



Az infokommunikációs szektor digitális karbonlábnyoma

Dr. Derka István, PhD

NMHH Technológiaelemző Főosztály

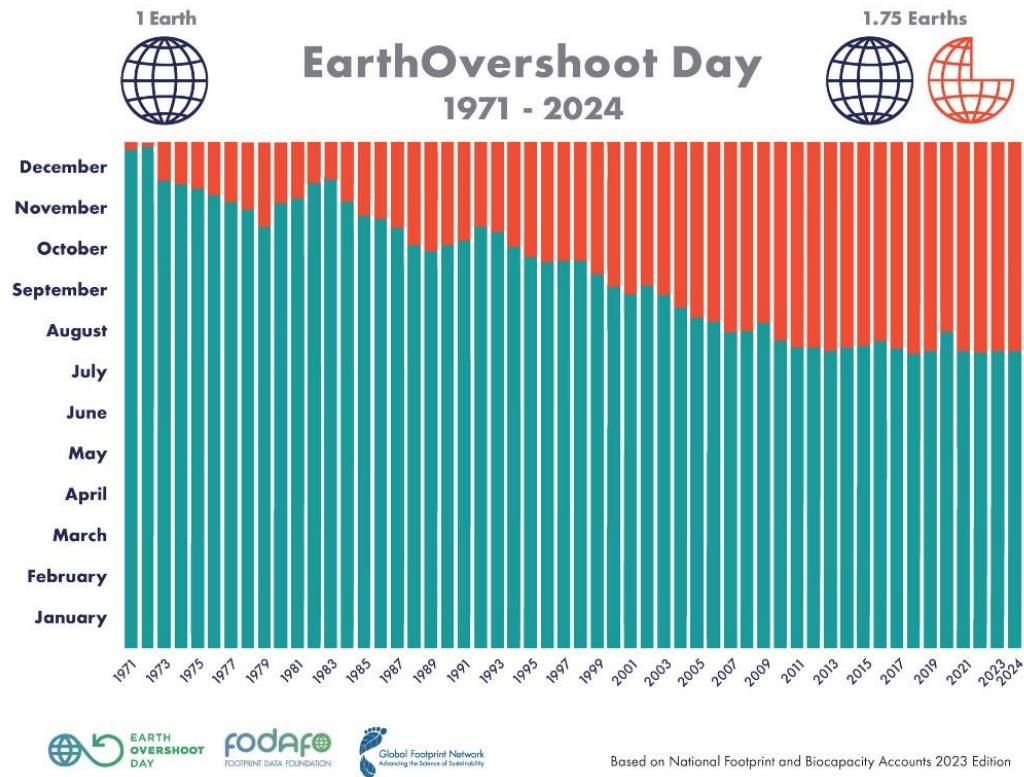
HTE Kábeltv szakosztály és a Média Klub, online, 2025. április 30.

- Bevezetés
 - Legfenyegetőbb veszélyek
- ICT szektor
 - Energiaigény
 - ÜHG kibocsátás
- Új technológiák és a dekarbonizáció
 - Mesterséges intelligencia
 - Internet of Things (IoT)
 - Digitális ikrek
 - Zöldenergia
 - Robotika
 - Space 2.0
- Összegzés



Bevezetés

Legfenyegetőbb veszélyek



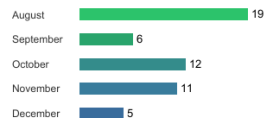
Forrás: [Overshootday.org](https://overshootday.org)

Earth Overshoot Day

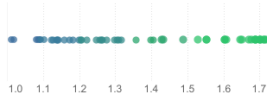
1971-2023

Earth Overshoot Day marks the date when humanity has used all the biological resources that Earth regenerates during the entire year. From Earth Overshoot Day until the end of the year, humanity operates on ecological deficit spending.

