

# Technologie LoRaWAN podrobně

**LoRaWAN** (*Long Range Wide Area Network*) je otevřený globální standard pro bezdrátové sítě typu **LPWAN** (*Low-Power Wide-Area Network*). Je navržen speciálně pro Internet věcí (IoT) a umožňuje spolehlivou komunikaci milionů nízkoenergetických zařízení na vzdálenosti v řádu kilometrů s životností baterie až 10 let.

Pro správné pochopení technologie je nutné rozlišovat dva pojmy:

- **LoRa (Long Range):** Fyzická vrstva (Phy), která definuje proprietární rádiovou modulaci vlastněnou společností **Semtech**.
- **LoRaWAN:** Síťový protokol a architektura horních vrstev (MAC a aplikační vrstva), které spravuje otevřené sdružení **LoRa Alliance**.

## 1. Fyzická vrstva: Modulace LoRa

Technologie LoRa je založena na modulaci typu **CSS** (*Chirp Spread Spectrum*). Na rozdíl od klasických modulací (jako FSK nebo ASK), které mění frekvenci či amplitudu nosné vlny skokově, CSS kóduje informaci pomocí tzv. **chirpů** – rádiových pulzů, jejichž frekvence se v čase plynule zvyšuje (Up-chirp) nebo snižuje (Down-chirp).

Tento přístup přináší klíčové fyzikální výhody:

- **Extrémní odolnost vůči rušení:** Signál může být potlačen šumem v éteru (může mít záporný poměr signálu k šumu – SNR až -20 dB), a přesto ho brána dokáže úspěšně dešifrovat.
- **Odolnost vůči Dopplerovu jevu:** Ideální pro mobilní senzory (např. sledování polohy jedoucích vozidel).
- **Nízká špičková spotřeba:** Vysílač nepotřebuje vysoký lineární výkon, což šetří baterii.

## Klíčové parametry rádiového přenosu

Při konfiguraci LoRa zařízení se pracuje se třemi základními parametry, které přímo ovlivňují dosah a datovou rychlost:

- **Spreading Factor (SF):** Faktor rozprostření (hodnoty SF7 až SF12). Vyšší SF znamená, že jeden bit informace se vysílá déle (chirp je pomalejší).
  - **SF7:** Vysoká datová rychlost, krátký vysílací čas, ale menší dosah.
  - **SF12:** Extrémně dlouhý dosah, vysoká prostupnost překážkami, ale dlouhý vysílací čas a velmi nízká rychlost.
- **Bandwidth (BW):** Šířka pásma (v Evropě typicky 125 kHz nebo 250 kHz).
- **Coding Rate (CR):** Míra dopředné korekce chyb (FEC). Určuje poměr užitečných bitů k opravným bitům (např. 4/5, 4/8) pro obnovu poškozených paketů.

## 2. Síťová architektura LoRaWAN

LoRaWAN síť nevyužívá mesh topologii (kde si uzly předávají data mezi sebou), ale využívá **hvězdicovou topologii** (*Star-of-Stars*). Všechna koncová zařízení komunikují napřímo se všemi bránami v dosahu.

## Koncová zařízení (End Devices)

Senzory vybavené LoRa čipem. Vysílají data asynchronně (kdykoliv potřebují, protokol typu ALOHA). Zařízení nemají přidělenou pevnou bránu – jejich vysílání může zachytit libovolný počet bran v okolí.

## Brány (Gateways / Koncentrátory)

Pracují jako transparentní mosty na 1. vrstvě OSI modelu. Přijímají rádiové pakety z éteru, zapouzdří je do standardních IP paketů a přes internet (Ethernet, Wi-Fi, 4G/5G) je přepošlou na centrální server. Brány data nedešifrují ani neprovádí jejich filtraci.

## Síťový server (Network Server - LNS)

Centrální mozek celé sítě. Plní následující úkoly:

- **De-duplikace paketů:** Pokud stejnou zprávu ze senzoru zachytí 5 různých bran, LNS zpracuje pouze první a ostatní zahodí.
- **ADR (Adaptive Data Rate):** Dynamicky dálkově řídí výkon a Spreading Factor (SF) jednotlivých senzorů. Pokud je senzor blízko brány, LNS mu přikáže snížit SF na 7, čímž senzor drasticky ušetří baterii a uvolní rádiové pásmo.
- **Směrování downlinku:** Pokud je potřeba poslat zprávu směrem k senzoru, LNS vybere pro vysílání tu bránu, která měla při příjmu nejlepší kvalitu signálu (RSSI/SNR).

