

2G-t kiváltó M2M megoldások: NB-IoT, CAT-M és CAT-1

BOROS VIKTOR

IoT szakértékesítési vezető, One Magyarország Zrt. (One Solutions üzletág)

A gépek közötti kommunikáció (M2M) területén a mai napig elterjedten használt 2G mobilhálózatok kivezetése a küszöbön áll. A szolgáltatók világszerte készülnek a 2G lekapcsolására, ami az ezen technológiára épülő M2M eszközök tömeges cseréjét vagy migrációját teszi szükségessé. A cikk bemutatja a 2G-alapú M2M megoldások jelenlegi helyzetét és a technológiaváltás mozgatórugóit, majd ismerteti a korszerű alternatívákat: a keskenysávú NB-IoT és a CAT-M (LTE-M) hálózatokat, valamint kiegészítésként a Cat-1 technológiát. Összehasonlítjuk e megoldások műszaki jellemzőit, előnyeit és korlátait, kitérve az alkalmazási területekre. Végül javaslatokat fogalmazunk meg a felhasználók számára a 2G kiváltására való felkészüléshez.

Kulcsszavak: 2G kivezetés, M2M kommunikáció, NB-IoT, LTE-M, LTE Cat-1

Bevezetés

A mobil távközlés második generációs (2G) technológiája több mint 25 éve megbízható gerincét adja számos gépek közötti (M2M) kommunikációs megoldásnak. Ide tartoznak például a bankkártya-terminálok, riasztórendszerek kommunikátora, egyes telemetriai eszközök, vagy akár a gépjárműflotta-követő rendszerek korai generációi – melyek mind előszeretettel használták a GSM hálózatot adatátvitelre és SMS küldésre. Az évek során az M2M előfizetések száma folyamatosan növekedett, ugyanakkor az átlagos adatforgalom viszonylag alacsony maradt, mivel ezen eszközök többsége csak szűkszavú üzeneteket küld (például érzékelői adatokat, státuszjelentéseket). A mai napig jelentős azon végpontok száma, amelyek valamilyen 2G-alapú megoldást használnak – különösen az állami feladatokhoz kapcsolódó területeken (például közmű-mérőórák távleolvasása).

Napjainkban azonban a mobil hálózatok evolúciója új szakaszba lépett. A szolgáltatók világszerte – és Magyarországon is – elkezdtek vagy tervezik kivezetni a régi 2G (és részben 3G) hálózatokat a spektrum ha-

tékonyabb felhasználása és az üzemeltetési költségek csökkentése érdekében. Ezzel párhuzamosan az újabb generációs technológiák (4G/LTE és 5G alapú megoldások) már megfelelő országos lefedettséggel rendelkeznek, így készen állnak a régi rendszerek helyettesítésére. Két kiemelt új hálózati technológia, amelyet kifejezetten az IoT/M2M igényeire szabtak, a Narrowband IoT (NB-IoT) és az LTE Cat-M (más néven LTE-M) szabvány. Emellett létezik egy harmadik opció is bizonyos esetekre, az LTE Cat-1, amely a teljes értékű 4G hálózati kapcsolat egy egyszerűsített változata.

Jelen cikk áttekinti a 2G M2M technológia jelenlegi szerepét és a váltás szükségességének okait, majd részletesen bemutatja az NB-IoT és CAT-M technológiák műszaki jellemzőit, előnyeit és alkalmazási példáit. Összehasonlítjuk a két új technológiát, kitérünk a Cat-1 lehetőségekre, mint kiegészítő alternatívára, és ismertetjük, milyen szempontok alapján érdemes technológiát választani a 2G kiváltására. Végül összefoglaljuk a felhasználók számára javasolt lépéseket, hogy zökkenőmentesen készülhessenek fel a 2G hálózatok lekapcsolására és saját M2M eszközparkjuk jövőállóvá tételére.

A 2G technológia jelenlegi helyzete az M2M szegmensben

Bár a 2G mint mobiltechnológia már technikailag elavultnak számít, az M2M/IoT szegmensben mind a mai napig meghatározó szerepe van. Ennek fő oka, hogy a 2G (GPRS/EDGE) modulok és hálózatok széles körben elterjedtek, megbízhatóak és hosszú ideig stabil szolgáltatást nyújtottak. Számos vállalat az elmúlt évtizedekben épített ki olyan rendszereket, amelyek beágyazott 2G modemeken keresztül kommunikálnak. Magyarországon is több százezerre tehető a M2M SIM-ek száma, melyek jelentős része még 2G hálózaton üzemel. Az ilyen eszközök tipikusan kis adatforgalmúak – gyakran csak néhány kilobájt vagy megabájt adatot továbbítanak havonta –, így a 2G sáv szélessége számukra elegendő volt, a magasabb sáv szélességű 3G/4G szolgáltatásokra nem volt szükségük.