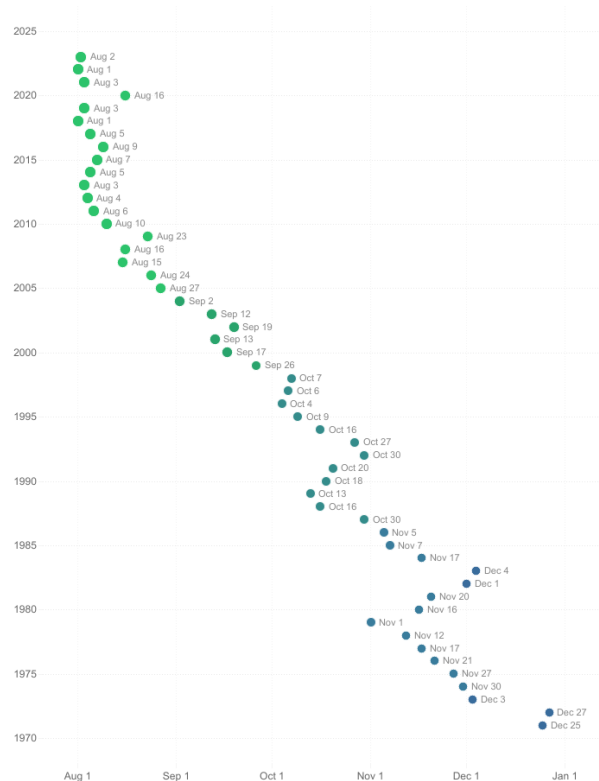
Earth Overshoot Day by month



Number of earths needed to provide for humanity's Ecological Footprint



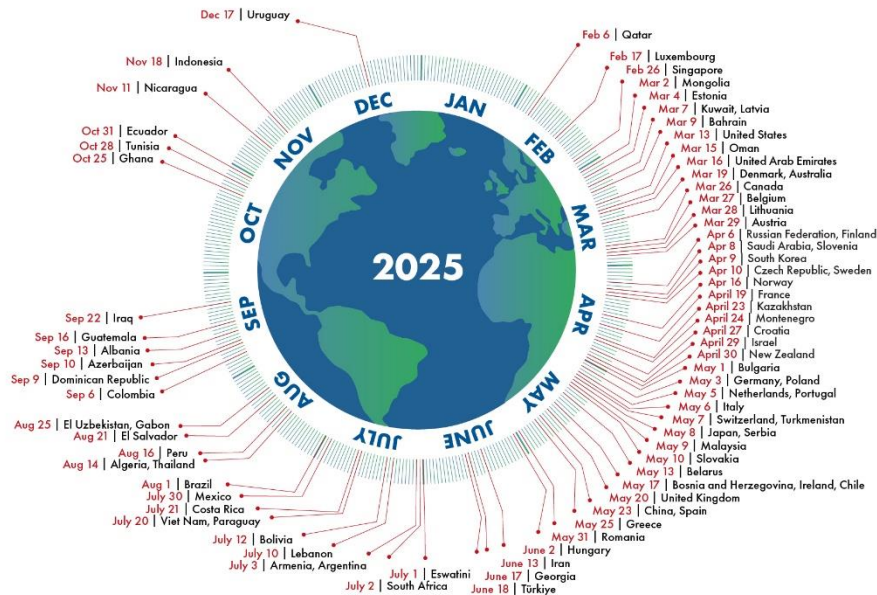
Source: National Footprint and Biocapacity Accounts 2023
Edition: <https://data.footprintnetwork.org/#/>



Forrás: Overshootday.org

Country Overshoot Days 2025

When Earth Overshoot Day would land if all the people around the world lived like...

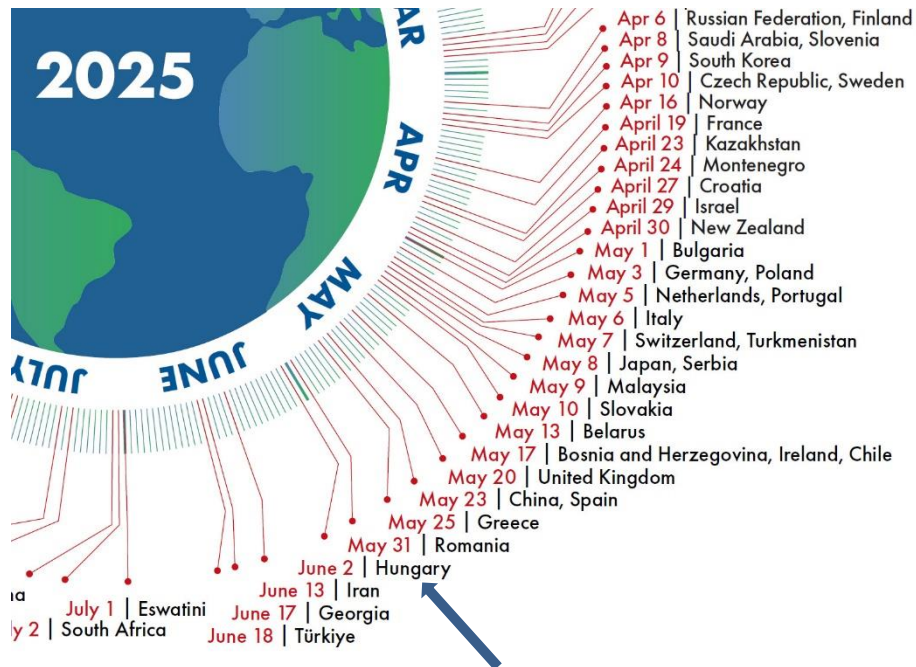


For more information, visit:
<https://overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>
 Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, preliminary 2025 Edition
 York University, FoDaFo, Global Footprint Network, data.footprintnetwork.org



