

## CONSIDERAȚII PRIVIND EVOLUȚIA TEHNOLOGIEI DE COMUNICARE DE NOUĂ GENERAȚIE 5G SPRE 6G

### CONSIDERATIONS ON TECHNOLOGY EVOLUTION OF NEW GENERATION COMMUNICATION FROM 5G TO 6G

Alexandru BADEA<sup>1</sup>, Adrian Ioan MUNTEAN<sup>2</sup>, Felicia Elena BIBIRE<sup>3</sup>,  
Mircea DUMITRESCU<sup>4</sup>, Constantin BIBIRE<sup>5</sup>, George DUMITRU<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței nr. 313, București, România  
e-mail: Alexandru BADEA: alexsinaia@yahoo.com

<sup>2,5</sup>Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței nr. 313, București, România  
e-mail: Felicia Elena BIBIRE: [felicia.bibire@yahoo.com](mailto:felicia.bibire@yahoo.com);

Constantin BIBIRE: [constantin.bibire@yahoo.com](mailto:constantin.bibire@yahoo.com)

<sup>2,6</sup>Autoritatea Feroviară Română - str. „Calea Griviței”, nr. 393, sectorul 1, București,  
România, e-mail: Adrian Ioan MUNTEAN: [adrianmuntean67@yahoo.com](mailto:adrianmuntean67@yahoo.com);

George DUMITRU, [george.dumitru.cfr@gmail.com](mailto:george.dumitru.cfr@gmail.com)

<sup>4</sup>SNTFC „CFR Călători” SA - B-dul. Dinicu Golescu, nr. 38, CP 010873, București,  
România, e-mail: [mrc\\_dumitrescu@yahoo.com](mailto:mrc_dumitrescu@yahoo.com);

**Rezumat:** Această lucrare prezintă tendințele și programele așteptate pentru 6G, precum și conceptul de evoluție 5G spre 6G. Tehnologia 5G are caracteristici tehnice, cum ar fi viteză mare, capacitate mare, latență scăzută și conexiune simultană a mai multor terminale. Este de așteptat să creeze valoare nouă ca tehnologie fundamentală care să sprijine industria și societatea în viitor. În special, combinația dintre 5G și tehnologia inteligenței artificiale (IA) reproduce lumea reală în spațiul cibernetic și promovează fuziunea ciber-fizică care dobândește „predicții de viitor” și „noi cunoștințe”. Se preconizează că va duce la crearea de noi servicii și soluții în domeniul industrial. Este de așteptat ca astfel de tendințe să continue până în anii 2030, iar cercetările sunt în desfășurare pentru a se asigura că evoluția viitoare 5G (evoluția 5G) și sistemele de comunicații mobile din a șasea generație (6G) vor deveni tehnologiile fundamentale care să sprijine industria și societatea în anii 2030. Avem nevoie de aceste tehnologii pentru a împinge mai departe dezvoltarea.

**Cuvinte cheie:** tehnologie, comunicație, sistem, semnal, latență, inteligență artificială,

**Abstract:** This paper presents the expected trends and schedules for 6G, as well as the concept of 5G to 6G evolution. 5G technology has technical features such as high speed, high capacity, low latency and simultaneous connection of multiple terminals. It is expected to create new value as a foundational technology to support industry and society in the future. In particular, the combination of 5G and artificial intelligence (AI) technology reproduces the real world in cyberspace and promotes cyber-physical fusion that achieves "future predictions" and "new knowledge". It is expected to lead to the creation of new services and solutions in the industrial field. Such trends are expected to continue into the 2030s, and research is ongoing to ensure that the future evolution of 5G (5G evolution) and sixth generation (6G) mobile communication systems will become the foundational technologies to support industry and society in the 2030s. We need these technologies to push development forward.

**Keywords:** technology, communication, system, signal, latency, artificial intelligence,

## 1. INTRODUCERE

La 3 decembrie 1979, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation a lansat

primul serviciu de comunicații mobile celulare din lume. De atunci, tehnologia de acces fără fir pentru comunicațiile mobile a continuat să se dezvolte, evoluând într-un sistem de nouă generație la fiecare zece ani. Serviciile continuă să evolueze odată cu dezvoltarea tehnologiei și de la prima generație (1G) la a doua generație (2G). Apelurile vocale au fost principalul lucru, iar e-mailurile simple au fost posibile, dar de la a treia generație (3G), comunicarea de date i-mode. Ne aflăm acum într-o eră în care oricine poate comunica informații multimedia, cum ar fi fotografiile, muzică și videoclipuri. Este o tehnologie de comunicare de mare viteză care depășește 100 Mbps, bazată pe sistemul LTE (Long Term Evolution), care a permis smartphone-urilor să se răspândească exploziv și astfel au apărut o mare varietate de servicii de comunicații multimedia. A apărut tehnologia 4G care a continuat să se dezvolte ca LTE-Advanced, iar acum a atins o viteză maximă de comunicare de peste 1 Gbps. În 25 martie 2020, s-au lansat servicii comerciale folosind un alt sistem de comunicații mobile de generația a 5-a (5G), avansate din punct de vedere tehnologic [1].

Tehnologia 5G a extins serviciile de comunicații multimedia până la 4G, în virtutea caracteristicilor sale tehnice, cum ar fi viteza mare, capacitate mare, latență scăzută și conexiuni multiple, servicii, precum și inteligența artificială (IA) și Internetul obiectelor (IoT). Alături de aceste aspecte, aceasta oferă o nouă valoare ca tehnologie fundamentală care sprijină industria și societatea în viitor. După cum se arată în figura 1, tehnologia comunicațiilor mobile a evoluat de la un deceniu la altul. Serviciile au suferit schimbări majore în ultimii 20 de ani.

