Kiss Zoltán - Export Igazgató - Head of R&D

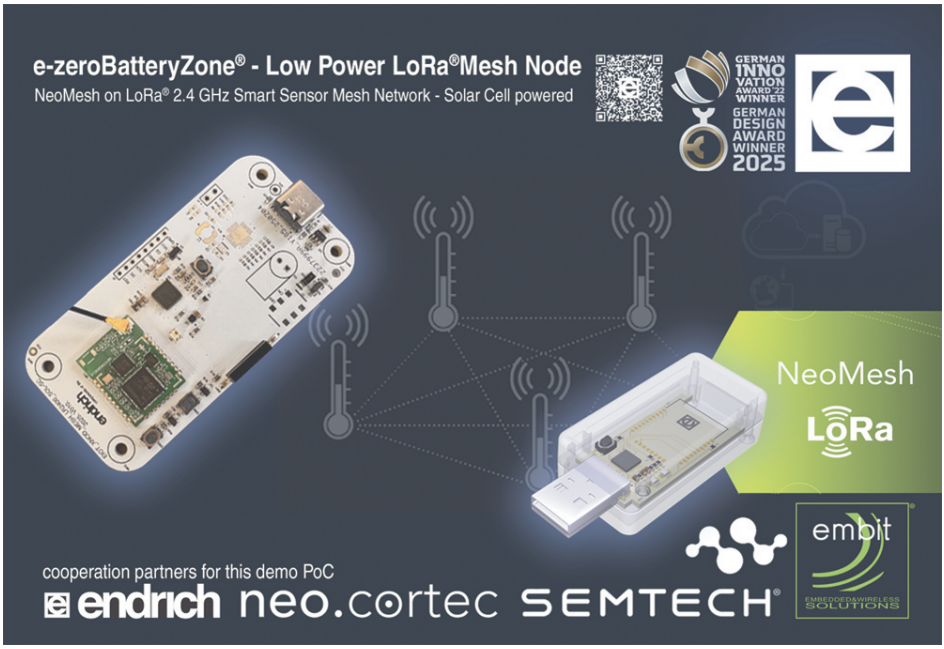
E-zeroBatteryZone® NeoMesh LoRa® moduláción

A magazin előző számában egy nagy jelentőségű újításról számoltunk be, kifejlesztettük és a nürnbergi EmbeddedWorld 2025 kiállításon készülünk bemutatni a szupervékony E-zeroBatteryZone® vezetékmentes okosszenzorokat, amelyek a NeoCortec alacsony fogyasztású mesh protokolljának használatával szervesen integrálódnak az E-IoT ökoszisztémába.

Az Endrich innovációját többek között a partnerségben az első terv megszületésétől jelen lévő dán NeoCortec cég alacsony fogyasztású rádiómodulja, a svéd Ligna Energy speciális, hajszálvékony kivitelű környezetbarát szuperkapacitása, a francia Dracula Technologies a fényenergiát alacsony beltéri megvilágítás mellett is hasznosítani képes speciális napelemcellái teszik ütőképessé és működését fenntarthatóvá.

Nem ez az egyetlen újdonság azonban, amit bemutatni készülünk – 2025 a kooperáció éve az Endrich-nél, és kihasználva azt a tényt, hogy a NeoMesh protokoll képes LoRa PHY-on is futni, elkészült az első NeoMesh LoRa® szenzormodul is az E-IoT család legújabb tagjaként.

Ez is magyar termék, és ez is széles körű kooperáció keretében valósulhatott meg: a Semtech LoRa chipset-je segítségével az olasz Embit SRL hozott létre egy olyan rádiós modult, ahol a NeoCortec ultra alacsony fogyasztású hálózati protokollja fut, és amit végül az Endrich integrált egy napelemes táplálású E-zeroBatteryZone® NeoMesh LoRa® okosszenzor hálózati csomópontjába.

