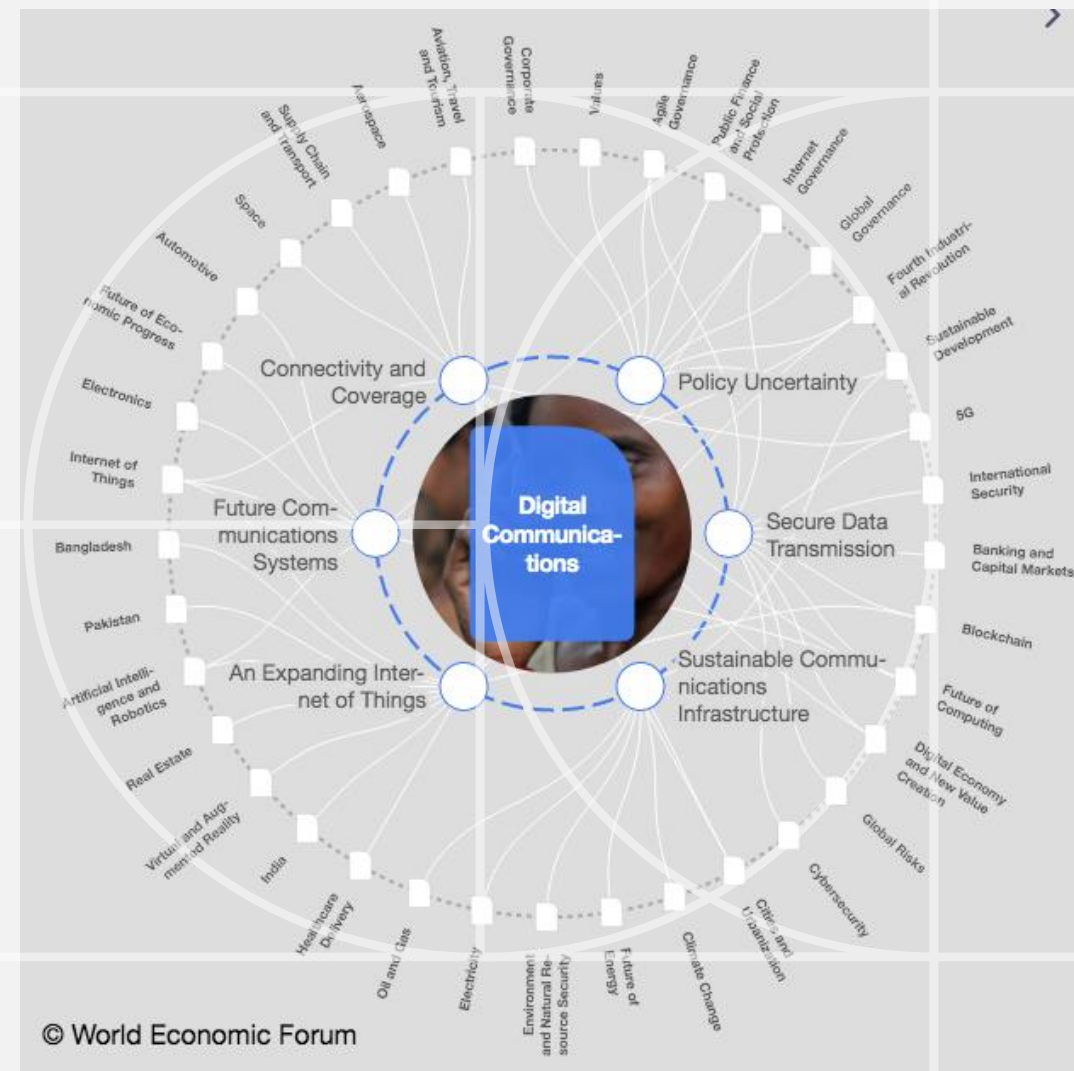


# Digitálna komunikácia

***Priemysel digitálnej komunikácie uľahčuje bezprecedentnú úroveň globálneho využívania internetu, sociálnej interakcie online a finančného začlenenia.***

Po transformácii tohto odvetvia môže efektívna politika zvýšiť produktivitu pomocou regulácie a podpory podnikov.

