sensing and actuation technologies, fusion and fission of information, and artificial intelligence (AI) methods.”* (p. 132). În cadrul acesteia, augmentarea cognitivă este obținută în urma evaluării stării cognitive a utilizatorului, interpretării acesteia și adaptării răspunsului calculatorului pentru a se alinia cât mai bine nevoilor utilizatorului. Legătura cu interacțiunea naturală om-calculator este discutată în mod explicit în Raisamo *et al.* (2019), care au descris augmentarea umană ca fiind o nouă paradigmă de interacțiune ce combină paradigme anterioare, cum ar fi interacțiunile specifice interfețelor utilizator grafice (GUI), realității virtuale (VR), sistemelor omniprezente (Ubicomp) și realității augmentate (AR). Villa *et al.* (2023) au examinat percepții subiective privind augmentarea umană folosind diverse scenarii reprezentate de augmentări senzoriale, motorii și cognitive. Rezultatele au scos în evidență faptul că tipul augmentării și prezența unei dizabilități au un efect asupra atitudinilor privind augmentarea umană.

O serie de articole (Cinel *et al.*, 2019; Kelley *et al.*, 2019; Prather *et al.*, 2020; Marois și Lafond 2022; Villa *et al.*, 2025) au trecut în revistă contribuții științifice în augmentarea cognitivă și sunt de interes pentru studiul nostru. De exemplu, Villa *et al.* (2025) au realizat o examinare a augmentării cognitive din perspectiva controlului utilizatorului asupra acțiunilor proprii și efectelor acestor augmentări, analizând un număr de 27 de articole din domeniile neurotehnologiei, integrării om-calculator, realităților virtuale și augmentate și inteligenței artificiale; un rezultat al acestei examinări a fost evidențierea lipsei de metode obiective care să permită măsurarea controlului în folosirea de tehnologii de augmentare cognitivă. Cinel *et al.* (2019) au adoptat perspectiva tehnologiilor pentru observarea și influențarea activității creierului, două aspecte importante în augmentarea cognitivă. Prather *et al.* (2020) au efectuat o analiză sistematică a literaturii științifice, incluzând 104 lucrări, privind augmentarea cognitivă dinamică prin intermediul realităților



imersive, punând accent pe identificarea provocărilor și discuția perspectivelor acestui domeniu; autorii au scos în evidență lipsa informațiilor pentru aplicarea în scenarii practice ca o limitare importantă a potențialului acestor contribuții. Adoptând perspectiva factorilor umani, Marois și Lafond (2022) au efectuat un studiu al literaturii științifice privind tehnici de augmentare cu aplicare în creșterea productivității muncii, cum ar fi vizând aspecte legate de acuratețea realizării sarcinilor, eficiența muncii, managementul erorilor. Kelley *et al.* (2019) au realizat o analiză a stadiului curent în augmentarea cognitivă pentru operațiuni militare, discutând intervenții, funcții cognitive și tipul augmentării dintr-un număr de 136 lucrări.

Cu toate că aceste studii anterioare au scos în evidență aspecte importante ale augmentării cognitive folosind diverse tehnologii, informațiile sunt limitate privind folosirea realității extinse. Prin urmare, am efectuat în cadrul etapei un studiu de tip SLR (Systematic Literature Review) centrat pe această perspectivă.

1.1. Proiectarea studiului

Am proiectat studiul literaturii științifice urmând recomandările privind bune practici în realizarea SLR oferite de Siddaway *et al.* (2019), incluzând identificarea bazelor de date științifice, alegerea cuvintelor cheie, realizarea interogărilor, stabilirea criteriilor de eligibilitate, după cum urmează. Am identificat bazele de date ACM Digital Library (DL)¹ și IEEE Xplore² ca direct relevante pentru tematica studiului. În special, ACM DL conține publicații ale conferințelor specializate VRST (Virtual Reality Software and Technology) iar IEEE Xplore ale conferințelor ISMAR (International Symposium on Mixed and Augmented Reality), VR/3DUI (IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces) și AixVR (IEEE Conference on AI and Extended & Virtual Reality), evenimente științifice de top în domeniul tehnologiei XR.

O primă căutare exploratorie privind augmentarea cognitivă:

```
"query": { Title:(cognit* AND (augment* OR enhance* OR amplif*)) }  
"filter": { ACM Content: DL }
```

a condus la 112 rezultate din ACM DL (26 octombrie 2025). Fiind o căutare generică, cu multe rezultate situate în afara domeniului acestui studiu, cum ar fi “cognitive diagnosis”³ sau “cognitive attack”⁴, aceasta a scos în evidență terminologie specifică, din care am selectat cuvinte cheie pentru o nouă interogare:

```
"query": { Title:("cognitive augmentation" OR "augmented cognition" OR "augmented human cognition"  
OR "cognitive support" OR "augmented cognitive" OR "enhanced cognition" OR "enhanced cognitive" OR  
"cognitive enhancement" OR "cognitive training") }  
"filter": { ACM Content: DL }
```

cu un număr de 47 de rezultate. Într-un al treilea pas, am adăugat cuvinte cheie specifice mediilor de realitate extinsă, conform scopului acestui studiu, rezultând interogarea finală:

¹ <https://dl.acm.org>

² <https://ieeexplore.ieee.org>

³ <https://doi.org/10.1145/3746027.3754819>

⁴ <https://doi.org/10.1145/3704413.3765312>

```
"query": { Title:(("cognitive augmentation" OR "augmented cognition" OR "augmented human cognition" OR "cognitive support" OR "augmented cognitive" OR "enhanced cognition" OR "enhanced cognitive" OR "cognitive enhancement" OR "cognitive training") AND ("extended reality" OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "mixed reality" OR XR OR VR OR AR OR MR)) }
```

```
"filter": { ACM Content: DL }
```

care a condus la doar 4 rezultate. În continuare, am schimbat sursa căutării în rezumatele articolelor (*en.*: abstract) și, respectiv, în baza de date extinsă ACM Guide to Computing Literature⁵ ajungând la un număr de 19 rezultate în funcție de titlu și 63 în funcție de rezumat: în total, 82 de rezultate.

Formele adaptate ale celor două interogări, conform specificului sintaxei IEEE Xplore, au fost:

```
((("Abstract": "cognitive augmentation") OR ("Abstract": "augmented cognition") OR ("Abstract": "augmented human cognition") OR ("Abstract": "cognitive support") OR ("Abstract": "augmented cognitive") OR ("Abstract": "enhanced cognition") OR ("Abstract": "enhanced cognitive") OR ("Abstract": "cognitive enhancement") OR ("Abstract": "cognitive training"))) AND ((("Abstract": "extended reality") OR ("Abstract": "virtual reality") OR ("Abstract": "augmented reality") OR ("Abstract": "mixed reality") OR ("Abstract": XR) OR ("Abstract": MR) OR ("Abstract": AR) OR ("Abstract": VR)))
```

```
((("Document Title": "cognitive augmentation") OR ("Document Title": "augmented cognition") OR ("Document Title": "augmented human cognition") OR ("Document Title": "cognitive support") OR ("Document Title": "augmented cognitive") OR ("Document Title": "enhanced cognition") OR ("Document Title": "enhanced cognitive") OR ("Document Title": "cognitive enhancement") OR ("Document Title": "cognitive training"))) AND ((("Document Title": "extended reality") OR ("Document Title": "virtual reality") OR ("Document Title": "augmented reality") OR ("Document Title": "mixed reality") OR ("Document Title": XR) OR ("Document Title": MR) OR ("Document Title": AR) OR ("Document Title": VR)))
```

conducând la 57 de rezultate în funcție de rezumate și 21 în funcție de titlul articolelor = 78 de rezultate.