Fontos azt is kiemelni, hogy a 2G M2M eszközök jelentős része fixen telepített, hosszú élettartamú berendezés (pl. riasztóközpont, telemetriai egység, intelligens mérőóra), amelyek akár 5-10 évig vagy tovább is működnek a terepen anélkül, hogy cserére szorulnának. Sok esetben ezen eszközök telepítése nehézkes vagy költséges (például vízmérők aknában, riasztórendszerek kiépítése), így a felhasználók az "ami működik, ne piszkáld" elv alapján a meglévő 2G-s kommunikációt fenntartották. Emellett a 2G hálózat országos lefedettsége kiváló, beltéri penetrációja is jónak mondható a 900 MHz-es frekvenciának köszönhetően, így a kapcsolat minősége megfelelő volt az ilyen alkalmazásoknak.

Összességében a 2G jelenleg is az M2M kommunikáció egy biztos bázisát adja, de a horizonton már láthatóak azok a trendek, amelyek ezt a helyzetet megváltoztatják. A 2G előfizetések száma már nem nő érdemben, az új IoT telepítések pedig egyre inkább a modernebb technológiákat részesítik előnyben. Ahogy a mobil szolgáltatók a 4G és 5G hálózatok fejlesztésére fókuszálnak, úgy válik indokolttá a 2G kivezetése is, hiszen frekvenciasávja (pl. 900 MHz) máshol lenne szükség, valamint a párhuzamos hálózatok üzemeltetése jelentős többletköltséget jelent.

A technológiaváltás motivációi és kihívásai

Motivációk a váltás mögött

A 2G leváltásának elsődleges indoka az, hogy a szolgáltatók erőforrásokat (spektrumot, infrastruktúrát) szabadítsanak fel az újabb generációk (4G, 5G) számára.

A 900 és 1800 MHz-es sávban működő GSM rendszer értékes spektrumot foglal, amelyet 4G/5G cellák számára felszabadíthatnak, ezáltal nagyobb kapacitást és sebességet nyújtva az emberi felhasználóknak is. Emellett az új IoT-specifikus hálózatok (NB-IoT, LTE-M) sokkal hatékonyabban tudják kiszolgálni a gépi kommunikáció igényeit: több nagyságrenddel több eszközt képesek kezelni egy cellában, jobb lefedettséget biztosítanak és kisebb energiafogyasztást tesznek lehetővé. A modern megoldások támogatják továbbá azokat a funkciókat (pl. IP alapú adatátvitel, eszközmenedzsment, távoli firmware-frissítés), amelyek a régi 2G hálózatokon korlátozottak vagy nem elérhetők. A felhasználók számára vonzó lehet az új technológiák által kínált hosszabb akkumulátoros üzemidő, az esetleges kétsávú (2G+4G) átmeneti üzemmód lehetősége, valamint az, hogy eszközeik „jövőállóak” lesznek a következő évtizedre.

Kihívások és nehézségek

A váltás ugyanakkor komoly kihívásokat is tartogat. Az egyik legnagyobb feladat a meglévő eszközpark cseréje vagy frissítése: potenciálisan több ezer vagy tízezer telepített M2M eszközt kell lecserélni új modemmel rendelkező változatra, ami jelentős anyagi és logisztikai ráfordítás. Gyakran fizikailag nehezen hozzáférhető helyeken (pl. mérőórák aknában, riasztók készülékházaiiban, forgalomirányító automaták dobozaiban) működnek ezek a modulok, így a helyszíni kiszállítás és csere munka- és időigényes. További kihívás a szoftveres integráció: az új hálózatok IP alapú kommunikációt használnak, míg a régi rendszerek gyakran SMS-t vagy hangalapú adatátvitelt (CSD) alkalmaztak. Előfordulhat, hogy a backend rendszereket is módosítani kell az új protokollok kezelésére, és gondoskodni kell a megfelelő adatbiztonságról is az IP alapú kommunikációnál.

A globális rugalmasság is szempont: ha egy vállalat eszközei több országban működnek, figyelembe kell venni, hogy az NB-IoT és CAT-M hálózatok elérhetősége, illetve roaming támogatása szolgáltatónként változhat. Míg a 2G szinte mindenhol univerzálisan elérhető volt roaming partnereken keresztül, az új technológiák nem minden hálózatban és nem minden frekvencián aktívak még. Így a nemzetközi telepítések esetében a kompatibilitást előre ellenőrizni kell, illetve adott esetben olyan modemet választani, ami többféle hálózati módot is támogat (pl. CAT-M mellett 2G-t vagy Cat-1-et is tartalék/vézmegoldásként). Végül, de nem utolsósorban, a felhasználók számára kihívás a megfelelő technológia kiválasztása az adott alkalmazási igényhez – ebben próbál segíteni a következő néhány szakasz, részletesen bemutatva az opciókat.