***Zároveň musí byť priemysel otvorený novým modelom spolupráce, aby lepšie riešil problémy, ako je ochrana osobných údajov a rastúce požiadavky na infraštruktúru.***



# Neistota politiky

*Zmena ovplyvňujúca odvetvie digitálnej komunikácie prevyšuje existujúcu reguláciu*

*Globálne podmienky pre odvetvie digitálnej komunikácie sa v priebehu rokov značne zmenili v dôsledku postupujúcej digitalizácie.*

Posunuli sme sa ďaleko za čas, keď sa regulátori zamerali jednoducho na konkurenčnú dynamiku medzi jednotlivými účastníkmi telekomunikačného priemyslu. Regulátori musia chápať a hodnotiť zložitú krajinu, v ktorej pôsobia staršie etablované subjekty, a mladší, digitálne zameraní hráči, ktorí pôsobia v tomto odvetví a poskytujú bezprecedentný prístup k množstvu služieb.

***Približne 71% svetovej populácie bude mať do roku 2025 paušál na mobilné telefóny, správa uverejnená v roku 2018 obchodnou skupinou GSMA, a takmer 1,8 miliardy ľudí začne používať mobilný internet v priebehu nasledujúcich ôsmich rokov.***

Výbušný nárast využívania sociálnych médií spolu s príchodom nových inteligentných zariadení exponenciálne zvyšuje dopyt po bezdrôtových dátach.

Základným zdrojom, ktorý je potrebný na uspokojenie tohto dopytu, je spektrum, ktoré je pomerne obmedzené a podlieha výraznému vplyvu tvorcov politiky.

*Podľa správy GSMA sa v roku 2017 dražby mobilného spektra zvýšili na financovanie verejného sektora o približne 25 miliárd dolárov.*

# Neistota politiky

*Konvenčné stratégie správy spektra sú založené na takzvanom statickom rozdelení, kde je spektrum licencované v samostatných častiach podľa rádiového štandardu.*

V posledných rokoch viedol vývoj v oblasti spracovania digitálneho signálu a technológií polovodičov a rozvoj sietí založených na umelej inteligencii k agilnejším, kooperatívnejším a kognitívnejším bezdrôtovým platformám.

Kompromisy zapojené do zavádzania týchto inovácií sa musia starostlivo vyhodnotiť a je potrebné sformulovať nové, dynamické politiky pridelovania spektra, ktoré umožňujú ad hoc využitie spektra, než aby sa nechalo nevyužitú v pevných štruktúrach aby sa odblokoval ich potenciál.

S vývojom noriem by sa mali lepšie prispôbovať meniacemu sa technologickému prostrediu, aby sa odstránila fragmentácia rozvoja a aby mohlo znížiť prekážky kapacity. Tvorcovia politiky musia stimulovať etablované zúčastnené strany telekomunikačného priemyslu, aby umožnili rýchlejšie prijatie nových technológií.

**Regulačné orgány však musia postupovať opatrne, aby sa zabezpečila spravodlivá hra medzi poskytovateľmi služieb.**

*Konečným ukazovateľom výkonnosti je udržateľnosť tvorcovia politiky by mali zohrávať proaktívnu úlohu pri presadzovaní energeticky účinných a udržateľných technológií, aby transformácia priemyslu mohla mať pozitívny vplyv na spoločnosť.*

# Bezpečný prenos údajov

*Zvýšený výpočtový výkon môže spôsobiť, že digitálna komunikácia bude viac ohrozená hackermi*

*Očakáva sa, že digitálne siete novej generácie urobia zo širokopásmového pripojenia realitu kdekoľvek a kedykoľvek.*

Všetky aspekty nášho života sa budú digitalizovať a zosieťovať, pretože vlády na celom svete presadzujú iniciatívy týkajúce sa vozidiel s vlastným riadením, monitorovania životného prostredia a platieb online.