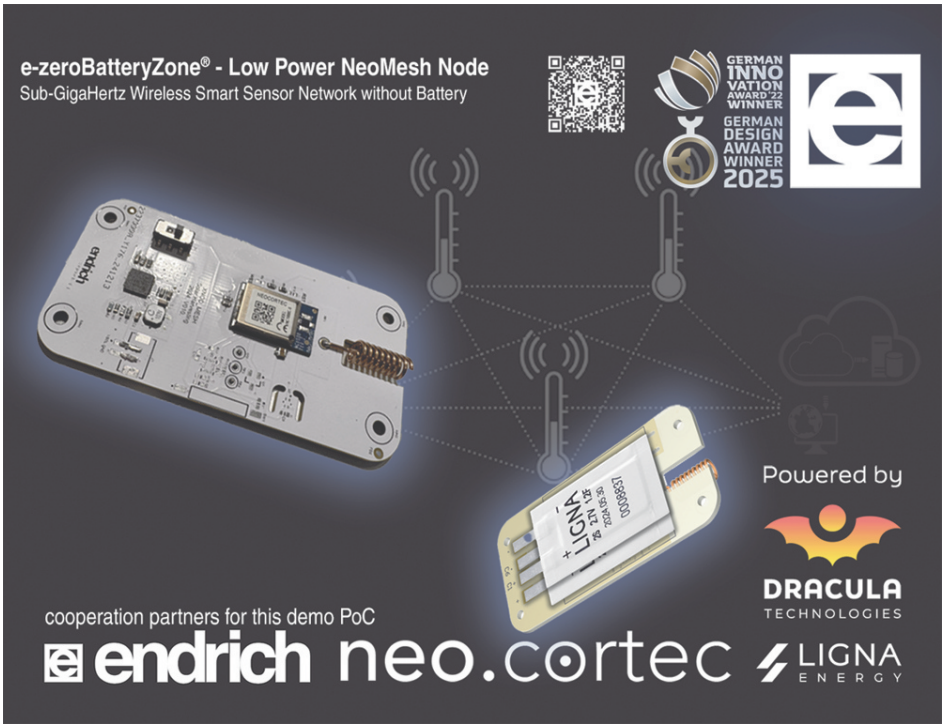


NeoMesh hálózati csomópont LoRa moduláción

Ultrakis fogyasztású vezetékmentes IoT szenzorhálózatok – a NeoCortec szoftver-stack ereje

Kihasználva a NeoMesh protokollt futtató rádiós modulok rendkívül kis energiaigényét, a sorozat előző részében bemutatott elemmentes okosszenzor-csomópontok alkotta nagykiterjedésű, automatikus útválasztást lehetővé tévő, ad-hoc, vezetékmentes szenzorhálózat kialakítására van lehetőség, amelynek adatait az Internetes felhőszolgáltatás felé egy ponton egy NeoMesh/LPWAN átjárón szükséges kicsatolni. Nagyszámú intelligens érzékelő illeszthető a hálózatba bármilyen telepítési beállítás nélkül. Az ultraalacsony energiafogyasztás lehetővé teszi, hogy az újonnan bemutatásra kerülő elemmentes eszközöket alkalmazzuk, amelyek speciális szolárcellákkal rendelkeznek és akár beltéri világítás mellett is alkalmasak a folyamatos működésre. Az így felépülő hálózat csomópontjai közti távolság néhány 10 méter lehet beltéren, és a mesh akár többszáz szenzort is magában foglalhat, azaz megfelelően kialakítva nagy terület fedhető le érzékelőkkel.

Felmerül a kérdés, hogy olyan esetekben, ahol nincs szükség egymástól néhány méterre érzékelőket elhelyezni vajon gazdaságos-e csupán a rádiós kommunikációs protokoll működésének



1| Hálózati csomópont hagyományos NeoMesh alapokon

fenntartására ilyen sűrűn elhelyezni az eszközöket, és nagy részük ez esetben csak jeltovábbító, jelismétlő funkcióval rendelkezne. Szerencsére a NeoMesh protokoll mint szoftver-stack más fizikai eszközökre is portolható, így lehetőség van speciális esetben fizikai bluetooth modulok stack-jének leváltására, vagy akár a protokoll LoRa PHY-on való működtetésére is.