Forrás: [Overshootday.org](https://overshootday.org)

Legfenyegetőbb veszélyek



For more information, visit:

<https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>

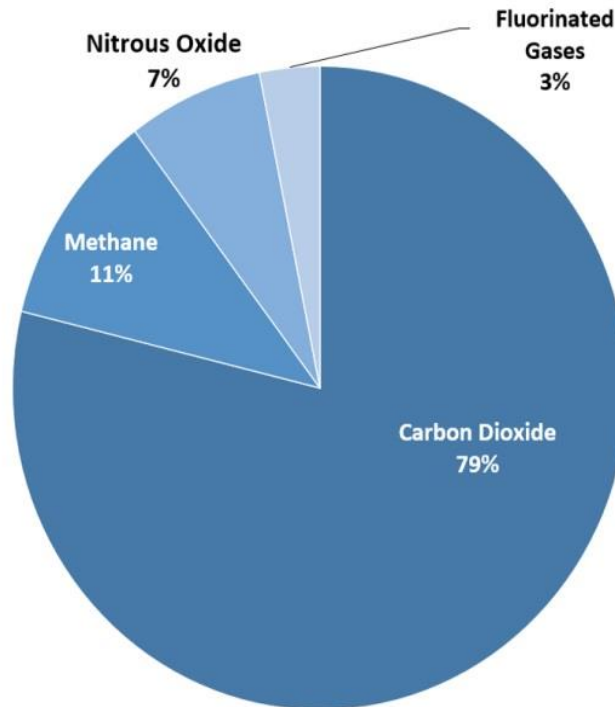
and Biocapacity Accounts, preliminary 2025 Edition

Global Footprint Network, data.footprintnetwork.org



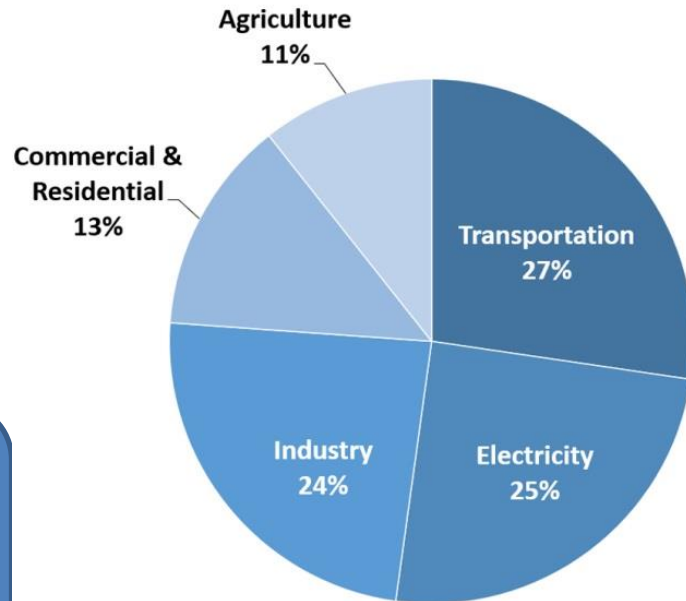
Forrás: [Overshootday.org](https://www.overshootday.org)

- A klímaváltozás, azaz a globális felmelegedés
 - Az üvegházhatású gázok kibocsátása miatti felmelegedés
 - Üvegházhatású gázok
 - CO_2 , CH_4 , N_2O , fluortartalmú gázok
 - 2050-ig karbonsemlegesség
 - Mértékegység: CO_2 egyenérték



- A fő ÜHG kibocsátók:
 - Közlekedés, szállítás
 - Villamosenergia
 - Ipar
 - Kereskedelem, lakosság
 - Mezőgazdaság