NB-IoT – keskenysávú IoT hálózat

Az NB-IoT (Narrowband IoT) a 3GPP által definiált LPWAN (Low Power Wide Area Network) technológia, melyet kifejezetten az alacsony adatigényű, energia-takarékos IoT eszközök kiszolgálására fejlesztettek ki. Műszakilag az LTE szabvány egy szűk sáv szélességű (mindössze 180 kHz-es) üzemmódja, amely lehetővé teszi a rendkívül kis adatsebességű, de megbízható és mélyen behatoló vezeték nélküli kapcsolatot. Az NB-IoT legfontosabb jellemzői közé tartozik az alacsony energiafogyasztás – egy megfelelően konfigurált NB-IoT eszköz akár 5–10 évig is képes elemmel működni –, valamint a megnövelt hatótávolság és beltéri lefedettség. Ez utóbbit a technológia speciális üzemmódjai teszik

lehetővé: az úgynevezett kiterjesztett lefedettség (extended coverage) módokban az eszköz akár +20 dB teljesítmény mérleg (link-budget) javulást is eredményezhet a GSM-hez viszonyítva, jelentősen növelve a cellák hatósugarát (Forrás: Ericsson).

lehetővé: az úgynevezett kiterjesztett lefedettség (extended coverage) módokban az eszköz akár +20 dB teljesítmény mérleg (link-budget) javulást is eredményezhet a GSM-hez viszonyítva, jelentősen növelve a cellák hatósugarát (Forrás: Ericsson).



1. ábra – Az NB-IoT esetén elérhető megnövelt lefedettség: az *extended coverage* mód akár +20 dB teljesítmény mérleg (link-budget) javulást is eredményezhet a GSM-hez viszonyítva, jelentősen növelve a cellák hatósugarát (Forrás: Ericsson).

Az NB-IoT által nyújtott sáv szélesség ugyan korlátozott (tipikusan max. ~250 kbit/s a letöltési irányban és ~20–60 kbit/s a feltöltési irányban), de az M2M alkalmazások döntő többségének ez elegendő, hiszen gyakran csak szenzor adatokat vagy rövid üzeneteket kell továbbítani. Cserébe a keskenysávú protokoll rendkívül spektrumhatékony és olcsó eszközöket tesz lehetővé. Egy NB-IoT modul ára jelenleg a legalacsonyabb a celluláris modulok között, köszönhetően az egyszerűsített felépítésnek és a nagy tömegű elterjedésnek. További

előny, hogy egy NB-IoT cella akár többszáz ezer eszköz is képes kiszolgálni, így a hálózat skálázhatósága biztosított a jövőbeni IoT eszközárakat számára.

Alkalmazási területek

Az NB-IoT azon alkalmazásokban ideális, ahol viszonylag ritkán, kis adatmennyiséget kell küldeni, az eszköz többnyire statikus és gyakran elemes tápellátású. Ilyenek például a különféle okosmérés (smart metering) megoldások: gázt, vizet fogyasztó mérőórák távoli le-

olvasása, amelyek jellemzően óránként vagy napon-
ta csak pár adatcsomagot küldenek. Szintén jó példa
a környezetmonitoring: talajnedvesség-érzékelők, idő-
járás-állomások vagy levegőtisztaság-mérők, melyek
a hatalmas területi lefedettséget és mély behatolást ki-
használva akár erdők mélyéről vagy városi alagsorok-
ból is tudnak adatot küldeni. Az NB-IoT kiválóan hasz-
nálható okos város alkalmazásokhoz is, például okos
kukák töltöttségének jelentésére, utcai lámpák státusz-
üzeneteire, parkolóhely-érzékelő szenzorokhoz vagy
akár tűzjelzők és füstérzékelők hálózatba kötésére. A 2.
ábra néhány jellemző NB-IoT alkalmazási területet sorol
fel szemléltetésként.

Összefoglalva, az NB-IoT egy rendkívül takarékos és
mélységi lefedettséget nyújtó hálózat, amely tökélete-
sen alkalmas a 2G kiváltására minden olyan esetben,
ahol az adatátviteli igény kicsi, nem kritikus a valós ide-
jű kommunikáció, viszont fontos a hosszú üzemidő és
a nagy hatótáv. Ugyanakkor vannak olyan alkalmazá-
sok, amelyek igényeit az NB-IoT nem, vagy csak rész-
ben képes kielégíteni – ezekre kínál megoldást a LTE
Cat-M hálózat, amelyet a következő szakaszban mu-
tatunk be.



2. ábra – Az NB-IoT technológia tipikus alkalmazási területei: példák között a közművek távmérése (gáz, vízfogyasztás), folyékony vagy túlnyomásos anyagok tartálysint-mérése, okos hulladékgyűjtők telítettségfigyelése, környezetmonitoring szenzorok, füst- és tűzjelzők hálózata, parkolóhely-érzékelők, valamint riasztó- és eseményérzékelő berendezések távfelügyelete.