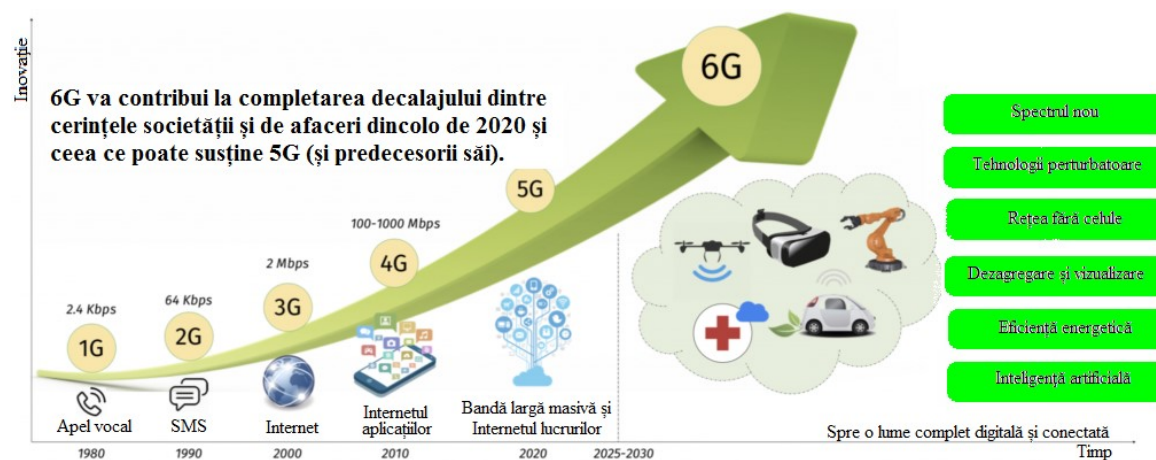


Fig. 1. Evoluția tehnologiei și serviciilor în comunicațiile mobile

Prin urmare, ne întrebăm ce ne aduce 5G? Cel de-al treilea val probabil va fi sofisticarea 5G (evoluția 5G) și tehnologia din a șasea generație (6G), care este de fapt următoarea generație [2]. Prin urmare, este de așteptat să devină un val mai mare și să sprijine industria și societatea în anii 2030.

## 2. DIRECȚIA DE EVOLUȚIE CĂTRE EVOLUȚIA 5G

### 2.1. Considerații pentru evoluția 5G

Introducerea comercială a 5G a început deja în întreaga lume, iar DoCoMo a început, de asemenea, servicii comerciale din martie 2020. Pe de altă parte, au fost găsite provocări și așteptări suplimentare pentru 5G și este necesar să se dezvolte tehnologia „5G evolution” ca o dezvoltare ulterioară a 5G [3] în următorii câțiva ani sau chiar în anii 2023.

Figura 2 prezintă probleme tehnice având în vedere starea actuală a 5G. Tehnologia 5G este prima generație de sisteme de comunicații mobile care acceptă benzi de înaltă frecvență,

cum ar fi unde milimetrice care depășesc 10 GHz, și utilizează o lățime de bandă de frecvență de câțiva 100 MHz, care este dramatic mai largă decât oricând.

Aceasta este o tehnologie care poate realiza ultra- comunicații de date fără fir de mare viteză de mai multe clase Gbps, dar, pe de altă parte, există mult loc pentru dezvoltarea viitoare a tehnologiei cu unde milimetrice pentru comunicațiile mobile. În special, îmbunătățirea acoperirii în medii non-line-of-sight (NLOS: Non-Line-Of-Sight) și îmbunătățirea performanței uplink-ului sunt teste legate de 5G.

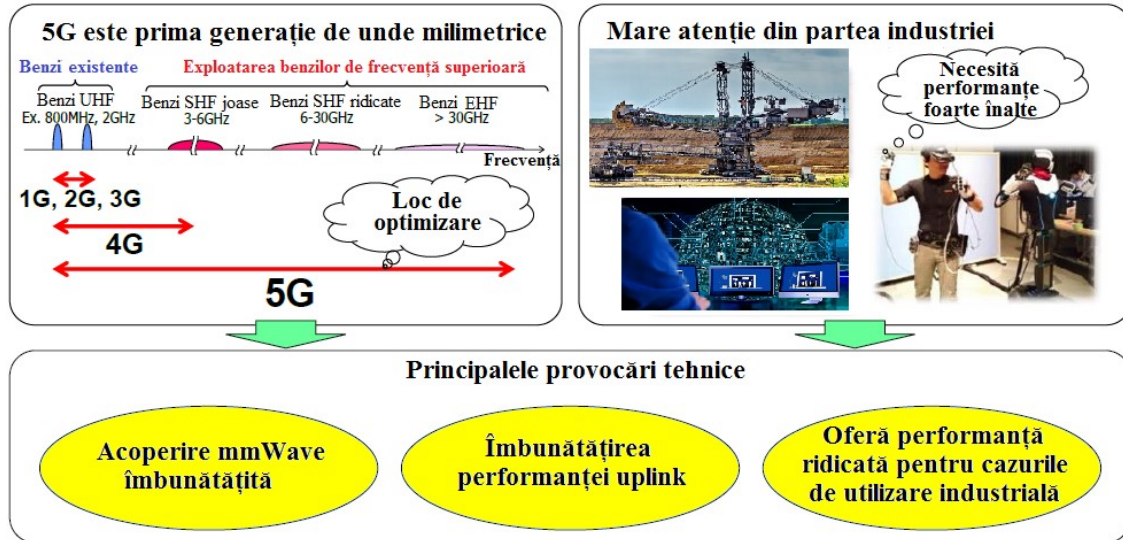


Fig. 2. Probleme tehnice având în vedere starea actuală a 5G

În plus, 5G atrage o mare atenție ca tehnologie care va sprijini industria și societatea viitoare și este deosebit de importantă pentru cazurile de utilizare industrială. Cerințe speciale și performanțe ridicate sunt adesea necesare în aplicații. Chiar și în Japonia, discuțiile despre „5G local” [4] specializat în astfel de cazuri de utilizare industrială sunt în desfășurare și atrag atenția în industrie. În viitor, va fi necesar să se dezvolte în continuare tehnologia 5G, astfel încât să poată răspunde în mod flexibil la o gamă atât de largă de cerințe industriale.