În total, am alcătuit un set de $82+78=160$ de lucrări, dintre care am eliminat 27 duplicate (16.9%) datorită identificării acelorași lucrări atât după titlu cât și rezumat, precum și indexării în ambele baze de date bibliografice. Restul de 133 de lucrări au fost analizate conform următoarelor criterii de eligibilitate (EC):

- **EC1. Lucrări științifice accesibile.** Lucrarea trebuie să fi fost evaluată în cadrul unui proces de tip peer-review, cum ar fi lucrări incluse în volumele conferințelor sau articole publicate în reviste. Am exclus descrieri ale volumelor (*en.*: proceedings entries), ateliere științifice (*en.*: workshops), prelegeri invitate (*en.*: keynotes), cursuri, tutoriale, etc. De asemenea, lucrarea trebuie să fie disponibilă cu textul complet și redactată în limba engleză. De exemplu, am exclus descrierea unui workshop (Li *et al.*, 2025), care a fost inclusă sub forma unui rezumat extins (*en.*: extended abstract)

⁵ În plus față de ACM Full-Text Collection, the ACM Guide to Computing Literature este cea mai mare bază de date bibliografică centrată exclusiv pe domeniul calculatoarelor și tehnologiei informației, cu 3.9 milioane de înregistrări la momentul efectuării interogării (26.10.2025), incluzând și alte edituri decât ACM, cum ar fi Springer, John Wiley & Sons, McGraw-Hill, Prentice-Hall, CRC, etc. <https://libraries.acm.org/digital-library/acm-guide-to-computing-literature>

în volumul conferinței Augmented Humans (AH '25), respectiv Goodman (2016), un rezumat al unei prelegeri invitate în cadrul conferinței Virtual System & Multimedia (VSMM '16). Aplicând acest criteriu, am eliminat 8 lucrări (5.0%).

- **EC2. Lucrări care adresează realitatea extinsă.** Am exclus lucrările care doar menționau numele sau tehnologiile XR sau realități conexe (AR/MR/VR), dar care nu făceau scopul lucrării. De exemplu, am exclus Sood (2020) întrucât nu aborda realitatea extinsă, ci cuvântul “reality” a apărut într-o combinație incidentală cu celelalte cuvinte cheie ale interogării. Prin aplicarea acestui criteriu, am eliminat 4 lucrări (2.5%).
- **EC3. Lucrări care adresează augmentarea cognitivă.** Am exclus acele lucrări care nu priveau direct prezentarea de tehnici, metode, sisteme sau aplicații pentru augmentarea cognitivă, cum ar fi lucrări științifice care adresau doar aspecte sau tehnologii pentru evaluarea stării cognitive. De exemplu, Zhao *et al.* (2016) au prezentat o tehnologie integrată în ochelari VR/AR pentru măsurare electroencefalografică și electrooculografică, fără a adresa aplicații în augmentarea cognitivă. Aplicând acest criteriu, am eliminat 12 lucrări (7.5%).
- **EC4. Lucrări care adresează întreaga plajă de utilizatori.** Am exclus lucrări cu teme specifice accesibilității sau tehnologii de asistență a utilizatorilor cu diverse dizabilități, în special cognitive; de exemplu, Corrigan *et al.* (2023) au adresat persoane cu ADHD. De asemenea, am exclus lucrările care au adresat declinul cognitiv pentru persoanele în vârstă; de exemplu, Chiu *et al.* (2023) au examinat intervenții terapeutice folosind realitatea virtuală pentru creșterea stării de bine a adulților în vârstă cu dizabilități de ordin cognitiv. Prin aplicarea acestui criteriu, am eliminat un număr de 72 de lucrări (45.0%), prea specifice pentru scopul studiului nostru.
- **EC5. Lucrări cu contribuții distincte.** Atunci când aceiași autori au publicat aceeași contribuție în diverse forme, de exemplu întâi ca un poster apoi o lucrare completă, am păstrat doar forma cea mai extinsă de prezentare a contribuției. De exemplu, am eliminat Olaosebikan (2022) și am păstrat Olaosebikan *et al.* (2022). Aplicând acest criteriu, am eliminat două lucrări (1.2%).

Clasificarea lucrărilor conform acestor criterii a fost realizată în mod independent de către doi cercetători, pentru care procentul de consens a fost $117/133=88.0\%$ iar coeficientul de concordanță Gwet⁶ $AC1=.863$, ceea ce indică un nivel aproape perfect (aflate între .800 și 1.000), conform scalei Landoch-Koch.⁷ Cei doi evaluatori au confruntat și discutat diferențele, ajungând la consens total. În final, am obținut ca urmare a acestui proces un set alcătuit din 35 de lucrări științifice eligibile, din care am extras informații de natură bibliografică (secțiunea 2.2), respectiv temele și principalele rezultate (secțiunea 2.3).

1.2. Analiza bibliografică

Lucrările eligibile au fost publicate în intervalul 2007-2025, majoritar în cadrul volumelor conferințelor (27/35=77.1%) față de articole în reviste (8/35=22.9%), în colective cu un număr median de 4 autori

⁶ Kilem Li Gwet. 2010. Computing Inter-Rater Reliability and Its Variance in the Presence of High Agreement. *Brit. J. Math. Statist. Psych.* 61 (2010), 29–48. <https://doi.org/10.1348/000711006X126600>

⁷ irrCAC-benchmarking. Interpreting the Magnitude of Agreement Coefficients. <https://cran.r-project.org/web/packages/irrCAC/vignettes/benchmarking.html>



($M=4,09$ și $SD=1,87$). Majoritatea lucrărilor au provenit de la editura IEEE ($14/35=40.0\%$), urmată de ACM ($8/35=22.9\%$) și Springer ($8/35=22.9\%$), cuprinzând o diversitate a locurilor de publicare, fără ca unul anumit să iasă în evidență; de exemplu, conferința ISMAR (International Symposium of Mixed and Augmented Reality) a apărut de trei ori în setul de date ($3/35$), urmată de PETRA (PErvasive Technologies Related to Assistive Environments, $2/35$), XR Salento (International Conference on Extended Reality, $2/35$), HCII (Human-Computer Interaction International, $2/36$), respectiv revistele Virtual Reality ($2/35$) și International Journal of Human-Computer Studies ($2/35$).

1.3. Teme abordate și rezultate principale

Figurile 1 și 2 prezintă doi nori de cuvinte generați plecând de la titlurile și rezumatele articolelor considerate eligibile în cadrul analizei. Anumite cuvinte ies în evidență în ambele reprezentări, cum ar fi *cognitive, training, virtual, augmented* și *reality*. Descrierile de tip titlu conțin *design* și *support* pentru a face referire la contribuțiile prezentate, în timp ce descrierile din rezumate fac referiri mai specifice, cum ar fi *environment, attention, participants*, sau *performance*. Această privire de ansamblu permite identificarea tipurilor principale de realități (AR, MR, VR) ca parte a domeniului conceptual acoperit de realitatea extinsă (XR), obiectivele principale urmărite (e.g., antrenare, atenție, învățare), precum și caracteristici ale tehnologiilor și aplicațiilor realizate (e.g., immersive) ca și instrumente digitale de augmentare cognitivă.