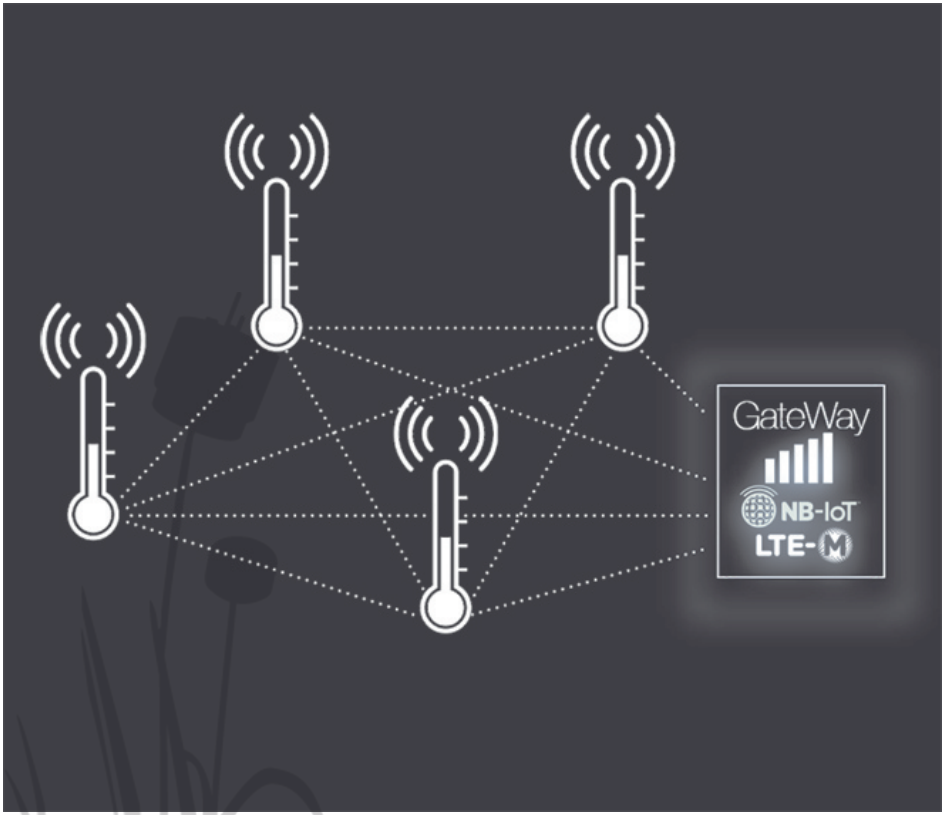
A LoRa kommunikáció jelentősen nagyobb távolság áthidalását teszi lehetővé, azaz „ritkább szövésű” hálóval valósítható meg az a feladat, amire a hagyományos NeoMesh csak redundáns csomóponti elemek hozzáadásával képes megoldást adni.

Az előzőekben bemutatott hagyományos NeoMesh-alapú eszköz (1. ábra) mellett az E-zeroBatteryZone® eszközcsalád egy új taggal, a NeoMesh LoRa®-alapú szenzormodullal bővült, ami a NeoMesh protokoll LoRa modulációra ültetett kommunikációs változatát valósítja meg. Mi az Endrich-nél örömmel vállaltuk, hogy az E-IoT szenzorcsaládot egy ilyen széleskörűen használható és nagy kiterjedésű, lokális vezetékmentes

hálózati megoldást nyújtó energiagyűjtős, elemmentes technológiával egészítjük ki.