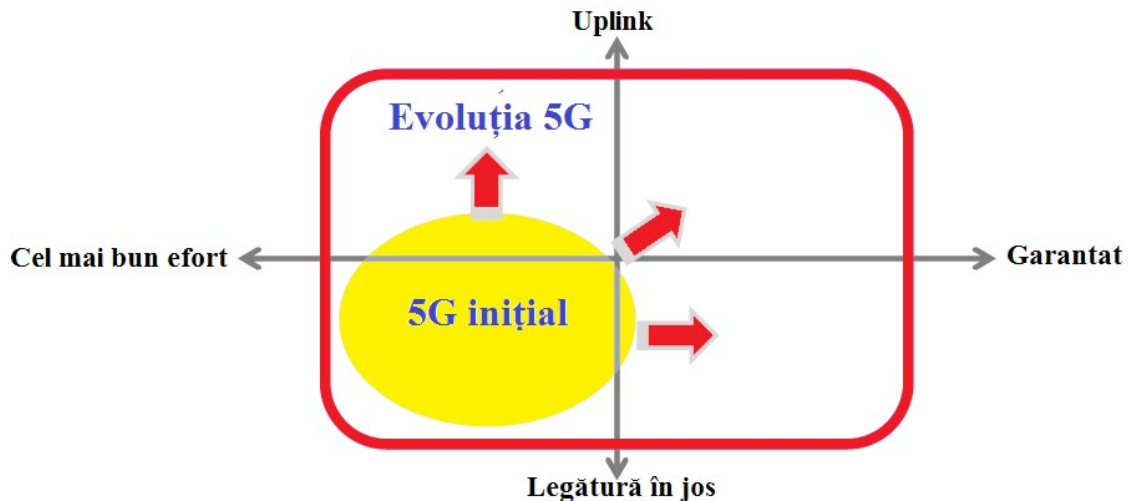


Fig. 3. Direcția de îmbunătățire a performanței pentru evoluția 5G

În prezent, odată cu răspândirea datelor mari și a inteligenței artificiale (IA), interesul pentru fuziunea ciber-fizică este în creștere. După cum se arată în figura 3, IA reproduce

lumea reală în spațiul cibernetic (geamănul digital) și o emulează dincolo de constrângerile lumii reale pentru a descoperi „predicțiile viitoare” și „noile cunoștințe”. Aplicând acest lucru serviciilor din lumea reală, pot fi furnizate diverse valori și soluții, cum ar fi rezolvarea problemelor sociale.

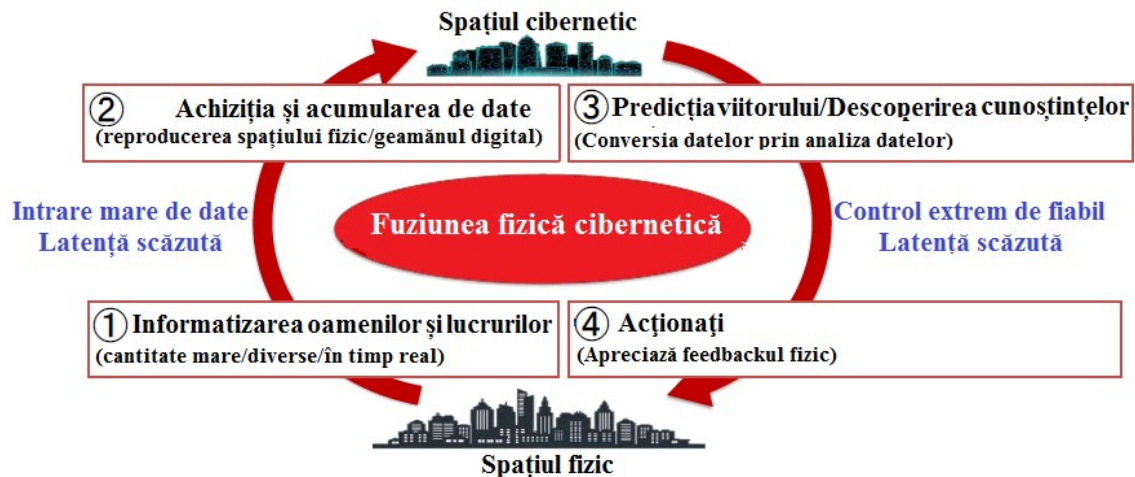


Fig.4. Fuziunea ciber-fizică și comunicarea fără fir

Dacă privim lumea reală ca o singură lume într-o colecție de spațiu cibernetic, existența unui număr mare de alte ego-uri de oameni, lucruri și lucruri și transformările lor în fiecare lume, inclusiv în lumea reală, va duce la lipsa forței de muncă, scăderea natalității și îmbătrânirea populației. Există și posibilitatea ca aceasta să contribuie la rezolvarea problemei amestecării. Rolul comunicațiilor în această convergență ciber-fizică se presupune a fi transmisia de mare capacitate, cu întârziere redusă a imaginilor din lumea reală și a informațiilor de detectare, precum și feedback-ul către lumea reală prin transmisie de semnal de control foarte fiabilă și cu întârziere redusă. Ca urmare, așteptările sunt în creștere pentru o comunicare de înaltă performanță, care profită de caracteristicile 5G. Comunicarea în fuziunea ciber-fizică poate fi comparată cu rolul nervilor care transmit informații între creier (IA) și fiecare organ (dispozitiv), cum ar fi ochii, mâinile și picioarele. Este ușor de imaginat că (uplink-ul) va deveni coplesitor de popular. Prin urmare, direcționalitatea îmbunătățirii performanței prezentată în figura 2 este considerată a fi aplicată și în acest caz.

## 2.2. Tendințe de standardizare 3GPP - Versiunile 17 și 18

În urma formulării primelor specificații standard 5G, Versiunea 15 [5], 3GPP a finalizat formularea Versiunea-16 ca o extensie a acestuia în iunie 2020 și a început deja discuțiile cu privire la formularea specificațiilor Versiunea-17 (finalizată în iunie 2022) [6]. În special în Versiunea-17, pe lângă evoluția continuă prin extinderea în continuare a funcțiilor introduse în Versiunea-15/16 (de exemplu MIMO, URLLC, network slicing etc.), noi funcții (de exemplu NR Terminale simple - Reduced Capability: RedCap, Rețelele non-terestre - NTN, extinderea benzii de frecvență până la 71 GHz etc.) vor fi specificate pentru a satisface cererea pieței.