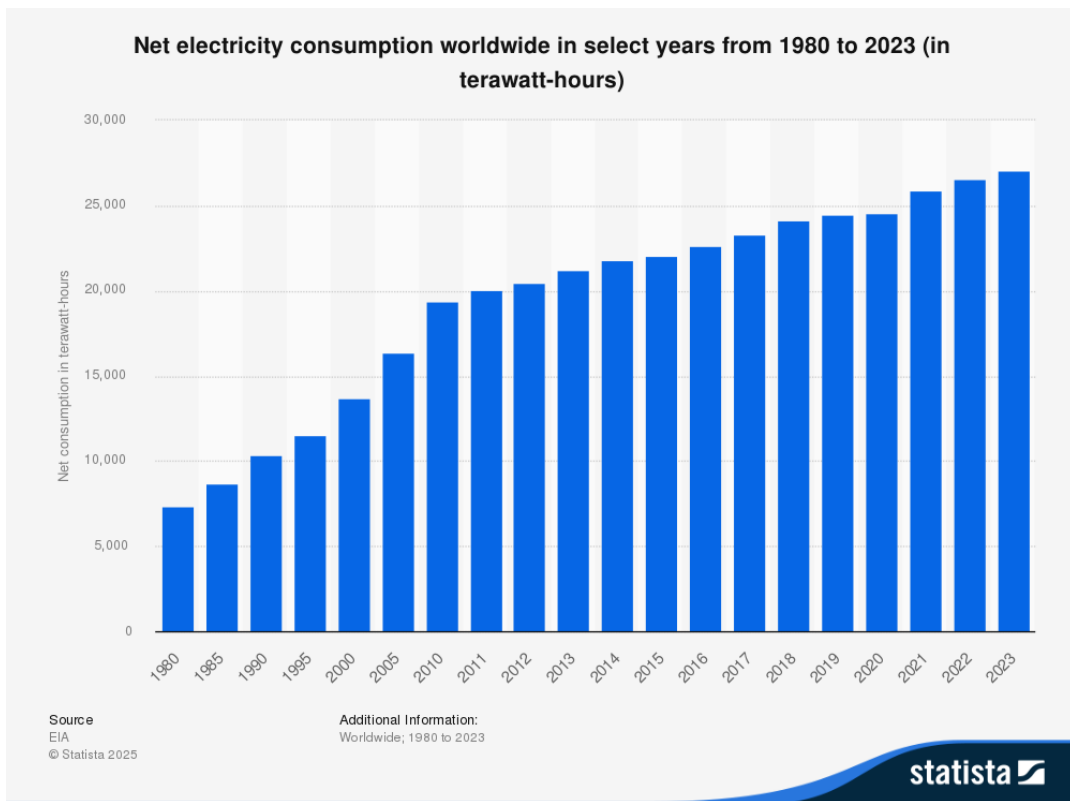
- Kérdések:
 - Hol vannak ebben az ICT piac szereplői?
 - Mennyit segítenek a nyújtott szolgáltatások és mennyit visz el a teljes infokom tevékenység?



Jelenleg az éves kibocsátás mennyisége kb. 50 Gt (Gigatonna)