A LoRA-alapú mesh hálózatokról általában – az E-IoT és a LoRa

A LoRa (Long Range) egy alacsony energiafogyasztású, nagy hatótávolságú vezeték nélküli kommunikációs technológia, amelyet elsősorban IoT (Internet of Things) alkalmazásokhoz fejlesztettek ki. A LoRa lehetővé teszi az adatok továbbítását több kilométeres távolságra, miközben minimalizálja az eszközök energiafogyasztását. Az egyik legfontosabb előnye, hogy nem igényel licencelt frekvenciákat, így világszerte használható. A LoRa-alapú rendszerek gyakran LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) protokollt használnak a hálózati kommunikáció irányítására, amely lehetővé teszi a szenzorok és eszközök közötti adatcserét, például a



2| Mesh hálózati topológia

városi infrastruktúra, mezőgazdaság, okosmérés és egyéb ipari alkalmazások területén. A LoRa technológia nagy távolságú adatátvitelt kínál, miközben biztosítja a biztonságot, a könnyű implementációt és a költséghatékonyságot, így ideális választás a különböző távoli és nehezen elérhető helyeken történő alkalmazásokhoz. A LoRaWAN szolgáltatók regionálisan eltérnek, ami valóban hátrányt jelent, ezért az E-IoT ökoszisztéma mellőzi a LoRaWAN használatát. A különböző országokban és régiókban más-más szolgáltatók üzemeltethetik a LoRaWAN hálózatokat, így, ha egy eszköz vagy alkalmazás globálisan szeretne működni, akkor több hálózati szolgáltatót is figyelembe kell venni. Ez különösen fontos lehet, ha egy IoT megoldás több országban vagy kontinensen kíván működni, mivel minden szolgáltató más infrastruktúrával és tarifákkal rendelkezik.

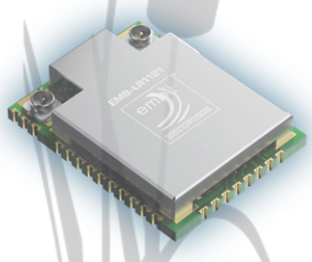
Eléggé drága, de jó megoldás lehet, ha a felhasználónak saját LoRaWAN hálózata van, és a szolgáltatóktól függetlenül tud működni a kapcsolat. Az ilyen megoldások további előnye, hogy nagyobb kontrollt adnak a hálózati infrastruktúra felett, viszont a telepítés és üzemeltetés költségei megnövekedhetnek, ezért a globális alkalmazások esetén fontos figyelembe venni a helyi LoRaWAN szolgáltatók elérhetőségét és az esetleges kompatibilitási problémákat. Ez az oka annak, hogy mi az Endrich-nél az egyéb, elsősorban a celluláris hálózatokat használó LPWAN megoldásokat (NB-IoT, LTE-M) preferáljuk (2. ábra). A LoRa moduláció azonban vitathatatlanul sok előnnyel jár nagy kiterjedésű helyi hálózat kialakításakor, és ezt a tényt mi sem hagyhatjuk kihasználatlanul, ezért született döntés arról, hogy az E-IoT ökoszisztéma bár a LoRaWAN protokollt teljes egészében mellőzi, a NeoMesh LoRa® koncepciót viszont alkalmazza.

A LoRa-alapú mesh protokollok a rádiókommunikációs technológiák között egyre népszerűbbek, különösen az alacsony fogyasztású, hosszú hatótávolságú eszközöknél, mint például a szenzorhálózatok és a távkommunikáció. Ezek a protokollok lehetővé teszik, hogy az eszközök kiterjedt hálózatot alkossanak, így a távoli csomópontok is képesek üzeneteket küldeni és fogadni anélkül, hogy közvetlen kapcsolat lenne szükséges a központi bázisállomással. Egy ilyen széles körben használt nyílt forráskódú protokoll a Meshtastic. Mivel ez nem valósítja meg maradéktalanul az ilyen hálózatok felé, elsősorban a csomópontok ultraalacsony energiafogyasztására irányuló elvárásokat, mi ismételten csak a NeoMesh protokolltól vártuk az áttörést. Thomas Steen Halkier a NeoCortec

CEO-ja a müncheni Wireless Kongresszuson 2023 végén elhangzott előadásában előrevetítette a NeoMesh protokoll LoRa modulációra való ráültetésének lehetőségét, ekkor döntöttem magam is úgy, hogy ezzel a megoldással foglalkoznunk kell.