Zlepší sa tým výmena citlivých údajov v sieťach a sieťové prepojenie dôležitých aktív. Kľúčom k úspechu týchto iniciatív je preto ochrana integrity údajov a súkromia údajov. Od druhej svetovej vojny sa na zabezpečenie údajov v sieťach používajú stále robustnejšie a rôznorodejšie kryptografické techniky, ktoré sa používajú na písanie citlivých informácií v kóde.

***Najmodernejšie kryptografické techniky sú založené na výmene široko dostupných verejných kľúčov a nezverejnených súkromných kľúčov, ktoré fungujú ako heslá a sú spojené komplexnými matematickými výrazmi.***

Kvôli stále sa zvyšujúcemu výpočtovému výkonu sa však tieto kľúče môžu stať zraniteľnými voči takzvaným útokom hrubou silou, ktoré zahŕňajú testovanie všetkých možných kombinácií znakov v kľúči prostredníctvom rozsiahlych pokusov a omylov, aby sa dešifrovali informácie.

# Bezpečný prenos údajov

*Tradične sa na zabezpečenie utajenia používa vyhradená bezpečnostná vrstva v sieťovom protokole alebo softvér, ktorý stanovuje pravidlá pre sieťové prepojenie, zatiaľ čo fyzická vrstva sieťového zariadenia je obmedzená na úlohy súvisiace so spracovaním a prenosom signálu.*

Nedávno sa však zistilo, že fyzická vrstva sa môže tiež použiť na potenciálne zabezpečenie. Pozornosť si zasluhujú nové kryptografické techniky, ako je kvantová kryptografia, ktorá sa pri kódovaní informácií pomocou prvkov, ako sú svetelné častice, spolieha skôr na fyziku než na matematiku prvá kvantová transakcia v roku 2004 použila zamotané fotóny na prevod peňazí na bankový účet. Blockchain je ďalšia sieťová paradigma, ktorá získava trakciu **ako distribuovaný kryptografický aktivátor služieb**.

Ochrana súkromia nie je nevyhnutne zaručená prostredníctvom blockchainu, ale integrita údajov sa môže zabezpečiť pomocou technológie, ktorá môže tiež znížiť transakčné náklady a očakáva sa, že bude prijatá pre širokú škálu aplikácií v blízkej budúcnosti.

*Tvorcovia politík a architekti systémov musia pri navrhovaní komunikačnej infraštruktúry novej generácie zohľadniť tieto nové vzory. Okrem toho sa komunity, ktoré sa zameriavajú na softvér s otvoreným zdrojovým kódom, vývojári a priemyselné skupiny, musia snažiť zabezpečiť, aby navrhované riešenia boli cenovo dostupné a mohli sa široko akceptovať.*

# Udržateľná komunikačná infraštruktúra

*Technológie ako blockchain a softvérové siete môžu znížiť náklady aj spotrebu energie*

*Podľa štúdie uverejnenej v roku 2018 Centrom pre udržateľnú komunikáciu na Kráľovskom technologickom inštitúte KTH sa množstvo elektrickej energie spotrebovanej sieťami informačných a komunikačných technológií medzi rokmi 2010 a 2015 zvýšilo o 31%, zatiaľ čo súvisiace prevádzkové emisie uhlíka sa zvýšili o 17%.*

Očakáva sa, že tento trend bude pokračovať bez zmeny, keďže sa zvyšuje počet používateľov internetu, zariadení a dátových prenosov a rozširujú sa siete. Energeticky efektívnejšia infraštruktúra môže priamo viesť k zníženiu emisií uhlíka.

**Toto je mimoriadne naliehavá potreba, keď sa svet pripravuje na štvrtú priemyselnú revolúciu, ktorá je výsledkom kombinácie nových technológií súvisiacich s digitálnou komunikáciou vrátane cloud computingu, analýzy údajov, umelej inteligencie a bezpilotných lietadiel.**

Táto kombinácia technológií môže tiež viesť k súvisiacej zmesi štandardov a z toho vyplývajúcej fragmentácii cenných zdrojov a kapacít. Je nevyhnutná väčšia adaptabilita infraštruktúry vo svete rôznych bezdrôtových štandardov.