## Aplikační server (Application Server)

Zpracovává samotný užitečný obsah zpráv (payload). Zde dochází k finálnímu dešifrování dat, jejich ukládání a integraci do firemních systémů pomocí protokolů, jako je [MQTT](#) nebo HTTP REST API.

## 3. Regionální parametry a omezení (Evropa)

Protože LoRaWAN funguje v bezlicenčních pásmech (ISM), musí dodržovat přísné legislativní limity daného regionu. V Evropě (pásmo **EU863-870**) platí dvě hlavní omezení:

- **Maximální vysílací výkon:** Limitem je 25 mW (14 dBm) pro běžná koncová zařízení.
- **Duty Cycle (Pracovní cyklus):** Aby jedno zařízení nezablokovalo kanál permanentním vysíláním, smí v Evropě vysílat maximálně po dobu **1 % času** v rámci jedné hodiny (Duty Cycle = 1 %). Pokud uzel vysílá paket po dobu 1 sekundy, musí následně minimálně 99 sekund mlčet.

## 4. Bezpečnostní model: Připojení zařízení (Activation)

LoRaWAN má bezpečnost integrovanou přímo v jádře protokolu a využívá symetrické šifrování **AES-128**. Každé zařízení musí před začátkem komunikace projít procesem aktivace. Existují dva způsoby:

### OTAA (Over-the-Air Activation) - Doporučeno

Nejbezpečnější metoda. Zařízení je z výroby vybaveno unikátními klíči **AppEUI** (ID aplikace) a **AppKey** (šifrovací master klíč).

1. Zařízení vyšle do éteru nešifrovanou žádost **\*\*Join Request\*\***.
2. Síťový server žádost ověří a odpoví zprávou **\*\*Join Accept\*\***, která je zašifrována pomocí **\*AppKey\***.
3. Během tohoto handshake se dynamicky vygenerují sezení klíče: **\*\*NwkSKey\*\*** (pro zabezpečení sítě) a **\*\*AppSKey\*\*** (pro šifrování dat aplikací). Tyto klíče se při každém novém připojení mění.

### ABP (Activation by Personalization)

Zjednodušená metoda, kde se handshake vynechává. Klíče **\*NwkSKey\*** a **\*AppSKey\*** jsou do zařízení vloženy natvrdo už při programování (flashování).

- **Riziko:** Klíče jsou statické a v zařízení zůstávají po celou dobu životnosti. Metoda je náchylná k útokům typu Replay (pokud se nepoužívá správně čítač zpráv Frame Counter). Používá se spíše pro testovací účely.

## 5. Srovnání tříd zařízení (A, B, C)

Všechna LoRaWAN zařízení musí implementovat Třidu A. Třídy B a C přinášejí dodatečné funkce za cenu vyšší spotřeby energie.

Vlastnost	Třída A	Třída B	Třída C
<b>Příjem downlinku</b>	Pouze po vlastním vysílání (2 okna)	V naplánovaných slotech (Beacon)	Téměř neustále (mimo vysílání)
<b>Latence downlinku</b>	Vysoká (závisí na frekvenci vysílání uzlu)	Střední (daná intervalem slotů)	Minimální (téměř v reálném čase)
<b>Spotřeba energie</b>	<b>Extremně nízká</b> (ideální pro baterie)	Nízká až střední	<b>Vysoká</b> (vyžaduje trvalé napájení)
<b>Příklad nasazení</b>	Senzor vlhkosti půdy (vysílá 1x za hodinu)	Dálkově ovládaný uzávěr plynovodu	Pouliční osvětlení, sirény

Související články:

- [Internet věcí \(IoT\) a přehled bezdrátových sítí](#)

- [Srovnání: Protokol MQTT vs. LoRaWAN](#)
- [IPv6 a přechodová vrstva 6LoWPAN](#)
- [Mikrokontroléry a integrace rádiových čipů](#)

*Tagy: iot networking wireless lpwan lora lorawan otaa abp semtech*

From:

<https://serviceit.cz/> - **IT ENCYKLOPEDIA**

Permanent link:

<https://serviceit.cz/doku.php?id=it:net:wireless:lorawan>

Last update: **2026/05/30 18:21**