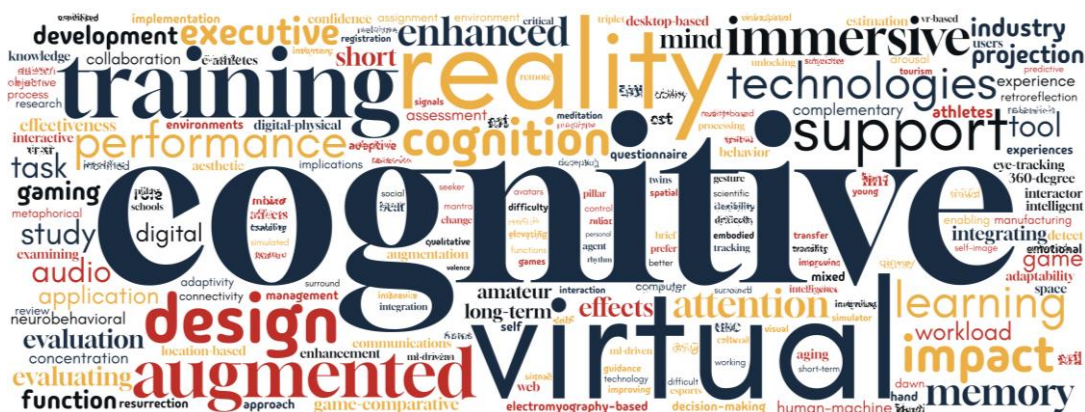


Figura 1. Nor de cuvinte generat folosind titlurile articolelor (N=202, <https://www.wordclouds.com>).



Figura 2. Nor de cuvinte generat folosind rezumatele articolelor (N=1498, <https://www.wordclouds.com>).

Nr. crt.	Referința lucrării	Cuvinte cheie ⁸	Tematica abordată și rezultatul principal
1	J.X. Chen, H. Wechsler. (2007). Human Computer Intelligent Interaction Using Augmented Cognition and Emotional Intelligence. In: Shumaker, R. (eds) <i>Virtual Reality. ICVR 2007. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 4563. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73335-5_23	Intelligent interaction, Emotional intelligence, Human-Computer Interaction	Abordarea integrată a augmentării cognitive, analizând modul în care stări specifice (e.g., oboseală, confuzie, frustrare, distragere) pot fi detectate pe baza informațiilor nonverbale într-un mediu virtual dedicat învățării.
2	D.M. Krum, E.A. Suma, M. Bolas. (2012). Augmented reality using personal projection and retroreflection. <i>Personal and Ubiquitous Computing</i> , 17–26. https://doi.org/10.1007/s00779-011-0374-4	Augmented reality, Head-mounted projection, Training, Retroreflective screens, Pico-projector	Introducerea unui sistem de realitate mixtă, denumit REFLCT, care permite furnizarea de imagini personalizate fiecărui utilizator pentru susținerea activităților de antrenare în cadrul unei echipe.
3	D. Gabana, L. Tokarchuk, E. Hannon, H. Gunes. (2017). Effects of valence and arousal on working memory performance in virtual reality gaming. <i>Proceedings of the 7th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)</i> , 36-41. https://doi.org/10.1109/ACII.2017.8273576	Games, Heart rate variability, Training, Atmospheric measurements, Particle measurements, Real-time systems, Task analysis	Examinarea modului în care memoria de lucru, valența și intensitatea emoțională sunt afectate în cadrul unui joc de realitate virtuală cu diferite niveluri de dificultate. Niveluri semnificativ mai ridicate de valență și intensitate emoțională au fost raportate de participanți în timpul jocului.
4	A. Gunia, B. Indurkha. (2017). A Prototype to Study Cognitive and Aesthetic Aspects of Mixed Reality Technologies. <i>Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Cybernetics (CYBCONF)</i> , 1-6. https://doi.org/10.1109/CYBConf.2017.7985749	Virtual reality, Cognition, Cameras, Prototypes, Visualization, Transmitters, Mood	Prezintarea de diverse abordări și implementări ale augmentării cognitive și examinarea impactului asupra percepției utilizatorilor privind posibilități de interacțiune îmbogățite în mediile de realitate virtuală și augmentată.
5	M. Hudák, B. Sobota, Š. Korečko. (2018). Gesture Control for Cognitive Training Based on VR Technologies. <i>Proceedings of the 16th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)</i> , 209-214. https://doi.org/10.1109/ICETA.2018.8572028	Sensors, Training, Muscles, Electromyography, Task analysis, Standards,	Examinarea impactului interfețelor de control bazate pe folosirea gesturilor în cadrul aplicațiilor de antrenare cognitivă în realitatea virtuală. Realizează conexiunea cu interacțiunile naturale, cu beneficii directe

⁸ Acolo unde articolul nu include cuvinte cheie, acestea au fost extrase din titlu.

		Data gloves	privind performanța cognitivă.
6	M. Lv, L. Wang, K. Yan. (2020). Research on Cultural Tourism Experience Design Based on Augmented Reality. In: Rauterberg, M. (eds.) <i>Culture and Computing. HCII 2020. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 12215. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50267-6_14	Cultural experience, Tourism, Augmented Reality	Explorarea tehnologiilor de realitate augmentată pentru aplicații privind turismul cultural, cu accent pe dimensiunile perceptuale, cognitive și estetice ale experienței furnizate utilizatorilor.
7	L. Reidy, D. Chan, C. Nduka, H. Gunes. (2020). Facial Electromyography-based Adaptive Virtual Reality Gaming for Cognitive Training. In <i>Proceedings of the 2020 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '20)</i> . ACM, New York, NY, USA, 174–183. https://doi.org/10.1145/3382507.3418845	Virtual Reality, Facial electromyography, Cognitive training, Affective computing, Adaptive gaming	Introducerea unei noi paradigme de antrenare cognitive care combină beneficii ale procesului de gamificare, mediilor de realitate virtuală și adaptării afective. Intervențiile aplicate au scos în evidență provocări cognitive ale sarcinilor.
8	E. Redlinger, B. Glas, Y. Rong. (2021). Enhanced Cognitive Training using Virtual Reality: Examining a Memory Task Modified for Use in Virtual Environments. In <i>Proceedings of the 5th International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR 2021)</i> . ACM, New York, NY, USA, 1-8. https://doi.org/10.1145/3480433.3480435	VR, HMD, Gamification, EEG, Cognitive Training	Examinarea impactului feedback-ului vizual asupra imersiunii în medii virtuale prin intermediul căștilor HMD folosind măsurători EEG. Rezultatele empirice au indicat fezabilitatea adaptării sarcinilor de antrenare cognitivă în cazul mediilor de realitate virtuală.
9	C. Kerdvibulvech. (2021). Location-Based Augmented Reality Games Through Immersive Experiences. In: Schmorow, D.D., Fidopiastis, C.M. (eds.) <i>Augmented Cognition. HCII 2021. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 12776. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78114-9_31	Augmented Reality, Immersive experiences, Games	Prezentarea de aplicații de tip jocuri imersive folosind tehnologiile realității augmentate, cum ar fi Human Pacman sau Pokemon Go, discutate din perspectiva augmentării cognitive și recomandărilor pentru viitor.
10	H. Perez, W.D. Moscoso-Barrera, L.A. Paipa-Galeano. (2021). Design and implementation of a cognitive ability virtual reality training tool. <i>Proceedings of the 3rd International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)</i> , pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/HORA52670.2021.9461364	Virtual Reality, Software design, Cognition training, Scripting, Serious games	Introducerea unui instrument software pentru antrenare cognitivă cu prezentarea detaliilor tehnice legate de proiectarea și implementarea acestuia pentru casca HMD Oculus Rift.
11	M. Olaosebikan, C.A. Barrios, L. Cowen, O. Shaer. (2022). Embodied Notes: A Cognitive Support Tool For Remote Scientific Collaboration in VR. In <i>Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '22)</i> .	Virtual Reality, Remote collaboration, Note taking	Examinarea augmentării cognitive cu instrumente de colaborare la distanță prin videoconferință. Prezintă un nou instrument, Embodied Notes, proiectat pentru a fi folosit în