A NeoCortec NeoMesh LoRa® moduláció

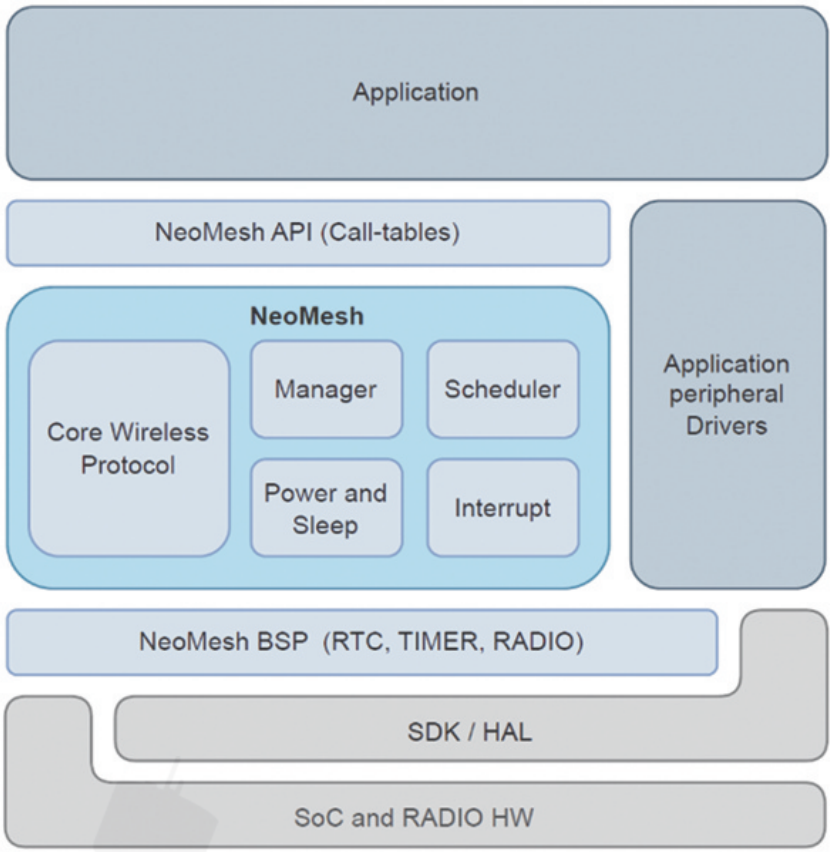
A NeoCortec NeoMesh LoRa® megoldása a LoRa technológiát használja skálázható és megbízható mesh hálózatok létrehozására. Ahelyett, hogy központi hubra lenne szükség, a hálózati eszközök képesek üzeneteket továbbítani egymásnak, így egy önjavító, ad-hoc, automatikus útválasztást lehetővé tévő és robusztus hálózatot alkotnak. A NeoCortec implementációja alacsony energiafogyasztásra, könnyű integrációra és biztonságos, költséghatékony kapcsolatra összpontosít az IoT alkalmazások számára különböző iparágakban. A NeoCortec NeoMesh LoRa® modulációt



3| Embit modul

ultraalacsony rendszer-áramfogyasztás jellemzi, a szoros, időben szinkronizált csomópont-architektúrának köszönhetően. (A csomóponti eszközök idejük nagy részét energiahatékony alvó állapotban töltik és pontos időszinkronban ébrednek fel a rövid idejű adásra). Így minden eszköz a hálózaton belül akkumulátorral működhet. A szabadalmaztatott NeoMesh protokoll-stack, egy magasan skálázható architektúra, valós idejű, dinamikus útvonalválasztás lehetőségén keresztül rugalmas topológiák alkalmazását teszi lehetővé, sokféle hardveres modulon. Az alkalmazott LoRa moduláció, egy nagy hatótávolságú mesh hálózat kialakítását biztosítja, és kielégíti a zajállósággal szembeni elvárásokat. Az eszközök elérhetők Sub GHz és 2,4 GHz frekvenciákkal is, több gyártó rádiós moduljára implementálhatóan.