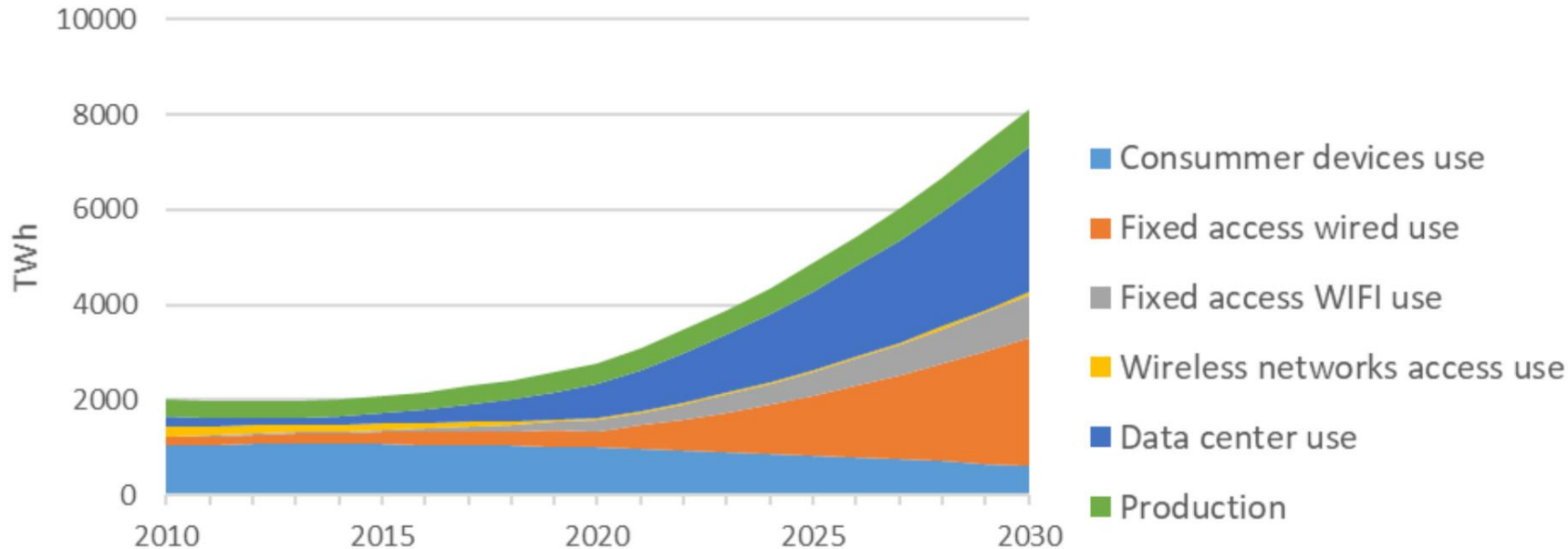
ICT szektor



Forrás: Statista, 2025

ICT energiamérlege

Az ICT teljes energiafelhasználása



Forrás: Enerdata

- Sok kicsi sokra megy
 - PI. internet használat energiamérlege:
 - Adatközpont/POP: 2,47 kWh/GB 48 %
 - Átvitel: 0,7 kWh/GB 14 %
 - Felhasználó: 1,9 kWh/GB 38 %

- IP adatforgalom
 - 2017: 1,5 Zettabyte/év 122 Exabyte/hónap
 - 2022: 4,8 Zettabyte/év 396 Exabyte/hónap

(1000 GB = 1 TeraB, 1000 TeraB = 1 PetaB, 1000 PetaB = 1 ExaB,
 1000 ExaB = 1 ZettaByte = 10^{12} GByte = 10^{21} byte)

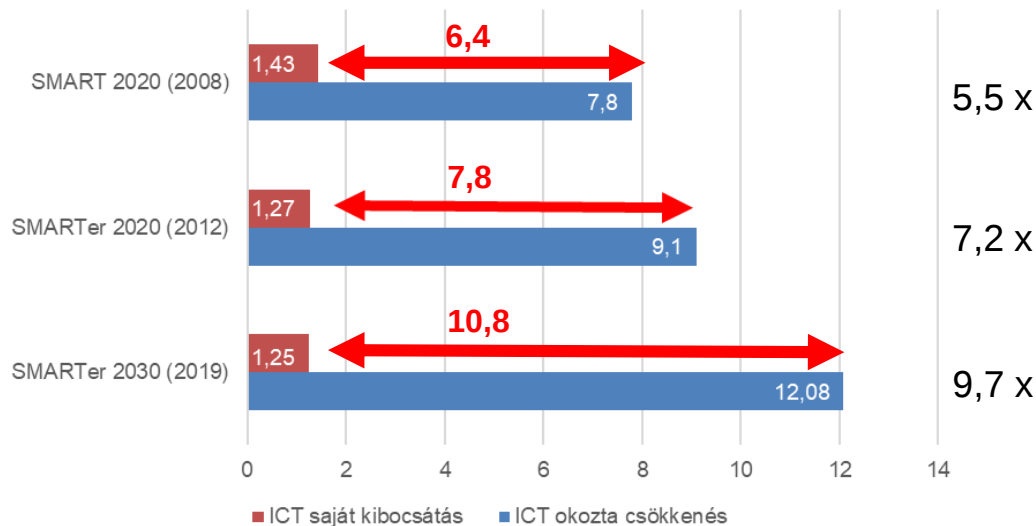


- Az ÜHG kibocsátás forrásai az infokom hálózatok szintjén
 - Energiafelhasználás
 - Közös infrastruktúra, megújuló energiaforrások, zöld energia technológiák – összességében csökkenő energiafelhasználás
 - Közlekedés (telepítés, hibajavítás stb.)
 - Környezetbarát közlekedési eszközök, távoli hibajavítás, zero touch hálózatmenedzsment
- Az ÜHG kibocsátás a teljes infokom ágazat szintjén
 - Energiafelhasználás
 - Ellátási lánc szállítási faktora (több, mint szimpla közlekedés)
 - Gyártástechnológia
 - Termékdisztribúció

- A világ teljes éves ÜHG kibocsátása nagyságrendileg 50 Gt
 - Az ICT jelenlegi részesedése ebből 1,8 % - 2,8 %
 - Hozzávéve az ellátási láncok addicionális terheit, ez reálisan 2,1 – 3,9 % között mozoghat, mely 1,05 – 1,95 Gt ÜHG mennyiséget jelent.
- A bizonytalansági faktor két forrásból fakad:
 - Lehetetlen pontosan mérni, becslésre van szükség
 - Attól is függ, mit számítunk bele és mit nem