CAT-M – az LTE-M hálózat és előnyei

A CAT-M (vagy LTE Cat-M1), közismertebb nevén LTE-M, a 3GPP által az LTE hálózat részévé szabványosított másik IoT-specifikus üzemmód. A Cat-M lényegében egy olyan LTE kapcsolatot jelent, amely ugyan csökkentett sáv szélességű és forgalmú, de megőrzi a "hagyományos" 4G hálózat számos képességét. A Cat-M modulok a szolgáltató 4G celláira csatlakoznak (jellemzően 1,4 MHz sáv szélességű vivőn a meglévő LTE spektrumon belül), és ennek köszönhetően támo-

gatják a cellák közötti átadást (handover). Ez azt jelenti, hogy a Cat-M eszközök mozgás közben is folyamatos kapcsolatban maradhatnak, ellentétben az NB-IoT-val, amely statikus működésre optimalizált és csak korlátozott mobilitást enged. A Cat-M továbbá támogatja a hang- és SMS-szolgáltatásokat az LTE hálózaton (VoLTE technológiával), így olyan alkalmazásokban is használható, ahol fontos a beszédátvitel vagy az SMS alapú kommunikáció – például személyi vészjelzők, riasztórendszerek kommunikátorai, liftek vész hívói stb. Mindezek mellett a Cat-M eszközök ébreszthetők a hálózat

felől (támogatott a kétirányú, bármikor kezdeményezhető kommunikáció), ami lehetővé teszi például az eszköz távvezérlését vagy azonnali lekérdezését, szemben az NB-IoT eszközökkel, amelyek mélyalvó üzemmódban nem elérhetők azonnal.

A Cat-M adatátviteli képessége is nagyobb: tipikusan megabit/s nagyságrendű sebességet tud nyújtani (feltöltési (uplink) és letöltési (downlink) irányban is akár 1 Mbps körüli maximum), szemben az NB-IoT néhány tíz kilobites sebességével. Ezzel olyan feladatokra is alkalmassá válik, amelyeknél közepes mennyiségű adat mozgatására van szükség vagy gyors válaszidő kell. Bár a Cat-M modulok fogyasztása általában magasabb egy NB-IoT modulénál (hiszen szélesebb sávban és gyakrabban aktívak), még mindig rendkívül alacsony energiaigényűnek számítanak a régebbi 2G/3G modulokhoz viszonyítva. Elemes tápellátás mellett is jellemzően 5+ év üzemidő érhető el velük megfelelő konfigurációval. A rádiós lefedettség terén a Cat-M is jobbat nyújt a hagyományos LTE-kliensnél, de valamelyest elmarad az NB-IoT extrém hatótávjától – cserébe a rendszerterhelhetősége (kapacitása) még nagyobb, akár egymillió eszközt is kezelhet egy cellában.

A Cat-M fő előnyeit a 3. ábra foglalja össze, piktogramokkal szemléltetve: ezek között szerepel az alacsony energiafelhasználás, a széles körű lefedettség (országos 4G infrastruktúrán), a mobilitás támogatása (handover a bázisállomások között), a nagyobb adatsebesség, a jövőállóság (többféle IoT felhasználási esetre is alkalmas, 2G/3G lekapcsolás esetén alternatívát nyújt, támogatja a távoli eszközfrissítéseket), a kedvező eszközár (a Cat-M modemek ára a 4G modemekének kb. fele) és a hang/SMS szolgáltatások nyújtása. E tulajdonságok összessége valóban vonzóvá teszi a Cat-M-et olyan alkalmazások számára, ahol a 2G kiváltása mellett valamilyen plusz igény is fennáll (pl. hangkommunikáció vagy mozgó eszköz).

Alkalmazási területek

A Cat-M adja magát minden olyan esetben, ahol az eszköz mozog vagy mobil hálózaton vándorol, illetve gyors reagálást igényel. Így például járműkövető és flottamenedzsment rendszerekhez ideális, hiszen a mozgó járművek folyamatosan cellát váltanak – a Cat-M képes folyamatos adatkapcsolatot fenntartani, ellentétben az NB-IoT-val. Továbbá alkalmas hordozható készülékekben is, például idős vagy ve-



3. ábra – A CAT-M (LTE-M) technológia főbb előnyei és képességei: alacsony energiafelhasználás (elemes eszközök több éves üzemidővel), kiterjedt lefedettség a 4G infrastruktúrán, mobilitás támogatása (cellaváltás mozgó eszközöknél), megnövelt adatsebesség (akár ~1 Mbit/s), jövőállóság (széles körű IoT eszköztámogatás, 2G/3G kiváltás és távoli frissítések lehetősége), alacsony eszközköltség (megfizethető modulok), valamint hang- és SMS-szolgáltatások integrálhatósága (VoLTE alapú hangátvitel).