În plus, 3GPP definește Versiunea-18 și mai târziu ca „5G-Advanced” [7] și a început discuții pentru a determina tehnologia de formulare a specificațiilor din iunie 2021 până la începutul formulării specificațiilor din 2022. Versiunea-18 și-a propus să realizeze un echilibru din trei perspective: 1) evoluția eMBB și extinderea acestuia în diverse industrii, 2) nevoile pe termen scurt și pe termen mediu și lung și 3) evoluția terminalelor și evoluția

rețelelor, vizând progrese bune. Evoluțiile caracteristice pentru 5G-Advanced includ performanță îmbunătățită pe legătura ascendentă (viteză de comunicare, capacitate, acoperire, funcționalitate îmbunătățită pentru eXtended Reality (XR), consum redus de energie în rețea și rețea de acces radio (RAN). Continuarea evoluției 5G până la Rel-17, cum ar fi inteligența artificială (AI) și învățarea automată (ML) pentru dispozitive mobile, evoluția sistemelor duplex, IA/ML pentru interfețele wireless, integrarea mai multor UE-uri, sunt discutate ambele aspecte ale studiilor de expansiune funcțională pentru 6G, cum ar fi IoT pasiv.

Tabel 1. Lista tehnologiilor candidate 3GPP Versiunea 18 (din octombrie 2021)

Tehnologia candidate
Evoluția MIMO atât în uplink, cât și în downlink
Îmbunătățirea legăturii în sus (îmbunătățirea acoperirii etc.)
Îmbunătățirea caracteristică prin topologie -Repetor de înaltă performanță-
Extensie de comunicație directă de la terminal la terminal
Evoluția RedCap
Extindere funcțională și îmbunătățire caracteristică a funcției de poziționare a terminalelor
Evoluția sistemului duplex
AI/ML pentru interfețe radio
Consum redus de energie în rețea
Îmbunătățiri de mobilitate
Extensii pentru XR
Extinderea funcției releului de comunicare directă de la terminal la terminal
Evoluția NTN
Evoluția serviciilor de difuzare/multicast
Răspuns la vehiculul aerian fără echipaj (UAV) în NR
Extinderea funcției terminale multi-SIM
Funcționalitate îmbunătățită de coexistență în dispozitiv (IDC).
Îmbunătățirea caracteristică prin topologie - Acces integrat și backhaul (IAB) și releu montat pe vehicul (VMR)
IA/ML pentru RAN
Rețele auto-organizate: SON și minimizarea testelor de unitate: îmbunătățiri MDT
Calitatea experienței: îmbunătățiri QoE
Extensie funcțională pentru coordonarea între stațiile de bază
Integrarea mai multor UE-uri
Pachetare de mare viteză
Extensie mică a funcției de transmisie a datelor
Agregare Carrier (CA) și îmbunătățiri ale conexiuni duale (DC)
IoT pasiv

### 3. CONSIDERAȚII PENTRU 6G

Luând în considerare cerințele, cazurile de utilizare și dezvoltarea tehnologică a 6G, vom lua în considerare societatea și viziunea asupra lumii din anii 2030, când 6G va fi introdus [8]. Cazurile de utilizare și soluțiile de probleme așteptate în 5G au fost realizate și răspândite în anii 2020. Se crede că vor trebui să se răspândească mai larg și mai profund ca tip de dezvoltare ulterioară în anii 2030. În plus, odată cu accelerarea procesării semnalului și cu evoluția diverselor dispozitive, se consideră că vor fi create nevoi de servicii mai avansate, integrarea mai multor cazuri de utilizare și noi cazuri de utilizare.



### 3.1. Rezolvarea problemelor sociale

Populația lumii este de așteptat să crească de la 7,7 miliarde în 2019 la 8,5 la 2030, miliarde cu preponderență mai mare în țările din Asia și Africa, cum ar fi India, Nigeria, Pakistan și Republica Democrată Congo. În ceea ce privește PIB-ul, China, Statele Unite și India sunt între primele trei țări și este de așteptat ca puterea economică a lumii să se schimbe de la țările dezvoltate existente, cum ar fi cele din America de Nord, Europa și Japonia. Anul 2030 este anul pentru atingerea obiectivelor universale ODD (Obiectivele de dezvoltare durabilă) [9], iar 17 obiective și 169 de ținte sunt enumerate pentru o lume durabilă și mai bună. În ceea ce privește problema schimbărilor climatice, Acordul de la Paris adoptat în 2015 și-a stabilit obiective de a reduce creșterea temperaturii medii globale.

În România, rata natalității este în scădere, iar populația îmbătrânește, una din trei persoane atingând vârsta de 65 de ani sau mai mult. În timp ce se discută diverse strategii și politici, cum ar fi realizarea societății, care va trebui să se ocupe de probleme sociale, prelungirea speranței de viață sănătoase și îmbunătățirea calității vieții, ne propunem să devenim o țară avansată în rezolvarea problemelor sociale. Se poate simți importanța imaginării viitorului pe care ar trebui să-l ținim și viitorul pe care dorim să-l creăm și a acționa în baza lui.

În plus, răspândirea noului corona virus (COVID-19) a avut un impact uriaș asupra economiei, mediului și societății. Conform politicii „Stai acasă”, oamenii stau acasă sau în anumite locuri, iar mișcarea fizică a oamenilor a scăzut dramatic. La scară globală s-a produs o stare răsucită, în care chiar și o cantitate mare de lucruri se mișcă. Având în vedere situația în care supra concentrarea în zonele metropolitane, inclusiv București, a contribuit în mod ironic la răspândirea virusului, impactul COVID-19 este că lumea, care a promovat creșterea economică, este excesiv de concentrată în supra producția, supra vânzarea, supra investirea și mutarea excesivă. În contextul Industry 5.0 important este ce fel de conștientizare, direcție și scop vom lua în acțiunile viitoare. Este important să ne reconsiderăm încă o dată, dacă este o problemă majoră pentru lume și suprafața terestră.