	ACM, New York, NY, USA, Article 279, 1–6. https://doi.org/10.1145/3491101.3519664		spații destinate lucrului colaborativ în cadrul mediilor de realitate virtuală.
12	O. Cohavi, S. Levy-Tzedek. (2022). Young and Old Users Prefer Immersive Virtual Reality Over a Social Robot for Short-Term Cognitive Training. <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> 161, 102775. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102775	Human-Robot Interaction, Social assistive robots, Immersive virtual reality, Social Presence, Spatial Presence, Cognitive Training	Prezentarea a două platforme, roboți sociali și realitate virtuală, pentru antrenarea cognitivă. Rezultatele unui studiu au arătat o preferință pe termen scurt din partea utilizatorilor pentru platforma VR, respectiv preferințe egale pentru ambele platforme pe termen lung.
13	V. Khemchandani, K. Goswani, M. P. Teotia, S. Chandra, N.M. Wadalkar. (2023). Virtual Reality Based Attention Simulator using EEG Signals. <i>Proceedings of the 2nd Edition of IEEE Delhi Section Flagship Conference (DELCON)</i> , pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/DELCON57910.2023.10127358	Attention, Brain-Computer Interface, EEG signal, Virtual Reality	Examinarea aspectelor legate de atenție pentru mediile de realitate virtuală. Rezultatele au indicat modul în care stările de atenție și etapele de dificultate pot fi identificate folosind analiza semnalelor EEG.
14	D. Patole, S. Jadhav, K. Shah, P. Tambe, M. Doshi, S. Srivastava. (2023). Enhanced Cognitive Learning with Augmented Reality: An Application for Interactive Learning (ARLearn). <i>Proceedings of the 6th International Conference on Advances in Science and Technology (ICAST)</i> , pp. 13-17. https://doi.org/10.1109/ICAST59062.2023.10454989	Interactive book, Instructional learning, Mobile technology, Augmented Reality, Enhanced cognitive learning	Introducerea unei tehnologii de realitate augmentată, ARLearn – Augmented Reality Learning Book, pentru facilitarea experienței cognitive a învățării prin intermediul cărților interactive augmentate.
15	M.J. Abiya, B. Divya, A. Kavitha. (2023). A Virtual Reality based Mind Game-Comparative Study of VR Ray Interactor and Hand Tracking for Improving Attention & Elevating Mind. <i>Proceedings of the 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies</i> , 1-6. https://doi.org/10.1109/ICCCNT56998.2023.10307961	Virtual Reality, Mind game, Attention improvement, NeuroSky mindwave mobile 2 device, Cognitive training, Hand tracking, VR ray interactor	Crearea unui mediu virtual imersiv sub forma unui joc ce solicită atenția prin componente interactive destinate susținerii implicării cognitive, precum stimulii vizuali și urmărirea mișcărilor. Rezultatele au arătat o creștere a implicării cognitive și a nivelurilor de atenție.
16	A.K. Rao, G. Choudhary, R. Negi, V. Dutt. (2023). Is Virtual Reality Better than Desktop-based Cognitive Training? A Neurobehavioral Evaluation of Visual Processing and Transfer Performance. <i>Proceedings of the 2023 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)</i> , 308-314. https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct60411.2023.00068	Virtual Reality, Human-Computer Interaction, Visual processing, Electroencephalography, Head-mounted display, Human-centered	Examinarea impactului mediilor de realitate virtuală, față de interfețele convenționale pentru calculatoare de tip desktop, asupra performanței utilizatorilor în procesarea stimulilor vizuali. Rezultatele au arătat performanțe mai bune în condiția VR față de condiția desktop.

			computing
17	H. Alimam, G. Mazzuto, N. Tozzi, F.E. Ciarapica, M. Bevilacqua. (2023). The Resurrection of Digital Triplet: A Cognitive Pillar of Human-Machine Integration at the Dawn of Industry 5.0. <i>Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences</i> 35(10), 101846. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101846	Digital Triplet, Cognitive Digital Twin, Artificial Intelligence, Human-Machine Integration, Brain-Computer Interface, Industry 5.0	Prezentarea unei analize a tendințelor în domeniul aplicativ al digital twins, urmărind evoluția de la concepte și aplicații tradiționale până la digital triplet, vizând integrarea intuiției, cunoștințelor și creativității umane într-un spațiu cibernetic.
18	D. Ameta, A. Garg, P. Kumar, L. Behera, V. Dutt. (2023). Evaluating the Effectiveness of Mantra Meditation in a 360 Virtual Reality Environment. In <i>Proceedings of the 16th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA '23)</i> . ACM, New York, NY, USA, 766–772. https://doi.org/10.1145/3594806.3596587	360 Virtual Reality, Human-Computer Interface, Mantra meditation, Physiological signals	Explorarea utilității mediilor de realitate virtuală 360 pentru meditație. Rezultatele au indicat o diferență semnificativă privind HRV (heart rate variability), o creștere a intensității undelor theta și o scădere a percepției stresului, anxietății și depresiei.
19	L. Kruse, F. Mostajeran, F. Steinicke. (2023). The Influence of Virtual Agent Visibility in Virtual Reality Cognitive Training. In <i>Proceedings of the 2023 ACM Symposium on Spatial User Interaction (SUI '23)</i> . ACM, New York, NY, USA, Article 14, 1–9. https://doi.org/10.1145/3607822.3614526	Cognitive training, Exergames, Virtual agents, Virtual Reality, Visual representation	Examinarea efectelor nivelului de vizibilitate corporală al unui agent virtual inteligent asupra percepției prezenței sociale. Rezultatele au indicat că nivelurile mai reduse de vizibilitate conduc la o scădere a sentimentului prezenței.
20	A. Sudár. (2024). Evaluating Objective vs. Subjective Questionnaire Difficulty in Virtual Reality and 2D Web Scenarios. <i>Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications</i> , 181-186. https://doi.org/10.1109/CogInfoCom63007.2024.10894730	Virtual Reality, CogInfoCom, Subjective evaluation, 2D vs 3D	Evaluarea dificultății sarcinilor în medii de realitate virtuală 3D și medii web tradiționale 2D. Rezultatele au indicat diferențe în dificultatea percepută pentru aceste două medii, VR fiind în general asociat cu niveluri ridicate ale dificultății.
21	D. Szczepaniak, M. Harvey, F. Deligianni. (2024). ML-Driven Cognitive Workload Estimation in a VR-based Sustained Attention Task. <i>Proceedings of the 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)</i> , 557-560. https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct64951.2024.00160	Virtual Reality, Cognitive training, Cognitive load, Eye-tracking, Physiological data	Prezentarea unor tehnici de învățare automată care permit antrenamente cognitive personalizate în timp real și care contribuie la dezvoltarea unor intervenții mai eficiente adaptate diferențelor individuale dintre utilizatori, cu niveluri optime de implicare.
22	Y.H. Hu, Y. Hatada, T. Narumi. (2024). Impact of Role Assignment through Complementary Design of Self and Other Avatars on Self-	Avatar, Behavioral	Examinarea impactului avatarurilor proprii și ale altora asupra imaginii de sine și a schimbării