Az időszinkronizált működés lehetővé teszi az iparágvezető alacsony áramfogyasztást az aktív mesh hálózati csomópontok számára. A teljes AES128 titkosítás és 32 bites CRC kombinációja a megbízhatóság és az adatbiztonság új szintjére emeli a rendszert. A NeoMesh LoRa® moduláció alapja az elosztott hálózati intelligencia, autonóm csomópontokkal, amelyek központi hálózatkezelő nélkül is képesek működni. A szabadalmaztatott útvonalválasztó algoritmus dinamikus, alacsony fogyasztású mesh hálózati



4| Embit modul belső felépítése

topológiákhoz optimalizálva biztosítja, hogy a szenzoradatok nagy területről is megtalálják az utat a felhőbe, külön hálózati útvonalválasztó eszköz alkalmazása nélkül. A csatornák közti ugrás (channel hopping) biztosítja a zaj elleni immunitást és az interoperabilitást minden frekvenciasávban. A szoftver-stack alacsony memóriaigénye (<100 kB Flash memória) költséghatékony integrációt tesz lehetővé, és támogatja a különféle MCU családokat és rádiómodulokat, beleértve a TI, SiLabs, nRF, Semtech, STM eszközeit. Mi az olaszországi Embit cég modulját (3. és 4. ábra) építettük be a saját eszközünkbe.

A hagyományos FSK moduláción alapuló NeoMesh és a NeoMesh LoRa® moduláció (powered by NeoCortec)

összehasonlításakor kiderül, hogy utóbbi nagyobb fogyasztás mellett nagyobb távolságok áthidalására alkalmas. A LoRa hosszabb hatótávolságot ígér, mint a hagyományos FSK NeoMesh. A jobb érzékenység az adatátviteli sebesség csökkentéséből ered – a LoRa magasabb adatátviteli sebességet ér el adott érzékenység mellett, azonban a maximális adatátviteli sebesség korlátozott. A hagyományos FSK NeoMesh pozitív jel/zaj viszonyt (SNR) igényel (jellemzően >+7 dB), míg a LoRa moduláción alapuló változat képes tolerálni a negatív SNR-t is (-2,5 -> -20 dB, SF 5 -> SF12).

Az EU-ban a 2,4 GHz-es frekvenciasávon a rádiófrekvenciás eszközök használatára vonatkozó szabályozásokat az ETSI (Európai Távközlési Szabványügyi Intézet) határozza meg. Az EU Duty Cycle limitje a 2,4 GHz-es sávban a következő szabályok szerint érvényes:

- Az EU-ban a 2,4 GHz-es ISM (Industrial, Scientific, Medical) sáv használatának szabályozása az EN 300 328 szabvány alapján történik.
- Az egyik fontos szabály, hogy az eszközök maximális teljesítménye nem haladhatja meg a 100 mW-ot (20 dBm).
- A Duty Cycle, vagyis az a szabály, amely meghatározza, hogy egy rádióeszköz egy adott időszakon belül mennyi időt tölthet adással, általában 10%-ban van korlátozva, azaz 10 másodpercenként legfeljebb 1 másodpercig adhat.