Se așteaptă ca 5G să rezolve multe probleme sociale și să răspundă nevoilor populației și agenților economici ce sunt dependenți din ce în ce mai mult de utilizarea produselor software ce au nevoie de acces la Internet [10-14]. Ca răspuns la probleme sociale precum revitalizarea regională, scăderea natalității și îmbătrânirea populației și penuria de forță de muncă, rețelele de comunicații de mare viteză, cu latență scăzută pot fi utilizate în diverse scopuri, cum ar fi munca la distanță, controlul de la distanță, îngrijirea medicală la distanță, educația la distanță [15], și operarea autonomă a diverselor dispozitive inclusiv mașini. S-a preconizat că o soluție să fi furnizată în anii 2020. Pe de altă parte, este îndoielnic dacă toate problemele sociale imaginabile pot fi rezolvate în anii 2020. Este necesar să se ia măsuri care să includă sărăcia relativă și disparitățile care se răspândesc nu numai în țară, ci și în țările dezvoltate și este necesar. pentru a regândi fundamental diverși factori, inclusiv economia capitalistă, educația și societatea. Prin urmare, pentru a rezolva complet problemele și a dezvolta, este necesar să dezvăluim ce putem face acum spre anii 2030 și modul în care tehnologia va contribui la societate. Este important să judecăm cuprinzător.

În zona revitalizării regionale, există posibilitatea ca în viitor să apară o tendință spre „deschidere și depopulare”, parțială din cauza impactului COVID-19. Depopularea este în direcția opusă creării de valoare închisă și densă pe care omenirea o promovează de cel puțin câteva mii de ani și are potențialul de a contribui la rezolvarea problemei asupra concentrării în zonele metropolitane.

### 3.2. Comunicarea dintre oameni și lucruri

Comunicarea este importantă în orice moment, iar informațiile și mijloacele de comunicare se schimbă zi de zi [16]. De exemplu, într-o conversație cu o persoană dintr-o locație îndepărtată, este posibil să transmiteți litere și simboluri (informații lingvistice) prin telefon sau e-mail și să transmiteți mișcările corpului, expresiile faciale și emoțiile (informații nonverbale) cu ajutorul camerei. În viitor se poate lua în considerare transmiterea directă și eficientă a informațiilor non-verbale și o societate numită IoH (Internet of Human) [17] și IoA (Internet of Ability) în care oamenii, abilitățile, lucrurile și lucrurile sunt conectate [18]. De exemplu, pentru a transmite informații despre mișcarea fizică și exercițiile sportive într-un loc îndepărtat, este necesar nu numai să auzi (informații verbale) și să vezi cu ochii (informații vizuale), ci și să simți mișcarea celorlalți și să miști corpul direct. Astfel se întrevide posibilitatea de a învăța mișcările corpului mult mai eficient.

În transmiterea informațiilor non-verbale și conectarea abilităților, se poate lua în considerare utilizarea creșterii umane și a comunicării legate de creier care realizează extinderea capacității fizice, percepției, capacității cognitive și existenței [19]. În plus, din perspectiva conexiunii simțurilor, pe lângă simțul convențional al auzului (sunetul) și văzul (imaginea), cele cinci simțuri incluzând atingerea, gustul și mirosul, precum și simțul locurilor și al lucrurilor, inclusiv atmosfera, sentimentul de securitate etc. Se simte și posibilitatea unei „comunicații multi-senzoriale” inclusiv simțurile fiziologice care sunt furnizate instinctiv ca organisme vii.

De asemenea, atunci când citim și înțelegem punctul de vedere al conexiunii umane dintr-un unghi diferit, ne putem gândi la vizualizarea algoritmilor și gândurilor care sunt în interiorul și în mintea oamenilor și la modul în care oamenii lucrează din interior spre exterior sau din exterior spre interior. Multe dintre tehnologiile existente până în prezent par să fi funcționat asupra mediului extern al oamenilor, dar în viitor, existența așa-numitei „tehnologii introspective” care pășește în interiorul oamenilor poate deveni importantă. În ultimii ani, cuvântul „bunăstare” a fost folosit pentru a indica o stare bună fizică, mentală și socială, dar „tehnologia introspectivă” este o tehnologie care este aproape de sentimentele și gândurile oamenilor atunci când se gândesc la fericirea și modul lor de a viața. Are potențial. De asemenea, deși se poate spune că tehnologia convențională a îmbogățit viața oamenilor, putem simți și nevoia ca tehnologia viitoare să evolueze în „tehnologie care are un impact asupra existenței umane”.

Din punctul de vedere al tehnologiilor utilizate pentru conectarea oamenilor, dispozitivele portabile, inclusiv dispozitivele XR (VR, AR, MR) [20] devin din ce în ce mai sofisticate, iar videoclipurile de înaltă definiție și hologramele de peste 8K sunt folosite pentru comunicații reale și bogate. În consecință, este de imaginat că serviciile de divertisment inovatoare și serviciile de întreprindere, cum ar fi jocuri, sport și vizionare în direct, vor fi furnizate fără restricții de loc și timp.

În ceea ce privește conectarea lucrurilor, este de imaginat că cererea de comunicare a lucrurilor va deveni extrem de mare datorită răspândirii și dezvoltării rapide a serviciilor IoT. O cantitate mare de date, inclusiv video de înaltă definiție, este procesată, iar echipamentul este controlat cu o latență ultra-scăzută.

### 3.3. Extinderea mediului de comunicare

Având în vedere importanța comunicării în rezolvarea problemelor sociale și a comunicării dintre oameni și lucruri, comunicarea nu va mai fi la fel ca aerul în viitor. Va deveni un lucru firesc să aveți și va deveni un colac de salvare la fel de important sau chiar

mai important decât electricitatea și apa. Zgârie-nori, drone, mașini zburătoare, avioane, nave și chiar spațiul cosmic vor deveni zone comune de activitate. Datorită nevoilor diferitelor rețele de senzori, fabrici fără echipaj, șantiere de construcții fără echipaj etc., este necesară construirea unei zone de comunicație într-un mediu fără echipaj. Ca rezultat, este necesar să se realizeze zona de comunicare pe tot pământul, cerul, marea și spațiul.

În ceea ce privește spațiul, mai multe tendințe pot fi descifrate din fluxul afacerilor spațiale care au fost active în ultimii ani.