*Súčasná, najmodernejšie komunikačné siete vrátane vznikajúcich sietí Long Term Evolution (LTE) sú však založené na rigidnej centralizovanej architektúre.*

# Udržateľná komunikačná infraštruktúra

*Distribuované siete typu blockchain, v ktorých sú používatelia schopní komunikovať prostredníctvom priamych spojení typu peer-to-peer, by mohli zlepšiť kvalitu služieb znížením latencie a znížiť náklady na energiu.*

Softvérové sieťovanie, ktoré umožňuje správcovi siete rýchlo manipulovať s prevádzkou a službami nezávislými od hardvéru, a virtualizácia sieťových funkcií, pri ktorých možno veci ako detekciu narušenia pomocou softvéru namiesto toho, aby sa museli spoliehať na hardvér, ponúkať ako budúci vývoj softvéru.

Podľa bielej knihy uverejnenej na Svetovom hospodárskom fóre v roku 2017 sa tieto technológie používajú na nahradenie tradičných platforiem založených na hardvéri a na zvýšenie efektívnosti pri súčasnom znížení prevádzkových nákladov a spotreby energie.

Ďalším spôsobom, ako znížiť spotrebu energie a zvýšiť environmentálnu udržateľnosť, je nahradiť telekomunikačné siete napájané elektrickou sieťou a batériami.

**Obnoviteľná energia môže byť problematická z dôvodu prerušovanej povahy súvisiacich dodávok energie.**

Očakáva sa však, že vďaka vývoju pokrokových technológií ukladania energie sa v blízkej budúcnosti objaví udržateľná výroba energie ako spoľahlivá alternatíva k energii založenej na fosílnych palivách. Pokiaľ ide o siete internetu vecí, senzory na získavanie energie môžu poskytnúť udržateľnú alternatívu k senzorom napájaným z batérie.

*Odvetvie digitálnej komunikácie by sa malo usilovať o zodpovedajúcu optimalizáciu.*

# Rozširujúci sa internet vecí

*Vlny pripojených zariadení stierajú hranice medzi fyzickým a digitálnym svetom*

Internet vecí uľahčuje tok informácií medzi inteligentnými zariadeniami, automobilmi a domácimi spotrebičmi; podľa výskumnej firmy Gartner bolo v roku 2017 prostredníctvom technológie aktívne zapojených odhadom **8,4 miliardy fyzických objektov, čo je nárast takmer o tretinu v porovnaní s predchádzajúcim rokom.**

Vplyv, ktorý to má na každodenný život ľudí, je značný. Teraz je možné znížiť cestovný čas lepším rozhodnutím a zvoliť optimálnu trasu s menšou premávkou, zatiaľ čo diaľkové monitorovanie zdravia starších pacientov je teraz uskutočniteľnejšie. Šírenie pripojených zariadení a zvýšené využívanie sociálnych médií a všeobecná online aktivita pripravili pôdu pre nové marketingové techniky a prispôsobenie a zohrávajú dôležitú úlohu pri vytváraní nového bohatstva.

Rastúci počet pripojených zariadení však môže poskytovateľom bezdrôtových služieb sťažovať zaručenie kvality.

*Jedným zo spôsobov, ako znížiť náklady a latenciu internetu vecí, môže byť nasadenie technológie decentralizovaného blockchainu.*



# Rozširujúci sa internet vecí

*Pokrok v oblasti internetu vecí a umelej inteligencie spôsobil zásadný posun v interakcii medzi strojmi a ľuďmi.*

*Medzi pripojené zariadenia by sa mohli zaviesť inteligentné rozhrania človek-stroj, ako aj technológie virtuálnej reality a rozšírené reality, aby sa zvýšila účinnosť.*

Potenciál kombinovania týchto technológií je obrovský, príklady súvisiacich oblastí použitia zahŕňajú nehnuteľnosť (kde nehnuteľnosť mohla byť „*navštívená*“ niekým virtuálne), architektúra (kde niekto mohol prehliadnúť budovu pred jej výstavbou) a zdravotníctvo (umožňujúce vzdialené monitorovanie pacientov).