széles munkát végző személyek vészhívó készülékeiben (mivel támogatja a hanghívást). Ide sorolhatók az okosórák és viselhető okoseszközök: számos modern okosóra már beépített LTE-M modemet tartalmaz, ami lehetővé teszi, hogy a telefon közelében nélkül is kapcsolódjon a hálózatra (ezzel például gyerekek vagy idősek követése, elérése biztosítható anélkül, hogy hagyományos telefont hordanának). Ipari területen a Cat-M használható gépek távfelügyeletére, ipari automatizációs eszközök kommunikációjára is, főleg, ha nagyobb mennyiségű adatot (pl. szenzorok folyamatos adatstreamje) kell továbbítani vagy távoli szoftverfrissítést kell végezni. Riasztó- és biztonsági rendszerekben is megjelenik, ahol a megbízható és azonnali riasztási jelzés kritikus – a Cat-M alacsony késleltetése és kétirányú kommunikációs képessége ebben előnyös. Ezeket túl gyakorlatilag bármely olyan M2M alkalmazásban szóba jöhet, ahol eddig a 2G-t használták, de igény van valamely többtetszolgáltatásra vagy nagyobb teljesítményre, amit az NB-IoT nem tud nyújtani. Érdemes kiemelni, hogy a Cat-M hálózatok is globális terjedésben vannak, de elterjedtségük még nem teljesen egységes: bizonyos országokban (elsősorban Észak-Amerika, Ausztrália, Ázsia egyes részei) a Cat-M az elsődlegesen támogatott LPWAN technológia, míg máshol (pl. Európa több országában) az NB-IoT dominánsabb, és a Cat-M csak másodlagos vagy kiegészítő szerepet kap. Magyarországon a nagy szolgáltatók – köztük a One Magyarország (korábban Vodafone) – mindkét technológiát elindították, így a hazai felhasználók szerencsés helyzetben vannak, mert igényeik szerint választhatnak a két IoT hálózat között.

LTE Cat-1 mint kiegészítő alternatíva

A 4G LTE hálózatok szabványában a különböző eszközök képességeit Category (kategória) osztályokkal jelölik. A Cat-1 volt az első kategória, amelyet még az LTE kezdetén definiáltak, és lényegében a legkisebb teljesítményű, még "teljes értékű" LTE kapcsolatot jelent. A Cat-1 modemek tipikusan 10 Mbit/s körüli sebességre képesek letöltés irányban és 5 Mbit/s feltöltésre, ami jóval meghaladja az NB-IoT vagy Cat-M képességeit. Emellett a Cat-1 eszközök a normál LTE minden funkcióját támogatják (mobilitás, cellaváltás, VoLTE hang, SMS), hiszen belső felépítésükben gyakorlatilag megegyeznek a okostelefonos LTE modemekkel, csak kevésbé párhuzamosítva működnek. Felmerül a kérdés, hogy ha ilyen sokat tud a Cat-1, miért nem ezt használjuk mindenhol az IoT-ban? Ennek oka az energiaigény és a költség. A Cat-1 modulok áramfogyasztása jóval nagyobb, mint az NB-IoT vagy Cat-M moduloké, így elemes tápellátás mellett általában csak néhány hónap –

jobb esetben 1-2 év – üzemidő érhető el velük, szemben az előzőek 5-10 évével. Továbbá az aktív adatkapcsolat fenntartása is több energiát igényel (bonyolultabb rádió és jelfeldolgozás zajlik a háttérben). Árképzés szempontjából pedig a Cat-1 modulok ára hagyományosan magasabb volt, bár az elmúlt év(ek)ben ezen a téren jelentős csökkenés történt, részben az új, Cat-1bis nevű változat megjelenésével. A Cat-1bis egy olyan változat, ahol a modul csak egyetlen antennával működik (szemben a Cat-1 alapvetően kétantennás MIMO igényével), így egyszerűsítve és olcsóbbá téve a készüléket, miközben a sebesség és funkció ugyanaz marad. Ennek köszönhetően ma már kaphatók kifejezetten IoT célra szánt Cat-1 modemek is versenyképes áron.

Mire lehet tehát jó a Cat-1? Olyan alkalmazási igényekre, ahol az NB-IoT vagy Cat-M képességei nem elegendőek. A 2G kiváltási forgatókönyvekben tipikusan két ilyen eset adódhat: az egyik a nagyobb sávszélesség igénye (például ipari kamerák, videó stream küldése, vagy egyszerre sok adat párhuzamos továbbítása), a másik pedig a széleskörű roaming igénye. Utóbbit az indokolja, hogy a Cat-1 modul egy hagyományos LTE modem, így bármely ország bármely LTE-hálózatára fel tud csatlakozni és roamingolni tud, nem kell hozzá speciális IoT hálózati támogatás a külföldi szolgáltató részéről. Ezzel szemben az NB-IoT és Cat-M esetén a roaming még viszonylag új terület: bár műszakilag lehetséges, a világ különböző szolgáltatói közti roaming-megállapodások kiépülése lassabban halad. Ha tehát egy cég például nemzetközi fuvarozáskövető eszközt fejleszt, és biztosra akar menni, hogy mindenhol lesz hálózat, a Cat-1 egyfajta biztonsági választás lehet. Fontos azonban megjegyezni, hogy ha a roaming partner hálózatában van Cat-M vagy NB-IoT, az is működhet, tehát a gyakorlatban ez egy összetett kérdés – mindenesetre a Cat-1 az "univerzális" kompatibilitás miatt kitűnik.