De exemplu, „space big data” sau mediul de comunicare în spațiu din spațiu către pământ sau în spațiul cosmic, care poate fi conectat la afacerile de pe pământ, poate înregistra, din spațiul cosmic, numărul unei mașini parcate într-o parcare de pe pământ, fluxul de bunuri și oameni. Un exemplu este „Internetul spațial” care deși construiește aceste proiecte poate fi considerat a fi activ pe termen scurt de câțiva ani, există și „explorări planetare”, cum ar fi exploatarea resurselor și migrarea către planete extraterestre precum Luna și Marte și „excursii în spațiul cosmic ca o călătorie pentru oameni obișnuiți” [21]. „Călătoria în spațiu” poate fi văzută ca un proiect pe termen mediu și lung care durează mai mult de 10 ani. Având în vedere acest lucru, ideea de a împărți spațiul cosmic în zone în anii 2030 nu este deloc nerealistă. Se consideră importantă stabilirea treptată a unor zone și metode de comunicare adecvate pentru mai multe proiecte spațiale.

#### 3.4. Avansarea fuziunii ciber-fizice

Multe servicii care utilizează fuziunea ciber-fizică au fost create în anii 2020 și au fost puse în practică în toate mediile [22], dar o fuziune ciber-fizică și mai avansată va fi necesară în anii 2030. Prin transmiterea și procesarea fără întârziere a unei cantități mari de informații între spațiul cibernetic și spațiul fizic, se va realiza o cooperare și mai strânsă între cele două spații, iar în cele din urmă se va realiza integrarea ambelor spații. Pentru oameni, spațiul cibernetic poate sprijini gândirea și acțiunile umane în timp real prin dispozitive portabile și micro dispozitive atașate corpului uman prin comunicare legată de creier etc., așa cum este descris mai sus. Echipamentele de transport, inclusiv mașini, mașini de construcții, mașini-unelte, camere de supraveghere, diverși senzori și toate celelalte lucruri sunt legate de spațiul cibernetic pentru a sprijini siguranța și securitatea, pentru a rezolva probleme sociale și a îmbogăți viața oamenilor.

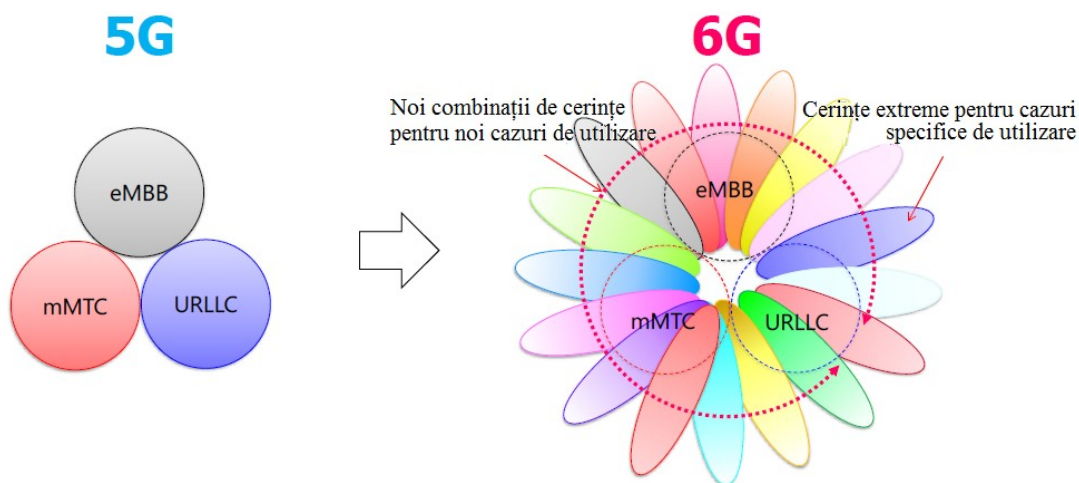


Fig. 5. Imagine a dezvoltării tehnologiei rețelei fără fir către 6G



Figura 5 arată o imagine a dezvoltării tehnologiei rețelei fără fir către 6G pentru a realiza viziunea asupra lumii ilustrate anterior. În viitor, pe lângă performanța ultra-înaltă pe care nici măcar 5G nu o poate atinge, va fi necesar să se încadreze în trei categorii: 5G eMBB, URLLC și mMTC (massive Machine Type Communication) [23]. Sunt avute în vedere și cazuri de utilizare care necesită o nouă combinație de cerințe.

### 3. SOFISTICAREA PRIN FUZIUNEA CU IOWN

În mai 2019, NTT a propus conceptul IOWN [24] ca o nouă infrastructură TIC pentru anii 2030, când va fi introdusă 6G, și continuă cu cercetarea și dezvoltarea. IOWN este o tehnologie inovatoare centrată pe lumină care utilizează tot felul de informații dincolo de limitele infrastructurii convenționale, permite servicii de la distanță în toate aspectele și duce la construirea unei societăți care acceptă diversitatea. Este o infrastructură inovatoare de rețea/procesare a informațiilor, care prezintă capacitate ultra-mare, latență ultra-scăzută și consum de energie ultra-scăzut. IOWN este o „All Photonics Network (APN)” care introduce tehnologia bazată pe fonică în orice, de la rețele la terminale și „Digital Twin Computing (APN)”, care realizează previziuni și optimizare viitoare combinând lumea reală și lumea digitală (DTC), și Cognitive Foundation (CF), care conectează și controlează totul [25].

APN este o rețea care oferă căi optice cu conexiuni full-mesh între mai multe puncte pentru fiecare terminal, utilizator și serviciu în unități de lungimi de undă [25]. Ne propunem să realizăm un consum redus de energie, capacitate mare, mare calitate, infrastructură de transmisie a informațiilor și procesare a informațiilor cu întârziere redusă prin introducerea cantității maxime de tehnologie optică, cum ar fi tehnologia de comunicare optică. În plus, prin schimbarea rețelei de acces optice de la tipul stea convențional la un design de acces de tip buclă în mai multe etape, vom realiza o rețea de acces cu fiabilitate și capacitate de răspuns ridicate. De exemplu, prin aplicarea rețelelor optice de transmisie și rețelelor de acces optice dezvoltate în acest mod la rețelele mobile, întârzierile de la un capăt la celălalt capăt pot fi reduse și stațiile de bază fără fir pot fi implementate în mod flexibil și receptiv. Mai mult, prin combinarea tehnologiei de monitorizare a mediului cu fibră optică folosind senzorul de fibră optică, care utilizează fibre optice amplasate în toată țara în zone fără comunicații, și tehnologia de detectare folosind unde radio există, posibilitatea utilizării informațiilor de mediu colectate în două capete.