**Pred hromadným prijatím je však potrebné riešiť výzvy.**

Náklady na zariadenia musia byť lacnejšie a musí sa riešiť ochrana osobných údajov. Technológii rozhrania človek-stroj môže tiež brzdiť objemná veľkosť, cena a kompatibilita zariadení virtuálnej reality a umelej reality. Stále existujú zaujímavé možnosti. Podľa správy, ktorú uverejnila obchodná skupina GSMA v roku 2017, asi 30% vlastníkov smartfónov v Pakistane, Bangladéši a Indii nikdy nepoužilo internet na svojich telefónoch z dôvodu nedostatku digitálnej gramotnosti.

*Rozhrania človek-stroj založené na internete vecí by mohli pomôcť prekonať tieto výzvy tým, že by umožnili používanie jednoduchých ľudských gest na prístup k digitálnym službám.*

# Budúce komunikačné systémy

*Systémy, ktoré sú sebavedomé, sebaoptimalizujúce a samoliečiace, sú na obzore*

*S príchodom inteligentnejších zariadení a služieb sa dopyt po bezdrôtových dátach exponenciálne zvyšuje.*

Kľúčovým zdrojom v tomto ohľade je bezdrôtové spektrum, ktoré je nedostatočné. Nedostatok spektra sa prehľbí iba rozšírením zariadení s online pripojením cez internet vecí, nehovoriac o budúcich komunikačných systémoch, ktoré sa budú spoliehať na vzdušné bezpilotné lietadlá, spojenia v aute a podvodné káble.

V súčasnosti sa vynakladá veľké úsilie na riešenie tohto problému. Nové trendy, ako napríklad kognitívne rádio, ktoré môžu automaticky usmerňovať komunikáciu prostredníctvom dostupného spektra, a takzvané malé bunkové siete, ktoré využívajú rádiové prístupové uzly s nízkym výkonom na zvýšenie kapacity a pokrytia, majú zmierniť nedostatok spektra. Vnútorne pokrytie môžu byť zabezpečené aj sieťami Wi-Fi, ktoré pracujú na nelicencovanom spektre, ktoré je neobmedzené a ktoré nepridelí ani neschváli regulátor.

*Tieto technológie sú však založené na konvenčných komunikačných systémoch založených na blokových štruktúrach, ktoré poskytujú stabilitu, ale trpia tiež vlastnými obmedzeniami, pokiaľ ide o plnenie vysokokapacitných požiadaviek, ako napríklad rýchle spracovanie signálu.*

# Budúce komunikačné systémy

*Strojové učenie, ktoré využíva umelú inteligenciu pri získavaní informácií samy o sebe bez programovania v ktorom sa počítače učia algoritmy takmer rovnakým spôsobom, ako ľudský mozog absorbuje informácie, sa v priemysle stáva realitou.*

Výskumní pracovníci sa aktívne zapájajú do rozširovania schopností hlbokého vzdelávania do komunikačnej infraštruktúry vo všeobecnosti ich priťahuje koncepcná jednoduchosť systémov, ktoré sa môžu naučiť komunikovať cez akýkoľvek typ kanála, bez potreby zložitého matematického modelovania a analýzy.

*Podľa bielej knihy uverejnenej na Svetovom hospodárskom fóre v roku 2017 sa v komunikačnej sieti, ktorá v súčasnosti obsluhuje 10 miliónov koncových bodov a 10 000 uzlov, môže do roku 2020 zvýšiť počet až päťkrát, čo by bolo pre ľudí nemožné bez riadenia pomocou techník strojového učenia.*

**Takzvané autonómne kognitívne siete, ktoré sa čoskoro stanú realitou, sú sebavedomé, sebaoptimalizujúce a samoliečiace.**

Existujú však súvisiace výzvy. Hoci nedávno navrhnuté algoritmy založené na hlbokom učení vykazujú znaky, že môžu dosiahnuť lepší výkon, postrádajú spoľahlivú teoretickú analýzu.