	Image and Behavior Change. <i>Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)</i> , 874-883. https://doi.org/10.1109/ISMAR62088.2024.00103	changes, Self-image, Role theory, Complementary of expectations, Proteus effect	comportamentale folosind teoria rolurilor (e.g., adoptarea rolurilor sociale așteptate de ceilalți). Rezultatele au arătat interacțiuni semnificative cu caracteristicile personale.
23	H. Wang, Y. Fei, Q. Zhang, K. Deng, J. Liang, C. Sun. (2024). Augmented Reality-Based Digital-Physical Space Registration and Projection for Cognitive Enhancement and Assessment. <i>Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)</i> , 820-825. https://doi.org/10.1109/ROBIO64047.2024.10907569	3D displays, Satellites, Spaceborne radar, Virtual environments, Sonar, Reconnaissance, Robot sensing systems, Radar equipment, Monitoring, Sonar detection	Prezentarea unui sistem de evaluare și augmentare cognitivă care proiectează scenarii virtuale 3D de tip câmp de luptă în lumea reală, folosind tehnologii ale realității augmentate și urmărirea a privirii pentru evaluarea stării mentale a operatorilor.
24	D.E. Guzmán, C.F. Rengifo, J.D. Guzmán, C.E. Garcia. (2024). Virtual Reality Game for Cognitive Training: A Usability and Qualitative Evaluation. <i>Proceedings of the 7th Iberian Robotics Conference (ROBOT)</i> , 1-6. https://doi.org/10.1109/ROBOT61475.2024.10796937	Virtual Reality, Cognitive training, Usability evaluation, User acceptance, Healthcare integration	Prezentarea unei aplicații de realitate virtuală pentru antrenament fizic și cognitiv simulând activități din viața de zi cu zi. Rezultatele au indicat o acceptare ridicată, utilizatorii apreciind alternativa la exerciții convenționale cu implicare crescută de ordin cognitiv.
25	A. Seneviratne, B. Grown, S. Lukosch. (2024). On the Impact of a Simulated Cognitive Augmentation to Detect Deception on Decision-making Confidence. In <i>Proceedings of the 2024 ACM Symposium on Spatial User Interaction (SUI '24)</i> . ACM, New York, NY, USA, Article 49, 1–2. https://doi.org/10.1145/3677386.3688901	Cognitive augmentation, Deception detection, Decision-making	Explorarea integrării augmentării cognitive și realității augmentate printr-un studiu ce evaluează încrederea în luarea deciziilor. Rezultatele au arătat o corelație pozitivă între confortul utilizatorilor cu tehnologiile de augmentare cognitivă și încrederea lor în luarea deciziilor.
26	P. Oden, M. Lamb, P. Thorvald, E. Billing. (2024). Too Much Guidance? A Brief Review of How Cognitive Support Affects Learning Motor Skills and Implications for VR/XR Technologies. In: De Paolis, L.T., Arpaia, P., Sacco, M. (eds.) <i>Extended Reality. XR Salento 2024. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 15028. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71704-8_25	Guidance, Cognitive support, Motor skills, Learning, VR/XR	Prezentarea rezultatelor unui studiu al literaturii științifice privind învățarea și retenția abilităților motorii. Rezultatele au indicat că impactul testării asupra învățării motorii este similar cu cel aferent învățării non-motorii.

27	Yuta Yamauchi, Kai Shishido, Shota Sasaki, Taiga Noguchi, Modar Hassan, Keiichi Zempo. (2025). Sound Seeker Beat: 360-Degree VR Rhythm Game with Surround Audio for Immersive Training in Spatial Cognition. In <i>Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2025 (AHs '25)</i> . ACM, New York, NY, USA, 443–446. https://doi.org/10.1145/3745900.3746112	Spatial audio, VR rhythm game, Spatial cognition, Skill training, Motion-based interaction	Prezentarea jocului Sound Seeker Beat, un joc de ritm proiectat pentru a îmbunătăți cogniția spațială prin intermediul feedback-ului audio. Jucătorii execută acțiuni prin rotirea capului și aplaudarea pentru alinierea feedback-ului auditiv cu o bară de temporizare în cadrul jocului.
28	Susan Hindman, Rachel King, Antonina Pereira. (2025). Virtual reality based executive function training in schools: The impact of adaptivity on executive function and motivation. <i>Computers & Education</i> 234, 105344. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105344	Executive function, Adaptivity, Virtual reality, Cognitive flexibility, Motivation	Explorarea relației dintre adaptivitate și motivație în cadrul antrenamentelor cognitive bazate pe medii de realitate virtuală pentru copii. Rezultatele au indicat faptul că antrenamentul adaptiv poate influența performanța utilizatorilor.
29	S. Jain, B. Dripta Barua Chowdhury, J.M. Mosier, V. Subbian, K. Hughes, Y.-J. Son. (2025). Design and Development of an Integrated Virtual Reality (VR)-Based Training System for Difficult Airway Management. <i>IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine</i> 13, 49-60. https://doi.org/10.1109/JTEHM.2025.3529748	Emergency procedure, Endotracheal intubation, Medical simulation, Sensory system, Virtual Reality	Prezentarea unui sistem de simulare bazat pe realitatea virtuală pentru a îmbunătăți antrenamentul în medii imersive. Studii de validare efectuate într-un centru medical de instruire au arătat eficiența în reproducerea condițiilor din lumea reală.
30	F. Xu, T. Zhou, Tri Nguyen, Haohui Bao, Christine Lin, Jing Du. (2025). Integrating Augmented Reality and LLM for Enhanced Cognitive Support in Critical Audio Communications. <i>International Journal of Human-Computer Studies</i> 194, 103402. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2024.103402	Augmented Reality, LLM, Cognitive support, Audio communications	Prezentarea unui sistem de asistență pentru comunicarea în situații de urgență folosind realitatea augmentată și modele lingvistice mari. Rezultatele au indicat o creștere a conștientizării situaționale împreună cu o reducere a încărcării cognitive.
31	T. Stege, S. Çolakhasanoglu, K. Nijland, E. Salomons, D. Plass-Oude Bos, S. De Vries. (2025). Knowledge Retention Through Cognitive Support Technology (CST) in the Manufacturing Industry: A Process Inventory. In <i>Proceedings of the 18th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA '25)</i> . ACM, New York, NY, USA, 554–561. https://doi.org/10.1145/3733155.3734902	Augmented Reality, Cognitive support, Aging workforce, Manufacturing industry	Explorarea tehnologiilor de suport cognitiv în contexte de utilizare care implică munca, din perspectiva angajatorului. Rezultatele includ discuția unor provocări cognitive, cum ar fi operații mentale cu conținut 3D și utilizarea echipamentelor de protecție ce pot interfera cu dispozitivele de realitate augmentată.