DTC este o tehnologie care realizează fuziunea ciber-fizică menționată mai sus. Se extinde și transcende. Ca urmare, gama de activități umane se va extinde pentru a include societăți virtuale, extinzând potențialul oamenilor și folosind simulări la scară largă și previziuni viitoare pentru a rezolva probleme sociale complexe prin proiectare socială și sprijin pentru luarea deciziilor. Ne propunem să creăm inovatoare servicii care anterior nu erau disponibile. Cercetarea și dezvoltarea unei platforme digitale 4D este, de asemenea, în curs de desfășurare pentru a sprijini acest DTC. Platforma digitală 4D este o platformă care integrează cu precizie datele de detectare ale oamenilor și lucrurilor în informații spațiale de înaltă precizie în timp real și permite fuziunea datelor cu diverse platforme industriale și predicții viitoare. Prin combinarea acestei platforme cu diverse date IoT, este posibil să avansăm controlul comunicațiilor fără fir prin simulare și predicție viitoare în societatea virtuală folosind DTC.

CF oferă funcții de serviciu pentru a crea o optimizare totală, inclusiv nu numai comunicații cu fir și fără fir, ci și resurse de calcul și IoT. Prin conectarea resurselor TIC virtualizate end-to-end și conectarea cu diverse sisteme și rețele, CF creează o platformă de procesare a informațiilor care realizează analize și predicții fără a fi legat de formatul fiecărui sistem sau date.

Constând din aceste trei elemente, IOWN, la fel ca 6G, își propune să rezolve problemele sociale ale anilor 2030 menționate în secțiunea anterioară și să realizeze o viziune asupra lumii. De asemenea, are o mare afinitate tehnică pentru crearea de noi cazuri de utilizare care necesită diverse cerințe. Evoluția 5G și 6G vor oferi diverse valori end-to-end prin integrarea organică a tehnologiilor inovatoare de rețea și procesare a informațiilor centrate pe lumină, care se caracterizează prin latență și consum ultra-scăzut de energie. Ne putem aștepta la o evoluție ulterioară către infrastructura de comunicații informaționale de ultimă generație pe care o oferă aceste soluții inovatoare pentru facilitarea utilizării produselor software, ce au nevoie de acces la rețelele de Internet, dar care sunt la îndemâna inginerilor la rezolvarea problemelor din diferite domenii de activitate prin crearea unor instrumente de calcul ușor de folosit de la distanță [26-30].

## CONCLUZII

O complexitate suplimentară a funcțiilor caracteristice ale 5G care permit procesarea instantanee și precisă a unor cantități uriașe de date din orice locație (viteză ultra-înaltă, capacitate mare, latență ultra-scăzută, număr masiv de conexiuni simultane). Având în vedere cantitatea de comunicații de date și numărul de dispozitive de comunicație așteptate în anii 2030, s-a propus să crească viteza de comunicare și numărul de conexiuni simultane în rețeaua de acces la de 10 ori mai mare decât cea a 5G, iar viteza de comunicare în rețeaua de bază să crească la 100 de ori viteza actuală. În plus, pentru a realiza o sincronizare completă a sistemelor ciber-fizice, se crede că este necesară o latență scăzută de 1/10 din 5G și o sincronizare avansată a rețelei care o completează.

Consum de energie ultra-scăzut care permite manipularea echipamentelor, cum ar fi stațiile de bază și creșterea rapidă a volumului de procesare a datelor.

Securitatea și confidențialitatea sunt întotdeauna asigurate fără ca utilizatorul să fie conștient de acest lucru, și chiar și în cazul unui dezastru sau eșec, serviciul este neîntrerupt și restabilit instantaneu pentru ultra-siguranță și fiabilitate.

Autonomie care permite tuturor dispozitivelor să lucreze împreună în mod autonom fără intervenție umană (zero atingere) folosind tehnologia IA și construirea imediată a unei rețele optime pentru a satisface nevoile utilizatorilor fără ca aceștia să fie dependenți de cablu sau wireless.

Prin conectarea perfectă a diferitelor sisteme de comunicații, cum ar fi sateliții și vehicule aeriene fără pilot echipate cu funcții de stație de bază pentru telefonul mobil și care zboară la altitudini mari, cum ar fi în stratosferă, și folosind diferite dispozitive, cum ar fi terminale și ferestre ca stații de bază (stații de bază omniprezente), dispozitivele de pretutindeni pot interacționa între ele, scalabilitate care permite comunicării să fie utilizată oriunde, inclusiv pe mare, aer și spațiu.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] **C.V.G. Georgescu**, „Aspecte ale Securității Cibernetice în Mediul Electromagnetic”, Revista comunicațiilor și informaticii – 1/2021, pp. 15-21.
- [2] **C. Virban**, „Provocări ale tehnologiei 5G în materie de securitate”, Journal: INFOSFERA - Revista de studii de securitate și Informații pentru Apărare, Issue Year: XII/2020, Issue No: 4, pp. 39-48.
- [3] **T.M. Băjenescu**, „5G and 6G evolution”, Journal of Engineering Sciences, 2022, Numărul 2, 2022, ISSN 2587-3474 /ISSNe 2587-3482, pp. 68-75.
- [4] **Y. Siriwardhana, P. Porambage M. Liyanage, J.S. Walia, M. Matinmikko-Blue, M. Ylianttila**, „Micro-operator driven local 5G network architecture for industrial internet”, IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2019, pp. 1-8.