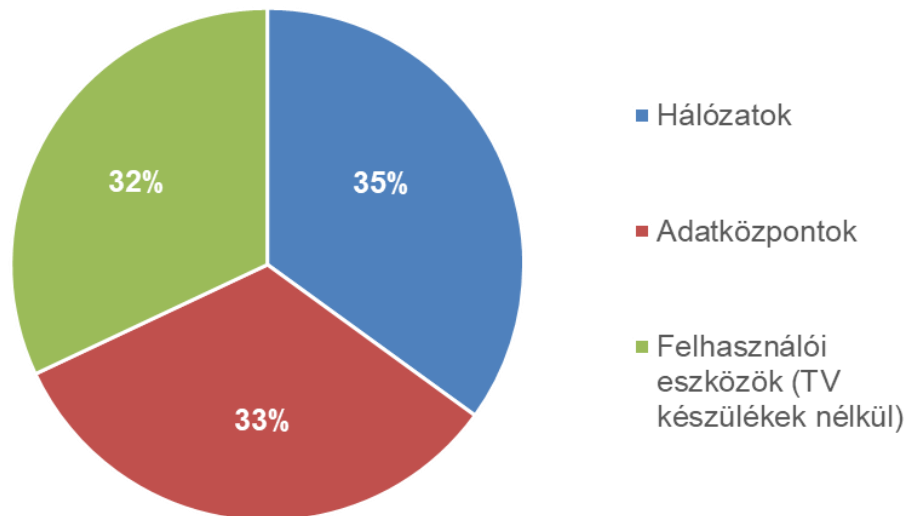
- GeSI (Global enabling Sustainability Initiative)
 - SMART 2020 (2008), SMARTer 2020 (2012), SMART 2030 (2019) jelentések

ÜHG gázkibocsátás és nyereség (Gigatonna)



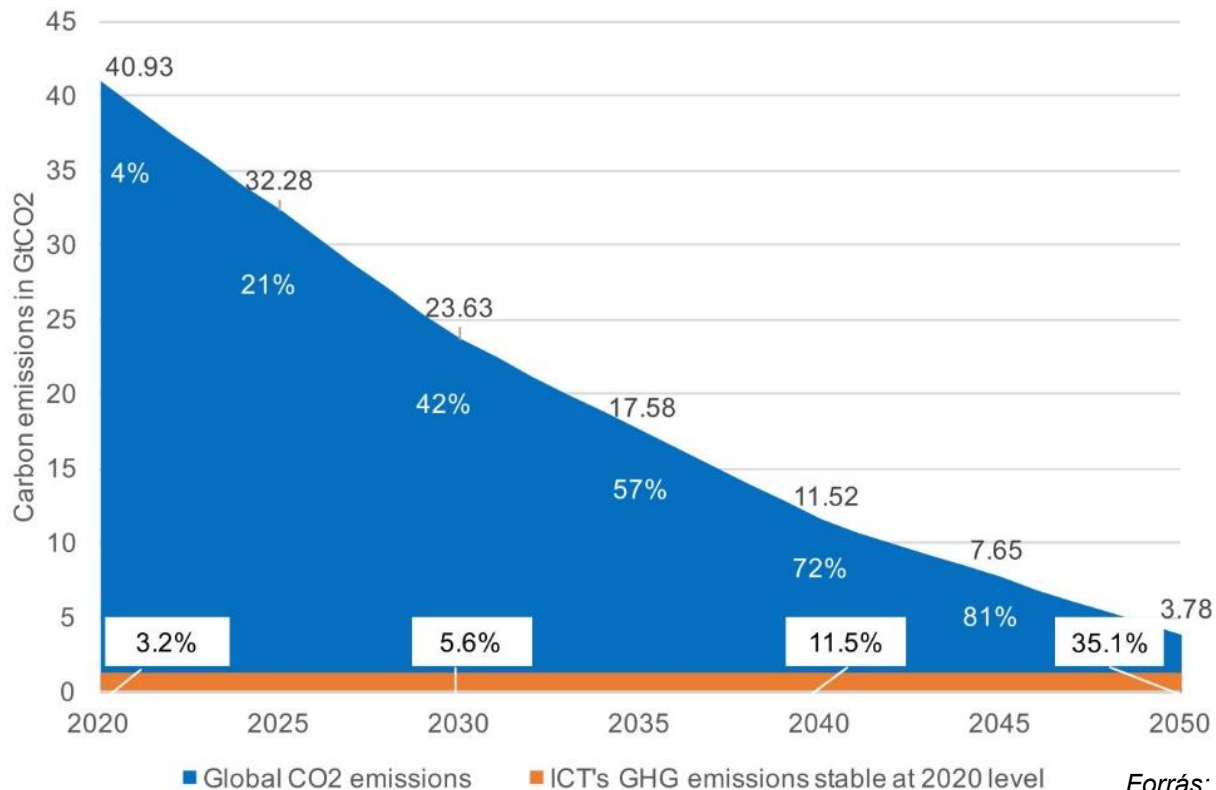
Forrás: IEEE ComSoc

- Nagyon eltérő becslések érhetők el
 - van ahol a felhasználói eszközök részesedése már jóval magasabb !!!