*Zatiaľ čo komunikačné kanály sú teraz generované matematickými modelmi počas simulácií, skutočné scenáre kanálov sú oveľa zložitejšie a môžu sa zmeniť.*

# Pripojiteľnosť a pokrytie

***Bezproblémové pripojenie medzi celulárnymi sieťami, vozidlami, satelitmi a bezpilotnými lietadlami by mohlo pomôcť vymazať digitálnu priepasť***

Infraštruktúra elektronických komunikácií môže hrať zásadnú úlohu vo štvrtej priemyselnej revolúcii tým, že poskytuje pripojenie kdekoľvek a kedykoľvek s jednotnou kvalitou bez ohľadu na región alebo sociálno-ekonomický štatút.

**Efektívna infraštruktúra môže napríklad riešiť otázku digitálnej priepasti, ktorá oddeľuje tých, ktorí majú prístup k počítačom a internetu, a tých, ktorí nie.**

Podľa Medzinárodnej telekomunikačnej (ITU) mala od roku 2017 stále prístup na internet len asi polovica domácností na svete. Je tomu tak napriek skutočnosti, že za posledných 60 rokov prešlo káblové aj bezdrôtové siete radikálnym vývojom. Paralelne sa objavilo množstvo technológií, ktoré pomáhajú prepojiť svet prostredníctvom optických širokopásmových sietí, podmorských káblov, celulárnych mobilných sietí a satelitov.

Dôležitejšie je, že vďaka pokrokom v dizajne čipov a stále sa zvyšujúcemu výpočtovému výkonu sú mobilné zariadenia mimoriadne výkonné. Od roku 2017 bolo na svete okolo 5 miliárd predplatiteľov mobilných telefónov.

***Podľa obchodnej skupiny GSMA by sa toto číslo malo do roku 2025 zvýšiť na takmer 5,9 miliárd. Exponenciálny rast trhu mobilných telefónov zvyšuje dostupnosť bezdrôtového pripojenia.***

# Pripojiteľnosť a pokrytie

***Nové siete založené na dlhodobom vývoji (LTE) odstránili niektoré problémy so štandardmi, zatiaľ čo poskytujú vysoké rýchlosti pre streamingové médiá.***

Medzitým vznikajúce siete pre automobilovú komunikáciu hrajú rozhodujúcu úlohu v inteligentných dopravných systémoch a majú prísne požiadavky na kvalitu v porovnaní so sieťami LTE od koncepcie po implementáciu by sa malo zabezpečiť, aby boli automobilové siete kompatibilné so sieťami LTE.

V riedko osídlených, odľahlých a málo rozvinutých regiónoch nemusí byť LTE v súčasnej podobe pre mobilných operátorov zaujímavé.

***Používateľom v týchto oblastiach sa v súčasnosti poskytujú služby prostredníctvom satelitných sietí, ktoré sú neefektívne.***

Pre námornú komunikáciu sú však tieto satelitné siete jedinou možnosťou. Siete bez posádky alebo bezpilotné lietadlá by mohli byť reálnou alternatívou relatívne nízke náklady na ich vývoj a nasadenie ich robia potenciálne atraktívnymi pre prevádzkovateľov.

***Jedným z súvisiacich problémov, ktoré je potrebné zvážiť, je funkčnosť v prípade prírodných katastrof. Zatiaľ čo súčasné, najmodernejšie siete reagujúce na katastrofy sú svojou povahou proprietárne a ad hoc, siete založené na bezpilotných lietadlách by sa mohli nasadiť rýchlo a efektívne.***

# Zdroje

- World Economic Forum's Expert Network
- A S Madhukumar, Associate Professor, School of Computer Engineering, Nanyang Technological University (NTU), Singapore.
- Medzinárodná telekomunikačná únia