Összességében a Cat-1-et tekinthetjük kiegészítő alternatívának a 2G kiváltásában. Elsődlegesen érdemes NB-IoT- vagy Cat-M-megoldást választani a konkrét esetre szabva, de ha egyik sem megfelelő a szükséges követelmények miatt, akkor a Cat-1 adódik, mint kompromisszumokkal járó, de stabil megoldás. Napjaink moduljai gyakran több üzemmódot kombinálnak is: elérhetők például olyan LTE-M modulok, amelyek 2G-t és Cat-1-et is tartalmaznak tartalék opcióként. Így a fejlesztők akár "mindenes" eszközt is tervezhetnek, amely dinamikus tud alkalmazkodni a hálózati lehetőségekhez (például alaptól Cat-M-en kommunikál, de ha olyan helyre kerül, ahol csak 2G van, akkor átvált arra). Természetesen az ilyen komplexitásnak költségvonzata is van, ezért mindig mérlegelni kell, valóban szükséges-e.

Technológiaválasztási szempontok

Miután áttekintettük a lehetséges technológiákat, érdemes összefoglalni, milyen szempontok alapján dönthetünk egyik vagy másik megoldás mellett. Az alábbiakban felsorolunk néhány kulcsfontosságú kérdést, amelyek segíthetnek a választásban:

Az eszköz telepítési helye és lefedettségi igénye

Mennyire nehezen elérhető helyen lesz az eszköz? Milyen beltérben, pincében, esetleg föld alatt? Ha igen, előnyösebb lehet az NB-IoT, mivel kimagasló beltéri penetrációt biztosít. Kültéren, mozgó járműben használva viszont a Cat-M lehet jobb a zökkenőmentes (seamless) mobilitás miatt.

Adatátviteli mennyiség és gyakoriság

Mekkora adatcsomagokat küld az eszköz, és milyen gyakran? Ha csak napi néhány kB adatot, vagy óránként pár mérést, az NB-IoT bőven elegendő. Ha folyamatos adatfolyam vagy nagyobb (pl. képfájlok, videorészletek) továbbítása a cél, akkor a Cat-M vagy akár Cat-1 szükséges a sávszélesség miatt.

Valós-idejűség, késleltetés

Számít-e, hogy az eszköz milyen gyorsan reagál vagy kap visszajelzést? Ha fontos a <1 másodperces reakcióidő (például riasztás esetén), a Cat-M előnyben van, mert az NB-IoT-nál a hálózati késleltetés akár több másodperc is lehet.

Energiaellátás és üzemidő

Hálózati áramforrásról megy az eszköz vagy elemről/akkumulátorról? Ha elemes, hány évig kell bírnia cse-re nélkül? Ha 5-10 év a cél, NB-IoT a nyerő választás,

mert a leginkább optimalizált a hosszú alvási ciklusokra. A Cat-M is jó lehet, de valamivel rövidebb üzemidőt ad. Hálózati táp esetén ez a szempont nem kritikus.

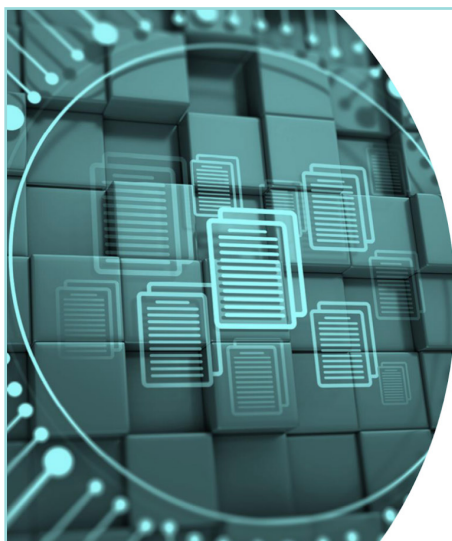
Hangkommunikáció és SMS igény

Szükség van-e arra, hogy az eszköz hanghívást kezdeményezzen vagy fogadjon (például személyi vészjelző készülék), vagy SMS-eket küldjön? Ha igen, akkor a Cat-M az egyetlen LPWAN opció, mivel az NB-IoT önmagában nem támogat hangot és SMS-t is csak korlátozottan (néhány speciális módon). Alternatív megoldásként szóba jöhet a Cat-1 is, amely természetesen kezeli a hagyományos mobil szolgáltatásokat.