Forrás: Patterns 2, September 10, 2021

ICT szektor CO₂ kibocsátás csökkentése

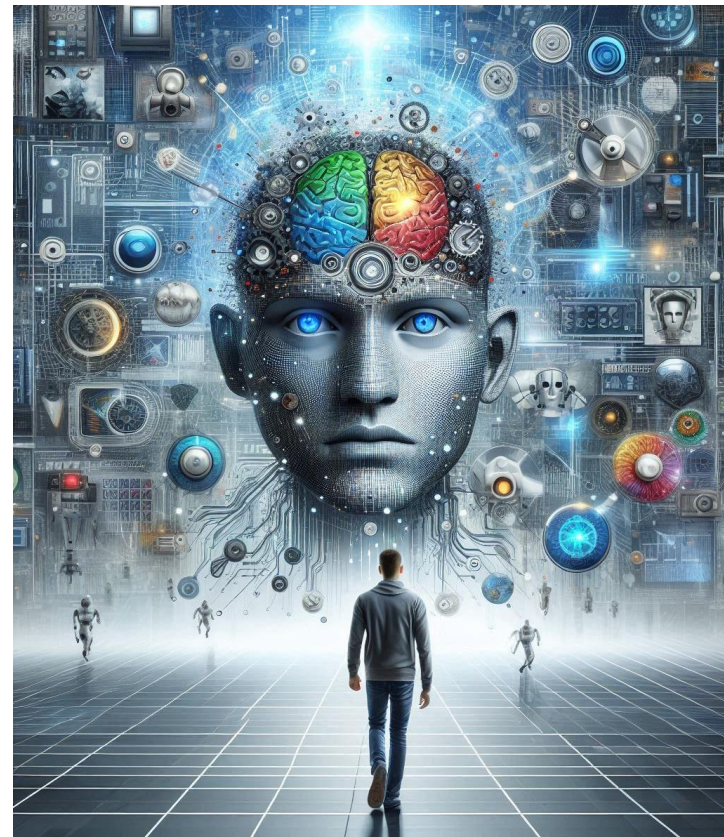


Forrás: Patterns 2, September 10, 2021



Új technológiák és a dekarbonizáció

- A mesterséges intelligencia (MI) fő ereje a dekarbonizációban az automatikus optimalizálás, például:
 - A megtermelt, becsomagolt, kiszállított, tárolt majd kidobott élelmiszerek karbonlábnyoma 8-10 %-át teszi ki a teljes emisszióknak
 - Nagy lépést jelenthet már az is, ha ennek csak a felét sikerül eliminálni öntanuló, intelligens rendszerek segítségével
 - Közlekedés optimalizálása
 - Levegőszennyezés csökkentése, hidrológiai kockázatok csökkentés, hulladékkezelés optimalizálása stb.
- Az infokommunikációs hálózatokban:
 - Automatikus, zero touch hálózatmenedzsment
 - Preemptív kapacitásbővítés és hibajelzés
 - Energiafelhasználás optimalizálása
 - Hálózati erőforrások optimális allokációja



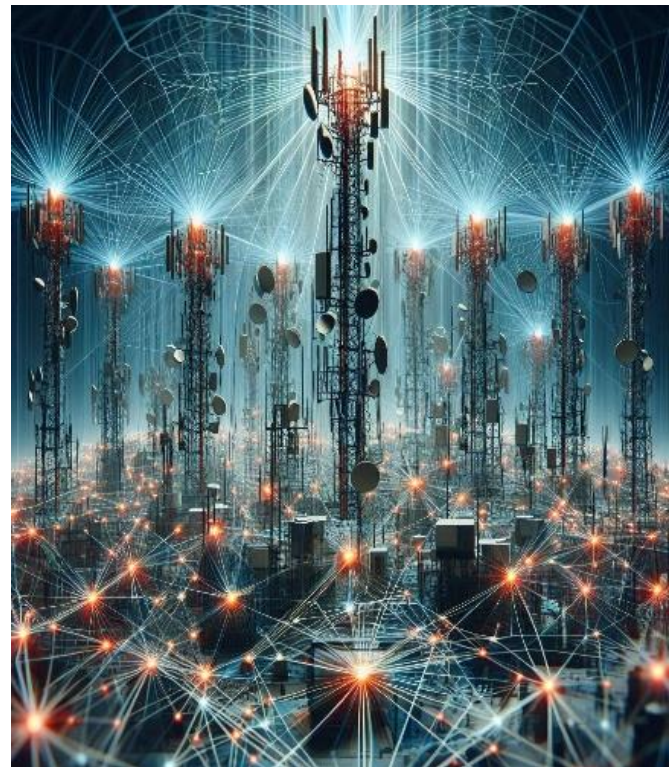
- Az adatok begyűjtése, érzékelés, beavatkozás: ehhez szenzorok és aktuátorok kellenek
 - Minden terület optimalizálásához elengedhetetlen az adatgyűjtés
 - Az optimalizálás feltétele a megfelelő beavatkozás
- Mi köze a dekarbonizációhoz ?
 - Okos otthonok, okos épületek, okos város – hatalmas mennyiségű felesleges energiahasználat, pl. fűtés, hűtés takarítható meg
 - Ipari alkalmazások környezeti hatásainak az optimalizálása
- Infokommunikációs hálózatok
 - Szenzoros mérések és beavatkozások a telephelyek hűtésében
 - Adatközpontok klímaviszonyainak az optimalizálása