32	M. Lachowicz, M. Klichowski, A. Serweta-Pawlik, A. Rosciszewska, G. Żurek. (2025). Effects of Short- and Long-Term Virtual Reality Training on Concentration Performance and Executive Functions in Amateur Esports Athletes. <i>Virtual Reality</i> 29. https://doi.org/10.1007/s10055-025-01161-w	Virtual Reality, Concentration performance, Amateur esports athletes	Examinarea efectelor antrenamentului cognitiv realizat în medii de realitate virtuală asupra concentrării. Rezultatele empirice au scos în evidență îmbunătățiri cognitive atât pentru antrenamente pe termen scurt cât și lung.
33	M. Lachowicz, A. Serweta-Pawlik, A. Żurek, D. Jamro, W. Cieśliński, M. Kociuba, G. Żurek. (2025). Application of Short and Long-Term Virtual Reality Training for Visuospatial Memory Development in Amateur E-Athletes. <i>Virtual Reality</i> 29, 136. https://doi.org/10.1007/s10055-025-01209-x	Virtual Reality, Visuospatial memory, Amateur esports athletes	Compararea efectelor antrenamentului cognitiv asupra memoriei vizuospatiale în cadrul unui mediu de realitate virtuală. Rezultatele au indicat îmbunătățiri semnificative, în special pentru antrenare efectuată pe termen scurt.
34	L. Erdal, A. Gubartalla, P.V. Lopes, H. Cao, G. Shao, P. Lonnehed, H. Putto, A. Ahmed, S. Ekered, B. Johansson. (2024). Integrating Dynamic Digital Twins: Enabling Real-Time Connectivity for IoT and Virtual Reality. <i>Proceedings of the Winter Simulation Conference</i> . https://www.nist.gov/publications/integrating-dynamic-digital-twins-enabling-real-time-connectivity-iot-and-virtual	Digital twins, Standards, Simulation, Virtual Reality, IoT	Propunerea de contribuții tehnice privind realizarea conexiunii dintre platforme de tip Internet of Things (IoT) și Digital Twin în vederea asigurării unui suport cognitiv în timpul imersiunii în medii de realitate virtuală.
35	P. Chiara, M. Giulia, R. Claudia, R. Giuseppe. (2026). Cognitive Flexibility and Metaphorical Cognition in Aging: Unlocking Cognitive Adaptability Through Virtual Reality. In: De Paolis, L.T., Arpaia, P., Sacco, M. (eds.) <i>Extended Reality. XR Salento 2025. Lecture Notes in Computer Science</i> , vol 15739. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-97766-4_9	Virtual Reality, Cognitive adaptability, Metaphorical cognition	Explorarea conexiunilor dintre funcțiile cognitive și memoria de lucru prin intervenții în realitatea virtuală. Adoptând realitatea virtuală ca un instrument pentru antrenarea cognitivă, astfel de intervenții pot asigura experiențe care sunt valide ecologic pentru utilizatori.

Aceste rezultate, obținute din principalele baze de date bibliografice ale domeniului calculatoarelor și tehnologiei informației, au fost completate de interogări suplimentare efectuate în cadrul ERIC (Education Resources Information Center, o bază de date specializată pentru cercetarea în educație), DOAJ (Directory of Open Access Journals), Wiley Online Library, Science Direct și SpringerLink, care au condus la 23 de referințe suplimentare după procesul de analiză a eligibilității. În perioada următoare, aferentă etapei anului 2026, aceste rezultate vor fi folosite în cadrul unui spațiu conceptual pentru gândirea extinsă, ce va fi urmat de implementarea de prototipuri demonstrative pentru superpoziția experiențelor vizuale.

2. INFORMĂRI ÎN DIVERSE COMUNITĂȚI PRIVIND PROIECTUL ȘI TEMATICA CERCETĂRII DIN REALITATEA EXTINSĂ ȘI AUGMENTAREA COGNITIVĂ

În cadrul etapei au fost întreprinse acțiuni care au vizat informări în diverse comunități privind proiectul, promovarea parteneriatului și a temei de cercetare, după cum urmează:

1. **Informări către publicul larg.** Echipa USV a participat la evenimentul Noaptea Cercetătorilor Europeni, prezentând unei audiențe eterogene rezultatele cercetării realizate în cadrul laboratorului MintViz. Conform organizatorilor,⁹ evenimentul a atras aproximativ 3.000 de vizitatori, cărora li s-au prezentat proiectele recente, inclusiv posibilitatea augmentării cognitive folosind noi tehnologii XR.



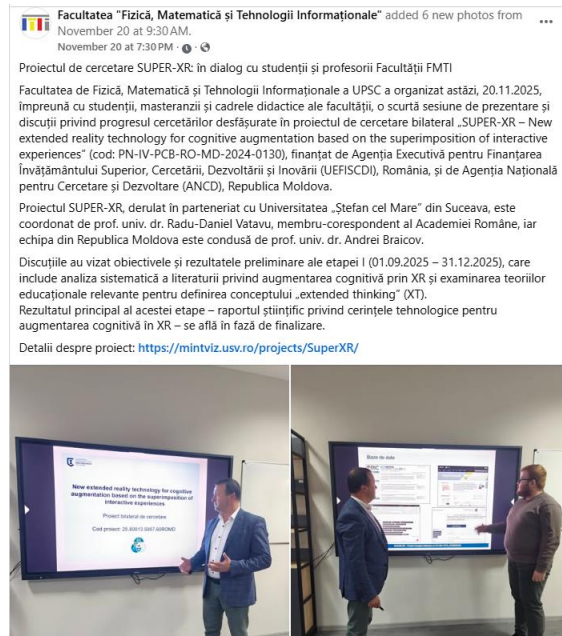
2. **Informări către publicul larg.** Prof. Radu-Daniel Vatavu a participat la emisiunea „Lumea în care trăim – La frontierele științei” (TV Plus), desfășurată live în data de 30 octombrie 2025, unde a discutat despre beneficiile augmentării senzoriale și cognitive folosind tehnologiile realității extinse. Emisiunea este disponibilă la adresa <https://www.youtube.com/watch?v=1MR9KcDVONG>



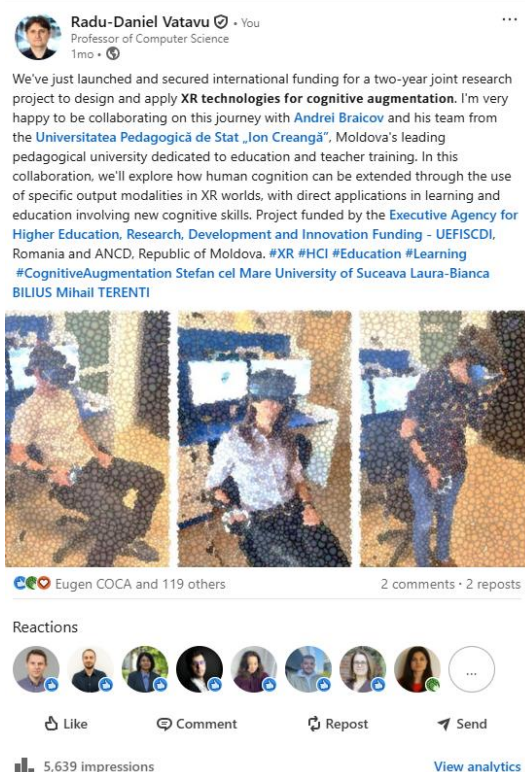
3. **Informări în comunitatea educațională și către publicul larg.** Un comunicat de presă al Universității Pedagogice de Stat “Ion Creangă” din Chișinău, intitulat “UPSC și Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava: Proiect de cercetare privind tehnologiile XR pentru augmentarea cognitivă” este disponibil la adresa <https://upsc.md/2025/10/24/upsc-si-universitatea-stefan-cel-mare-din-suceava-au-lansat-un-proiect-international-bilateral-de-cercetare-privind-tehnologiile-xr-pentru-augmentarea-cognitiva>