Nemzetközi használat, roaming

Az eszköz egy országon belül marad, vagy utazik több ország között? Ha utóbbi, akkor meg kell vizsgálni, hogy azokban az országokban van-e NB-IoT vagy Cat-M támogatás és roamingmegállapodás a szolgáltatók között. Amennyiben bizonytalan a helyzet, a Cat-1 nyújthat biztos megoldást, mivel bármely 4G hálózathoz tud csatlakozni világszerte.

A fenti szempontok figyelembevételével már körvonalazódhat, mely technológia a legalkalmasabb egy adott projekthez. Gyakran nem is egyetlen megoldás, hanem egy kombináció kínálja a legjobb eredményt – például egyes eszközökbe olyan modemet építve, ami NB-IoT + Cat-M dual-mode, így a két hálózat előnyei egyaránt kihasználhatók, illetve hiba esetén van alternatíva. A 4. ábra összefoglalja a technológiaválasztási ajánlásokat röviden: statikus, kis adatforgalmú és hosszú élettartamú eszközökhöz NB-IoT, mobilitást vagy valós idejű kommunikációt igénylő feladatokhoz Cat-M, nagy sávszélesség vagy univerzális kompatibilitás igénye esetén pedig Cat-1 javasolt.



Összefoglalás

Technológiaválasztási javaslat

- **NB-IoT, ha:**
Statikus, alacsony adatigényű, hosszú üzemidejű eszköz szükséges
- **CAT-M, ha:**
Mobilitás, időkritikus válaszidő, vagy hang szükséges
- **CAT-1, ha:**
Nagyobb sávszélesség, videó, vagy full LTE funkcionális szükséges
Roaming

ONE SOLUTIONS 

4. ábra – Technológiaválasztási javaslat összefoglalása a 2G kiváltásához: NB-IoT, ha az eszköz jellemzően statikus, alacsony adatigényű és hosszú (több éves) üzemidejű; CAT-M, ha az alkalmazás mobilitást, időkritikus (valós idejű) kommunikációt vagy hangszolgáltatást igényel; CAT-1, ha nagyobb sávszélesség (pl. videó) vagy teljes LTE funkcionális szükséges, illetve, ha a globális roaming elengedhetetlen szempont.

(Megjegyzés: A 4. ábrában foglalt ajánlások általános érvényűek; egy konkrét projekt esetén mindig érdemes konzultálni a szolgáltatóval és tesztek végezni, mivel a hálózati lefedettség és a technológiák támogatottsága régióként változhat.)

Javasolt lépések a felhasználók számára

A 2G-hálózatok kivezetésére való felkészülés nem halogatható tovább azoknak a szervezeteknek, amelyek nagyszámú M2M eszközzel rendelkeznek. Az alábbiakban összefoglalunk néhány ajánlott lépést, amelyeket érdemes megtenni a zökkenőmentes átállás érdekében:

Eszközleltár és kockázatelemzés

Első lépésként mérjük fel, hány és milyen típusú eszközünk függ 2G kapcsolattól. Prioritásként kezelendők azok, amelyek kritikus szolgáltatáshoz kötődnek (pl. biztonság, ügyfélszolgálat) vagy nehezen elérhetőek. Készítsünk listát a cserélendő eszközökről, és becsüljük meg, milyen következményekkel járna, ha ezek a 2G hálózat lekapcsolása miatt kiesnének.

Kapcsolattartás a szolgáltatóval

Vegyük fel a kapcsolatot M2M/IoT szolgáltatónkkal (mobiloperátorral), és érdeklődjünk a 2G kivezetés ütemtervéről. Magyarországon például a szolgáltatók előre kommunikálják a kivezetés várható időpontját és területi ütemezését. Kérjünk tanácsot tőlük az alternatív technológiákra vonatkozóan is – sok esetben testreszabott ajánlatokat tudnak adni NB-IoT vagy Cat-M alapú csereprogramokra, eszközbeszerzésre.

Pilot projektek indítása

Mielőtt nagyszabású cserébe kezdünk, érdemes kis léptékben kipróbálni az új technológiákat. Indítsunk pilot telepítéseket: például néhány reprezentatív helyszínen cseréljünk le 2G-s modemet NB-IoT vagy Cat-M modemre és monitorozzuk a teljesítményt. Figyeljük meg a lefedettséget az adott helyen, az adatküldés megbízhatóságát, a fogyasztást és bármilyen eltérést a régi működéshez képest. A pilot során szerzett tapasztalatok alapján finomíthatjuk a terveket (pl. ha bizonyos pin-cékben még NB-IoT-vel sincs elég jel, akkor antennát kell e helyeken kihelyezni stb.).

Hardver- és szoftverfejlesztés/átállás

Dolgozzuk ki a konkrét átállási tervet. Válasszuk ki a megfelelő új hardver modult (NB-IoT/Cat-M/Cat-1 vagy kombináció), és tervezzük meg a cserét. Ha szükséges, készítsünk átmeneti megoldást (pl. olyan modul, ami egyszerre tud 2G-t és NB-IoT-t is, így előre beépít-

hető még a 2G lekapcsolása előtt). Ne feledkezzünk meg a backend rendszer módosításáról sem: ha eddig SMS alapú kommunikáció volt, álljunk át IP-alapú protokollra (HTTP, MQTT stb.), gondoskodjunk a szükséges szerveroldali fejlesztésekről és biztonsági intézkedésekről (pl. titkosított adatkapcsolat).