- A digitális ikrek ideális megoldást nyújtanak olyan helyzetek modellezésére, amit a valóságban nem akarnánk kipróbálni
 - Példa: kockázattervezés és beavatkozási terv klimatikus változások, katasztrófák esetére lakott területeken
 - Segítséget nyújt a váratlan helyzetek elkerülésében, előre kialakított gyors kezelésében
- Infokommunikációs hálózatok
 - Szükséges forgalmi viszonyok modellezése a hálózaton digitális ikrek segítségével
 - Karbonhatás: a hálózati probléma elhárításának az optimalizálása, a kialakuló helyzet „káoszmentes” kezelése

Hálózati megoldások a mobil rendszerekben

- Cella optimalizálás
- Közös használat
- Lefedettség menedzsment
- Alvó mód
- Multi-hop átvitel
- Spektrummenedzsment
- Energia- és interferenciamenedzsment
- Nyalábformázás

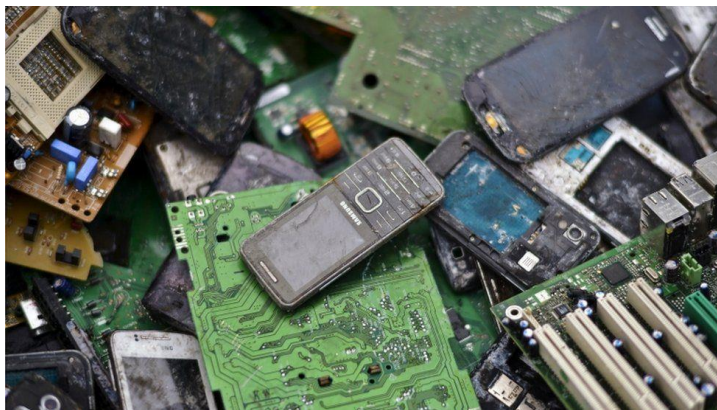


Hálózati megoldások a fix hálózatokban

- Optikai hálózatok nagy kapacitású modulációs eljárásokkal
- Optikai kapcsolók (megszünteti az oda-visszaalakítást!)
- Hálózati topológia optimalizálása
- Alvó mód
- Útvonal-optimalizálás, proxy



- Zöld energia
 - Alacsony karbonkibocsátású energiaforrások használata!
- Lehet-e „zöld berendezéseket” előállítani?
 - Egyre nagyobb mennyiségű elektronikai hulladék keletkezik (készülékek, berendezések, napelemek, akkumulátorok stb.)
 - Ezek szétbontása, feldolgozása, esetleges újrahasznosítása megint csak energiafogyasztást jelent



- Óriási mennyiségű berendezés, eszköz gyártása, raktározása, értékesítése
 - Okostelefonok: negyedévente 350-400 millió okostelefon kerül piacra
 - Évente 300-350 millió PC (desktop és notebook)
 - Hálózati berendezések
 - Adatközpontok, szerverek stb.
- Alapvető feladat ezek előállításának (és az elavult eszközök újrahasznosításának) a teljes automatizálása és a gyártás zöld irányba terelése



- Műholdas megfigyelő rendszerek
 - klímakutatás
 - környezetvédelmi monitorozás
- Szélessávú globális internet hozzáférés
 - Bárhonnan (óceánok, sivatag, magashegyek ... vagy éppen otthon)
 - A „jólszituált” felhasználók számára hozzáférhető
 - A használata környezetbarát de ...
- Egyetlen felbocsátás 300-400 tonna károsanyag kibocsátását jelenti!



- Az infokommunikáció a mindennapjaink része, fejlődése nem visszafogható, sőt!
 - Egyre nagyobb hatása van a dekarbonizációra
 - Figyelni kell a saját karbonlábnyomára
 - Optimalizáció, a zöld energiák és a takarékos energiahasználat támogatása
 - Karbonsemleges infokom hálózat nem létezik, csak karbonsemleges társadalom, a természeti környezettel együtt!

- Mi a végső megoldás?
 - Mesterséges szénmegkötés technológiája
 - pl. Orca, Izland, Orca 4000t/év CO₂-t tud lekötni!





NMHH

Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság

Köszönöm a figyelmet!