- [3] **R.P. Jover, V. Marojevic**, „*Security and protocol exploit analysis of the 5G specifications*”, IEEE Access, volume 7, 2019, pp. 2169-3536.
- [6] **A. Ghosh, A. Maeder, M. Baker, D. Chandramouli**, „*5G evolution: A view on 5G cellular technology beyond 3GPP release 15*”, IEEE access, 2019, volume 7, 2019, pp. 2169-3536.
- [7] **X. Lin**, „*An Overview of 5G Advanced Evolution in 3GPP Release 18*”, IEEE Communications Standards Magazine, 2022, pp. 77 – 83.
- [8] **M. Giordani, M. Polese, M. Mezzavilla, S. Rangan and M. Zorzi**, „*Toward 6G Networks: Use Cases and Technologies*”, in IEEE Communications Magazine, vol. 58, no. 3, pp. 55-61, March 2020, doi: 10.1109/MCOM.001.1900411.
- [9] **C. Carmina**, „*5G, UE i audiovisual: com estan connectats?*”, Eines per a l'esquerra nacional, 2020, no. 38, pp. 28-36.
- [10] **A. Neacșa, D.B. Stoica**, „Aspects concerning the software applications in order to determine the technological systems reliability”, MOCM The 13<sup>th</sup> International Conference of Fracture Mechanics, 4 (13), 2007.
- [11] **A. Neacșa, N.N. Antonescu, D.B. Stoica**, „*Software Applications for Complex Technological Systems Reliability*”, Journal of the Balkan Tribological Association, 15 (1), 2009.
- [13] **A. Neacșa, N.N. Antonescu, D.B. Stoica**, „*Modern Solutions for Selecting the Corresponding Machinery Dedicated to Technological Applications*”, Journal of the Balkan Tribological
- [14] **A. Neacșa, D.B. Stoica, N.N. Antonescu**, „*Studies on the Use of Implemented Databases on Web Platforms in Order to Verify Machines Compatibility with Working Conditions*”, Journal of the Balkan Tribological Association, 18 (4), 2014.
- [15] **E. Gorobeț, A. Caușan, C. Caușan**, „*Evaluarea calității educației în condițiile învățământului la distanță*”, Conferința „Educația din perspectiva concetului Clasa Viitorului”, Chisinau, Moldova, 4-5 noiembrie 2022, pp. 113-127.
- [16] **S. Machidon**, „*Impactul noilor tehnologii informaționale asupra procesului de comunicare*”, Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe ale Educației), numărul 9(149), 2021, pp. 56-62.
- [17] **M. Mahtab Alam, E. Ben Hamida**, „*Wearable wireless networks for internet of humans: trends and challenges*”, J Telecommun Syst Manage 3: e115. doi:10.4172/2167-0919.1000e115, Volume 4, Issue 1, 2015, pp. 1-2.
- [18] **J. Rekimoto**, „*Internet of abilities: Human augmentation, and beyond (keynote)*”, 2017 IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI), Los Angeles, CA, USA, 2017, pp. 1-1, doi: 10.1109/3DUI.2017.7893310.
- [19] **S. Chelcea, L. Ivan, A. Chelcea**, „*Comunicarea nonverbală; gesturile și postura - Cuvintele nu sunt de-ajuns*”, București, Editura Comunicare. ro, 2005, ISBN 973-7 1 1-014-5.
- [20] **L. Georgescu**, „*Locurile de muncă în contextul actual al digitalizării*”, București, Revista Română de Dreptul Muncii, nr. 4, 2021, pp. 45-51.
- [21] **F. Maxim**, „*Regimul juridic aplicabil spațiului cosmic - principii consacrate și evoluții înregistrate în domeniu*”, Journal: Conferința Internațională de Drept, Studii Europene și Relații Internaționale, Issue Year: I/2013, Issue No: I, pp. 29-41.
- [22] **A. Badea, G. Popa, A.I. Muntean, V.M. Popa, C. Bibire, G. Dumitru**, „*Evaluarea siguranței sistemelor de supraveghere și control a trenurilor bazate pe comunicații (CBTC)*”, Sinteze de Mecanică Teoretică și Aplicată, Volumul 12 (2021), Numărul 2, Editura Matrix Rom, pp. 103-116.
- [23] **P. Popovski, K. F. Trillingsgaard, O. Simeone, G. Durisi**, „*5G Wireless Network Slicing for eMBB, URLLC, and mMTC: A Communication-Theoretic View*”, in IEEE Access, vol. 6, pp. 55765-55779, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2872781.
- [24] **T. Hiraki, T. Aihara, T. Fujii, K. Takeda, T. Segawa, S. Matsuo**, „*Development of Membrane Optical Modulators for IOWN*”, NTT Device Technology Laboratories. Development, 9, 08, 2022.
- [25] **Y. Koyasako, T. Hatano, T. Yamada, T. Shimada, T. Yoshida**, „*Demonstration of Real-Time Jitter Buffered Architecture for Motion Control in All-Photonics Network*”, GLOBECOM 2022 - 2022 IEEE Global Communications Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2022, pp. 4292-4297, doi: 10.1109/GLOBECOM48099.2022.10001573.
- [26] **C.N. Eparu, A. Neacșa, A.P. Prundurel, R. Rădulescu, C. Slujitoru, N. Toma, M. Nițulescu**, „*Analysis of a high-pressure screw compressor performances*”, IOP Conference Series: Materials

- Science and Engineering, 595 (1), 2010.
- [27] **C.N. Eparu, S. Neacșu, A. Neacșa, A.P. Prundurel**, „*The comparative thermodynamic analysis of compressor's energetic performance*”, *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 6 (1), 2019.
- [28] **A. Neacsu, D.B. Stoica, N.N. Antonescu**, „*Studies on the Use of Implemented Databases on Web Platforms in Order to Verify Machines Compatibility with Working Conditions*”, *Journal of the Balkan Tribological Association*, 18 (4), 2014.
- [29] **C.N. Eparu, S. Neacșu, A. Neacșa**, „*Correlation of Gas Quality with Hydrodynamic Parameters in Transmission Networks*”, *MATEC Web of Conferences*, 290 (1), 2019.
- [30] **C.N. Eparu, S. Neacsu, A.P. Prundurel, R. Rădulescu, A. Neacșa**, „*Behaviour of transmission and distribution networks with big consumption, the stress test*”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 595 (1), 2019.