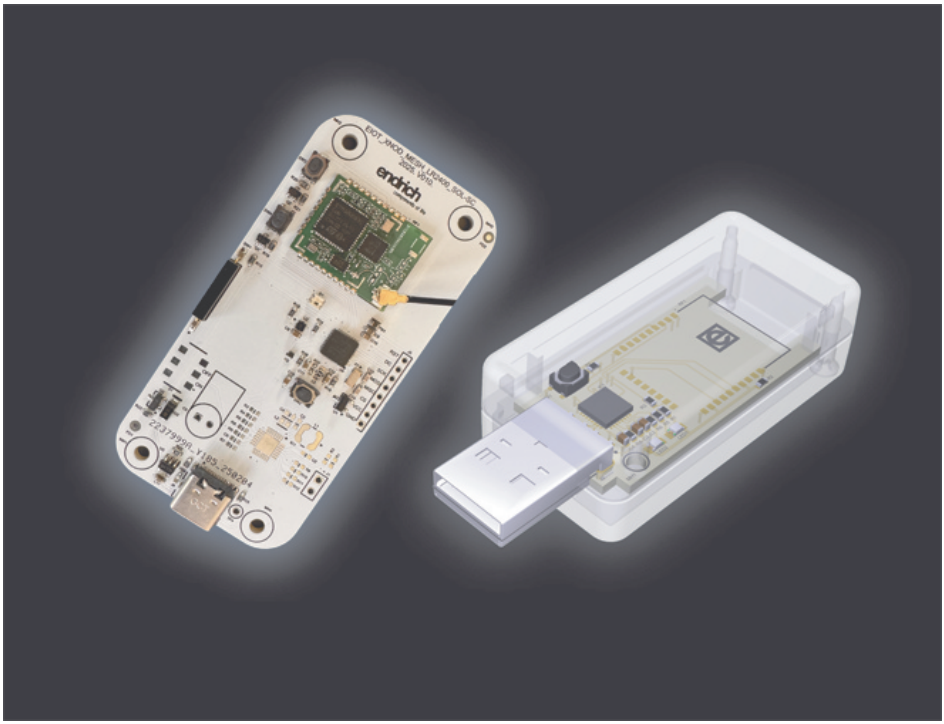
A NeoMesh LoRa® moduláció messzemenőkig megfelel ennek az előírásnak, és mint ilyen technológia elsősorban az alábbi esetekre javasolt a használata, azaz, ha a következő igények együttesen teljesülnek:

- Alacsony az eszközsűrűség – nagy a távolság a csomópontok között (>50 m)
- Elemes működtetésű WLAN hálózat szükséges
- Viszonylag alacsony átviteli sebesség elegendő

A felhasználási területek változatosak, kezdve a nagy megbízhatóságú vezeték nélküli IoT szenzorhálózatokkal, az automatikus mérőleolvasás, fejlett mérési infrastruktúra, mobil ad hoc hálózatok, otthoni vezérlés és épületautomatizálás, ipari automatizálás, riasztó- és biztonsági rendszereken keresztül a mezőgazdasági és erdőmonitoring területéig mind igényli az effajta fejlett WLAN technológiát.

A NeoMesh LoRa® moduláció eszközcsaládja

Az Endrich az egyik első cég a világon, aki NeoMesh LoRa® eszközt készített a NeoCortec protokoll alkalmazásával, és hamarosan egy különleges kialakítású darabbal készülünk. Ez az eszköz



5| NeoMesh LoRa® moduláció az Endrich E-IoT megvalósításában

napelemes működésű, elemet nem igényel demonstrálandó a LoRa PHY nagyszerű fogyasztási tulajdonságait. Az E-zeroBatteryZone® eszközcsalád NeoMesh LoRa® eszközei közül az elemmentes hőmérséklet-szenzorcsomópont az első, az USB gateway a második eszköz, amely számítógépbe helyezve NeoMesh LoRa®/Internet átjáróként képes a NeoMesh LoRa® moduláció felől érkező adatok vizualizációját megjeleníteni és a felhőbe továbbítani. Mindkét eszközben 2,4 GHz-es Embit modulokat használtunk, ahol a NeoCortec mesh protokoll fut. (5. ábra)

A hivatalos bemutató a nürnbergi EmbeddedWorld 25 kiállításon esedékes, ahol mind a Semtech, az Embit, a NeoCortec, mind pedig az Endrich standján megtalálják az eszközöket, az egyik kiállítási csarnokot pedig a NeoMesh LoRa® hálózat segítségével okosítják fel.

Szeretettel várjuk a kedves olvasókat a standunkon, ahol még lesz velünk néhány tiszteletpéldány az Endrich „E-IoT" koncepciójáról szóló, a tavalyi év végén megjelent könyvéből is.