Ütemezés és csere lebonyolítása

Készítsünk ütemtervet a csereakcióra, lehetőleg még a 2G leállítása előtt bőséges időt hagyva. Prioritásonként cseréljük azokat, amelyeknél a legkritikusabb a folytonos működés. Érdemes régióként vagy szegmensenként haladni, hogy a támogatási kapacitásunk (mérnökök, telepítők) se terhelődjön túl egyszerre. Kommunikáljuk az érintett ügyfelek vagy részlegek felé a várható leállásokat, ha lesznek, és biztosítsunk alternatívát a csere idejére, ha kell (például ideiglenes mobil egység).

Nyomon követés és optimalizálás

A cserék után figyeljük az új rendszer működését fokozottan. Elemezzük az adatkapcsolat költségeit (esetleg más díjcsomagra lesz szükség), az akkumulátor élettartamát a valós adatok alapján, és optimalizáljuk a beállításokat (pl. üzenetküldési intervallumokat, PSM/DRX paramétereket) a tapasztalatok alapján. Jó gyakorlat egy dokumentált visszatekintés készítése is, hogy a tanulságok a jövőbeli IoT projektekbe átvihetők legyenek. Ezen lépések következetes végrehajtásával a szervezet felkészülten várhatja a 2G hálózat búcsúját, és minimalizálhatók a szolgáltatáskimaradások vagy váratlan meglepetések. A lényeg a proaktivitás: ne megvárjuk, amíg "sötétbe borul" a 2G, hanem előzzük meg a problémát időben végrehajtott migrációval.

Összefoglalás

A 2G technológia évtizedeken át megbízható alapját adta a gépek közötti kommunikációnak, azonban elérkezett az idő, hogy átadja helyét az új generációs megoldásoknak. Az NB-IoT és a Cat-M (LTE-M) hálózatok személyében két olyan alternatívát ismerhettünk meg, amelyek kifejezetten az IoT eszközök igényeire szabottak: előbbi a rendkívül hosszú élettartamú, mély lefedettséget igénylő, kis adatforgalmú eszközök számára ideális, utóbbi pedig a mozgó, gyors reagálású vagy hangkommunikációt igénylő alkalmazásokhoz nyújt megoldást. A két technológia nem versenytársa, hanem inkább kiegészítője egymásnak: együtt alkotják a modern LPWAN eszköztárat, amelynek segítségével a 2G-s M2M alkalmazások szinte mindegyike kiváltható. Ahol pedig extrém igény mutatkozik (például videóátvitel vagy globális barangolás), ott az LTE Cat-1 technológia kínál további kapaszkodót a 4G hálózat teljes funkcionalitásának kihasználásával.

A sikeres átállás kulcsa a felkészülés és tervezés. Minden érintett szervezetnek javasolt időben áttekintenie jelenlegi eszközparkját és kommunikációs megoldásait, és megkezdeni a migrációs stratégiák kidolgozását. Szerencsés helyzet, hogy az új technológiák már most elérhetők és kipróbálhatók – Magyarországon is országsszerte rendelkezésre állnak az NB-IoT és LTE-M hálózatok a mobilszolgáltatóknál. Érdemes kihasználni ezt a rendelkezésre állást pilot projektek indítására, hogy az esetleges buktatók feltárhatók legyenek. A 2G-kivezetés nem csupán egy kötelező kör, hanem egy lehetőség is a rendszerek modernizálására. Az új IoT hálózatok bevezetésével a vállalatok olyan plusz szolgáltatásokat és képességeket is nyerhetnek (például hosszabb üzemidő, új érzékelési megoldások, valós idejű adatmonitoring), amelyekkel versenyképesebbé és hatékonyabbá tehetik működésüket.

A szerzőről



BOROS VIKTOR

a One Magyarország Zrt. (korábban Vodafone Magyarország) One Solutions üzletágának IoT szakértékesítési vezetője, több mint húsz év tapasztalattal az adatkommunikáció, M2M és IoT területén.

2018 óta vezeti a vállalat IoT-értékesítési csapatát. Karrierjét adatkommunikációs mérnökként kezdte, majd értékesítési

vezetőként dolgozott a GamaxNetnél, 2008-tól pedig különböző szerepkörökben a Vodafone-nál folytatta pályafutását. Kiemelt fókuszterületei közé tartoznak az M2M-szolgáltatások a projektmenedzsment, valamint az üzleti IoT-megoldások nagyvállalati és államigazgatási környezetben történő bevezetése. Villamosmérnöki diplomáját a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán, gazdasági tanulmányait pedig a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen végezte.