⁹ <https://usv.ro/lumini-experimente-si-inovatie-noaptea-cercetatorilor-la-universitatea-stefan-cel-mare-din-suceava>

De asemenea, o informare privind proiectul efectuată de către Universitatea Pedagogică de Stat "Ion Creangă" din Chișinău prin intermediul platformei Facebook a avut peste 4.800 de vizualizări până la data acestui raport: <https://www.facebook.com/facultateafmti/posts/130020228575953>



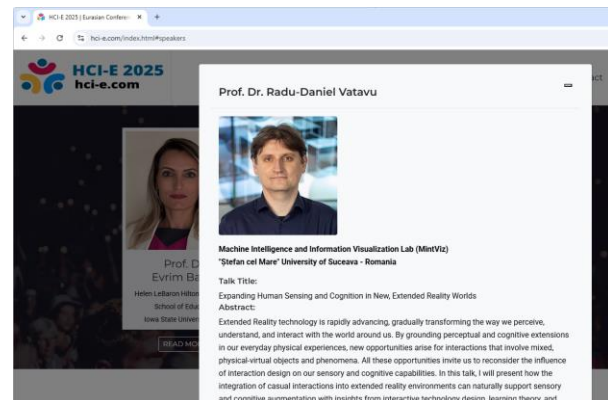
4. **Informări în comunitatea profesională.** O informare privind proiectul efectuată prin intermediul platformei LinkedIn https://www.linkedin.com/posts/radu-daniel-vatavu-1ab85798_xr-hci-education-activity-7387419400175239168-YRDr a generat peste 5.600 de vizualizări până la data acestui raport. Conform informațiilor statistice oferite de LinkedIn, audiența a fost reprezentată de companii mari (16,5% cu peste 10001 angajați, 9,6% între 5001-10000 de angajați și 18,3% având între 1001-5000 angajați), persoane activând în domeniul dezvoltării software (22,7%), educației la nivel universitar (14,7%), serviciilor de cercetare (12,4%) și de consultanță în tehnologia informației (11,4%). Aceste date indică o audiență profesională diversificată atât din mediul academic cât și industrial.



5. **Informări în comunitatea științifică și către publicul larg.** Într-un interviu acordat Nest-TV în data de 14 octombrie 2025, Prof. Radu-Daniel Vatavu a vorbit despre noi abilități cognitive la întrepătrunderea dintre lumea fizică și cea virtuală: <https://www.youtube.com/watch?v=LMbEXFyXCo&t=2s>. Informații din știrea intitulată *“Viitorul nu va exista fără întrepătrunderea între lumea fizică și cea creată artificial”* au fost ulterior preluate de către Biroul de Comunicare și Relații Publice al Academiei Române: <https://www.facebook.com/AcademiaRomana.RomanianAcademy/posts/pfbid0xzhLeu9P9n2Hj2EVot7U22oosG5BDq41jfojSJRY2oTo4SAKbHxKtEiMJ5RFJKNxl>



6. **Informări în comunitatea științifică.** Prof. Radu-Daniel Vatavu a fost invitat pentru o prelegere (Keynote Speaker) în cadrul conferinței HCI-E 2025, the 4th Eurasian Conference on Human-Computer Interaction. Prelegerea cu titlul *“Expanding Human Sensing and Cognition in New Extended Reality Worlds”* adresează tema augmentării cognitive folosind noile tehnologii XR. Detalii sunt disponibile la adresa <https://hci-e.com/index.html#speakers>



3. SUMAR AL PROGRESULUI

Conform planului de realizare, rezultatele așteptate pentru etapa 2025 de implementare a proiectului sunt reprezentate de: raportul științific cuprinzând o analiză sistematică a literaturii pentru augmentarea cognitivă în XR, acordul comisiei de etică (livrabil intern) și informări privind rezultatele proiectului în diverse comunități. Toate aceste livrabile au fost realizate în etapa curentă de implementare, după cum urmează:

Rezultat așteptat, conform planului de realizare	Rezultat realizat
Raport științific cuprinzând o analiză sistematică a literaturii pentru augmentarea cognitivă în XR	Raportul științific aferent anului de implementare 2025, cuprinzând un număr de 20 de pagini (acest raport). Analiza sistematică a literaturii pentru augmentarea cognitivă în XR este prezentată în Secțiunea 1. Raportul este disponibil comunității științifice și publicului larg pe pagina web a proiectului de cercetare. Rezultat îndeplinit.
Acordul comisiei de etică (livrabil intern)	A fost obținut acordul favorabil al Comisiei de Etică a Cercetării Științifice din Universitatea “Ștefan cel Mare” din Suceava pentru derularea de studii și experimente implicând subiecți umani, cu numărul 261/25137 din 05.11.2025. Rezultat îndeplinit.
Informări privind rezultatele proiectului în diverse comunități	Am realizat 6 acțiuni de informare privind proiectul și tematica abordată în cadrul acestuia, adresând comunitatea științifică, profesională, educațională, precum și publicul larg. Informările realizate sunt detaliate în Secțiunea 2 a acestui raport. Rezultat îndeplinit.

Pe baza rezultatelor obținute, considerăm gradul de îndeplinire a obiectivelor și rezultatelor așteptate pentru etapa de implementare aferentă anului 2025 de 100%.

4. REZUMAT EXECUTIV AL ACTIVITĂȚILOR REALIZATE ÎN PERIOADA DE IMPLEMENTARE (max. 1 pag.)

Proiectul Super-XR își propune examinarea unei noi paradigme, gândirea extinsă ca proces cognitiv implicat de specificul suprapunerii experiențelor interactive în mediile de realitate extinsă (XR), precum și susținerea augmentării cognitive cu aplicații practice. În acest context, obiectivele specifice ale proiectului sunt:

1. Formalizarea noului concept de gândire extinsă pentru augmentarea abilităților cognitive prin explorarea dimensiunilor relevante ale tehnologiei XR, factorilor umani și teoriei învățării.

2. Proiectarea și dezvoltarea de tehnologie software pentru gândirea extinsă prin aplicații dedicate care implementează suprapunerea experiențelor interactive în mediile XR cu diverse modalități.
3. Evaluarea gândirii extinse cu mărimi dedicate de evaluare a experienței utilizator.
4. Dezvoltarea și comunicarea de expertiză științifică privind gândirea extinsă prin stagii de cercetare, diseminarea științifică a rezultatelor și activități de informare și promovare.

În cadrul etapei anului 2025, au fost implementate activități de cercetare privind analiza sistematică a literaturii științifice cuprinzând tehnici, aplicații și sisteme de augmentare cognitivă în cadrul mediilor de realitate extinsă (XR) împreună cu o examinare a diverselor abordări existente pentru învățarea de noi abilități cognitive. Rezultatele analizei noastre au scos în evidență tipurile principale de realități hibride (*i.e.*, realitatea augmentată AR, mixtă MR și virtuală VR) ca parte a domeniului conceptual XR, obiectivele principale urmărite în lucrările științifice publicate în acest domeniu (*e.g.*, antrenare, atenție, învățare), precum și caracteristicile tehnologiilor folosite și ale aplicațiilor realizate (*e.g.*, caracterul imersiv) cu rol de instrumente digitale în augmentarea cognitivă. Pe ansamblu, lucrările analizate în cadrul studiului nostru arată o producție științifică diversificată în perioada 2007-2025 cu o predilecție pentru diseminarea contribuțiilor în cadrul conferințelor față de reviste. De asemenea, am observat o maturizare progresivă și o extindere continuă a cercetărilor privind adoptarea și dezvoltarea tehnologiilor XR pentru augmentarea cognitivă cu potențial pentru consolidarea unei comunități științifice active în acest domeniu. Lipsește însă un cadru teoretic riguros, pentru care avem planificată în etapa următoare a proiectului formalizarea noului concept al gândirii extinse și a unui spațiu conceptual aferent. Activitățile de cercetare realizate în cadrul etapei au fost completate de multiple informări realizate privind proiectul și tematica abordată în cadrul acesteia, care au vizat comunitatea științifică, profesională, educațională, precum și publicul larg.

REFERINȚE

- Chiu et al. (2023) Hui-Min Chiu, Mei-Chi Hsu, Wen-Chen Ouyang. (2023). Effects of incorporating virtual reality training intervention into health care on cognitive function and wellbeing in older adults with cognitive impairment: A randomized controlled trial. *International Journal of Human-Computer Studies* 170. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2022.102957>
- Cinel et al. (2019) Caterina Cinel, Davide Valeriani, Riccardo Poli. (2019). Neurotechnologies for Human Cognitive Augmentation: Current State of the Art and Future Prospects. *Frontiers in Human Neuroscience* 13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00013>
- Corrigan et al. (2023) Niamh Corrigan, Costina-Ruxandra Păsărelu, Alexandra Voinescu. (2023). Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Virtual Reality* 27, 3545–3564. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00768-1>
- Goodman (2016) Lizabeth Goodman. (2016). Visualisation meets assistive tech: VR, AR, digital materialisation and the tools for imagining and supporting the full potential of human communication. *Proceedings of the 22nd International Conference on Virtual System &* 18/20



- Multimedia (VSMM), 1-9. <https://doi.org/10.1109/VSMM.2016.7863166>
- Kelley et al. (2019) Amanda Kelley, Kathryn Feltman, Emmanuel Nwala, Kyle Bernhardt, Amanda Hayes, Jared Basso, Colby Mathews. (2019). A Systematic Review of Cognitive Enhancement Interventions for Use in Military Operations. USAARL Report no. 2019-11. US Army Aeromedical Research Laboratory. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/AD1083490.pdf>
- Li et al. (2025) Jie Li, Anusha Withana, Alexandra Dienes, Kai Kunze, and Masahiko Inami. 2025. Beyond Human: Cognitive and Physical Augmentation through AI, Robotics, and XR – Opportunities and Risks. In Proceedings of the Augmented Humans International Conference. ACM, NY, USA, 500–503. <https://doi.org/10.1145/3745900.3746127>
- Marois și Lafond (2022) Alexandre Marois and Daniel Lafond. 2022. Augmenting cognitive work: a review of cognitive enhancement methods and applications for operational domains. Cogn. Technol. Work 24(4), Nov 2022, 589-608. <https://doi.org/10.1007/s10111-022-00715-1>
- Olaosebikan (2022) Monsurat Olaosebikan. (2022). [DC] Designing Immersive Tools for Supporting Cognition in Remote Scientific Collaboration. Proceedings of the 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), 948-949. <https://doi.org/10.1109/VRW55335.2022.00325>
- Olaosebikan et al. (2022) Monsurat Olaosebikan, Claudia Aranda Barrios, Lenore Cowen, Orit Shaer. (2022). Embodied Notes: A Cognitive Support Tool For Remote Scientific Collaboration in VR. In Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, NY, USA, Article 279, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3491101.3519664>
- Prather et al. (2020) Eric A. Prather, Arash Shahbaz Badr, Bruno Simões, Raffaele De Amicis. (2020). A systematic literature review on dynamic cognitive augmentation through immersive reality: challenges and perspectives. Proceedings of Virtual, Augmented, and Mixed Reality (XR) Technology for Multi-Domain Operations, vol. 11426. <https://doi.org/10.1117/12.2563816>
- Raisamo et al. (2019) Roope Raisamo, Ismo Rakkolainen, Päivi Majaranta, Katri Salminen, Jussi Rantala, Ahmed Farooq. (2019). Human augmentation: Past, present and future. International Journal of Human-Computer Studies 131, Nov. 2019, 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.05.008>
- Siddaway et al. (2019) Andy P. Siddaway, Alex M. Wood, Larry V. Hedges. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. Annual Review of Psychology 4(70), 747-770. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Sood (2020) S. Sood. (2020). The Platonic-Freudian Model of Mind: Defining “Self” and “Other” as Psychoinformatic Primitives. In: Schmorow, D.D., Fidopiastis, C.M. (eds) Augmented Cognition. Theoretical and Technological Approaches. HCII 2020. Lecture Notes in



- Computer Science, vol 12196. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50353-6_6
- Stanney et al. (2009) Kay M. Stanney, Dylan D. Schmorow, Matthew Johnston, Sven Fuchs, David Jones, Kelly S. Hale, Ali Ahmad, Peter Young. (2009). Augmented Cognition: An Overview. Reviews of Human Factors and Ergonomics 5(1). <https://doi.org/10.1518/155723409X448062>
- Villa et al. (2023) Steeven Villa, Jasmin Niess, Takuro Nakao, Jonathan Lazar, Albrecht Schmidt, Tonja-Katrin Machulla. (2023). Understanding Perception of Human Augmentation: A Mixed-Method Study. In Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581485>
- Villa et al. (2025) Steeven Villa, Lisa L. Barth, Francesco Chiossi, Robin Welsch, Thomas Kosch. (2025). Whose mind is it anyway? A systematic review and exploration on agency in cognitive augmentation. Computers in Human Behavior: Artificial Humans 5, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100158>
- Zao et al. (2016) John K. Zao, Tzyy-Ping Jung, Hung-Ming Chang, Tchin-Tze Gan, Yu-Te Wang, Yuan-Pin Lin, Wen-Hao Liu, Guang-Yu Zheng, Chin-Kuo Lin, Chia-Hung Lin, Yu-Yi Chien, Fang-Cheng Lin, Yi-Pai Huang, Sergio José Rodríguez Méndez, Felipe A. Medeiros (2016). Augmenting VR/AR Applications with EEG/EOG Monitoring and Oculo-Vestibular Recoupling. Lecture Notes in Computer Science, vol 9743. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39955-3_12

Director proiect,

Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU

