CO JE NOVÉHO U

Espressif Systems

Vývoj čipů a technologií 2020 – 2026

Od ESP32-S2 a přechodu na RISC-V až po Wi-Fi 6E, LE Audio a edge AI

Přehled klíčových SoC • Timeline • Srovnání • Doporučení

O přednášejícím

Petr Stehlík

Full-stack developer | Zlín

www.pstehlik.cz

bez vazby na Espressif Systems

WiFiTech s.r.o.

Návrh, vývoj, výroba a prodej chytré měřicí a komunikační elektroniky.

- Hardware: na míru zákazníkovi a použití
- Software: od firmware až po cloudová řešení
- Kompletní produkt od nápadu po výrobu
- 500+ spokojených zákazníků
- 2000+ prodaných zařízení

Teploty.info

Otevřený ekosystém pro měření, řízení a vizualizaci dat postavený na čipech z rodiny ESP32:

- WiFi / Ethernet teploměry a termostaty
- WiFi Displeje – pro Teploty.info i HomeAssistant
- iDisplej – chytrý e-ink displej
- Měření teploty, vlhkosti, CO_2, tlaku…
- Automatizace topení / chlazení / větrání

Espressif Systems & Brno

Espressif Systems je fabless polovodičová firma (od 2008, Shanghai) specializovaná na low-power Wi-Fi a Bluetooth SoC pro IoT – tvůrce legendárních řad ESP8266 a ESP32.

Vývojové centrum v Brně

Od roku 2017 má Espressif v Brně svou jedinou evropskou pobočku (Espressif Systems (Czech) s.r.o.).

Tým desítek inženýrů se podílí na vývoji firmwaru, ESP-IDF a dalších nástrojů pro celou rodinu čipů.

Jde o významné světové R&D centrum společnosti.

Meeting ESP komunity

Každoroční sraz bastlířů a vývojářů v Brně (5. edice 2026).

Přednášky od lidí z Espressifu i komunity, praktické workshopy, networking – vstup zdarma.

Skvělá příležitost potkat autory ESP-IDF a vyzkoušet nejnovější čipy naživo.

Meeting ESP komunity v Brně

Z minulých ročníků



Přednášky od Espressifu i komunity



Workshopy s notebooky a kity



Projekty na stolech



Networking



ESP32-C6 kit z workshopu

Obsah prezentace

01 **Timeline 2020–2026**
Klíčové milníky a generace čipů

02 **Éra 2020–2022**
S2, S3, C3, C2, H2 – základ moderní rodiny

03 **Éra 2023–2024**
C6, P4, H4 – Wi-Fi 6, multimedia, low-power

04 **Éra 2025–2026**
C5, S31, E22, H21 – dual-band, flagship, 6E

05 **Srovnání čipů**
Tabulky, pozice na trhu, kdy který použít

06 **Shrnutí a doporučení**
Hlavní trendy a praktické tipy

Timeline klíčových čipů 2020–2026

2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
S2 mass S3 + C3 oznámeny	S3 & C3 mass RISC-V v produkci	C2 (low-cost) H2 (Thread)	C6 (Wi-Fi 6) H2 mature	P4 (HMI/video) H4 oznámen	C5 dual-band C61	S31 flagship E22 WiFi 6E H21

Hlavní trendy 2020–2026

Přechod na RISC-V

Od 2020/21 vlastní RISC-V jádra místo Xtensa – nižší náklady, otevřenost, lepší kontrola IP. Dnes většina nových čipů.

Multi-protokol

Wi-Fi 4 → 6 → 6E + BLE 5.x + Classic + 802.15.4 (Thread/Zigbee/Matter) v jednom SoC.

AIoT & HMI

S3 (vektorové instrukce), P4 (H.264, MIPI), S31 – od senzorů k inteligentním zařízením s kamerou a displejem.

Nízká spotřeba

LP jádra, TWT (Wi-Fi 6), DC-DC na H4/H21, optimalizace pro baterie a mesh sítě.

2020–2022: Základ moderní rodiny

ESP32-S2

2020

Single Xtensa LX7
240 MHz
Wi-Fi only, USB OTG
LCD/kamera, 43 GPIO
Bezpečnostní focus

ESP32-S3

2020/21

Dual Xtensa LX7
240 MHz
Wi-Fi 4 + BLE 5.0
AI vector instrukce
USB OTG, kamera, 45 GPIO

ESP32-C3

2020/21

První RISC-V SoC
160 MHz, 400 KB SRAM
Wi-Fi 4 + BLE 5.0
Nízká cena, malý package

ESP32-C2

2022

Ultra low-cost RISC-V
120 MHz, 272 KB SRAM
Wi-Fi 4 + BLE
Nástupce ESP8266

ESP32-H2

2021/23

RISC-V 96 MHz
BLE + 802.15.4
Thread / Zigbee
Bez Wi-Fi, low-power mesh

ESP32-S3 & ESP32-C3 – stále relevantní

ESP32-S3

Dual-core Xtensa LX7 @ 240 MHz
512 KB SRAM + PSRAM
Wi-Fi 4 + BLE 5.0 (Long Range)
AI/vektorové instrukce (PIE)
USB OTG, DVP kamera, LCD
45 GPIO, bohaté periferie

Stále nejlepší volba pro:
- Edge AI / TFLite
- Kamera + hlas
- Displeje a HMI
- Projekty s velkou komunitou

ESP32-C3

Single-core RISC-V @ 160 MHz
400 KB SRAM
Wi-Fi 4 + BLE 5.0
Malý package, nízká cena
USB Serial/JTAG
~22 GPIO

Stále nejlepší volba pro:
- Levné Wi-Fi + BLE produkty
- Náhrada ESP8266
- Jednoduché senzory a spínače
- Vysoký objem výroby

ESP32-C6 (2023) – Wi-Fi 6 + Thread

První Wi-Fi 6 SoC Espressif + native Thread/Zigbee

CPU	RISC-V 160 MHz + LP core 20 MHz
Paměť	512 KB SRAM
Wi-Fi	Wi-Fi 6 (2.4 GHz), OFDMA, TWT, MU-MIMO
Bluetooth	BLE 5.3
802.15.4	Thread 1.4 + Zigbee 3.0 (Matter ready)
Bezpečnost	PSA Certified Level 2 (první RISC-V MCU)

V čem vyniká

- Nejlepší poměr cena/výkon pro Matter
- Wi-Fi 6 šetří energii (TWT)
- Thread + Wi-Fi v jednom
- Ideální smart home huby a senzory

ESP32-P4 (2024) – Multimedia & HMI

High-performance MCU bez rádií – pro kamery, displeje a edge vision

Technické vlastnosti

- Dual-core RISC-V až 400 MHz + LP 40 MHz
- 768 KB SRAM + 16/32 MB PSRAM
- MIPI-CSI + ISP (kamera 1080p)
- MIPI-DSI + parallel LCD
- Hardware H.264 + JPEG
- Pixel Processing Accelerator
- USB 2.0 HS OTG, Ethernet MAC
- 55 GPIO, AI/DSP extensions + FPU

V čem vyniká

- Nejvýkonnější čip Espressif pro HMI a video
- Určený pro kamery, touch panely, GUI
- Bez rádií → přidává se C5/C6 přes SDIO/USB
- Ideální pro edge vision a průmyslové HMI
- Výrazně vyšší výkon než S3

ESP32-C5 (2025) – Dual-band Wi-Fi 6

První dual-band (2.4 + 5 GHz) Wi-Fi 6 RISC-V SoC

CPU	RISC-V 240 MHz + LP core až 40/48 MHz
Paměť	384 KB HP SRAM + 16 KB LP, externí PSRAM
Wi-Fi	Dual-band Wi-Fi 6 (2.4 + 5 GHz), až 150 Mbps
Bluetooth	BLE 5.x
802.15.4	Thread + Zigbee (Matter)
GPIO	až 29 programovatelných pinů

V čem vyniká

- 5 GHz = méně rušení
- Ideální do hustých sítí
- OFDMA + MU-MIMO
- Kompletní multi-protokol

ESP32-S31 (2026) – All-in-one flagship

Mass production červenec 2026 – nejkomplexnější SoC Espressif

CPU	Dual-core RISC-V 320 MHz (SIMD) + LP 40 MHz
Paměť	512 KB SRAM, high-speed DDR PSRAM
Wi-Fi	Wi-Fi 6 (2.4 GHz)
Bluetooth	BT 5.4 Classic + LE Audio + BR/EDR
802.15.4	Thread + Zigbee, Matter over Wi-Fi i Thread
Další	Gigabit Ethernet, DVP, LCD, 14 touch, JPEG, 60 GPIO

V čem vyniká

- Skutečný all-in-one
- LE Audio + Classic
- Gigabit Ethernet
- Bohaté HMI
- Edge AI ready
- Huby, reproduktory

ESP32-S31 – první ESP32 se skutečným MMU

Jediný čip rodiny, který dokáže spustit klasický Linux kernel

Co je nového

- Plnohodnotná RISC-V Sv32 MMU (dvoustupňové stránkování)
- Privilege módy: Machine + Supervisor + User
- Oficiální Linux BSP od Espressifu (Buildroot + Linux 6.18)
- Komunitní porty Linux 6.18 / 7.x s Wi-Fi, Ethernetem, USB…

Proti zbytku rodiny

Ostatní ESP32 (S3, P4, C6…) mají jen jednoduché mapování flash/PSRAM – nestačí pro klasický Linux.

Na nich existují pouze experimentální NOMMU porty (bez virtuální paměti).

S31 je první, kde běží opravdový Linux nativně.

ESP32-E22, H4 & H21 (2024–2026)

ESP32-E22

Wi-Fi 6E co-processor

- Dual-core 500 MHz
- Tri-band 2.4/5/6 GHz
- 160 MHz, 2×2 MU-MIMO
- Až ~2.4 Gbps
- BT Classic + BLE 5.4
- PCIe / SDIO host
- Offload stacku

Gateway, high throughput

ESP32-H4

Low-power dual-core

- Dual RISC-V 96 MHz
- 384 KB SRAM + PSRAM
- BLE 5.4 (LE Audio)
- Thread / Zigbee
- Integrovaný DC-DC
- Až 40 GPIO + touch

Mesh, LE Audio, senzory

ESP32-H21

Max. výdrž baterie

- Single RISC-V 96 MHz
- 320 KB SRAM
- BLE + 802.15.4
- DC-DC (nižší proud)
- ~8.2 mA RX
- Deep sleep ~5 µA
- TX až 20 dBm

Bateriové mesh uzly

Srovnání čipů – přehled (2020–2026)

Čip	Rok	CPU	Wi-Fi	BT	Thread	Hlavní silná stránka
S3	2021	240×2 Xtensa	4	BLE 5	Ne	AI, kamera, komunita
C3	2021	160 RISC-V	4	BLE 5	Ne	Cena, jednoduchost
C2	2022	120 RISC-V	4	BLE	Ne	Ultra low-cost
H2	2023	96 RISC-V	—	BLE 5	Ano	Thread mesh
C6	2023	160 RISC-V	6	BLE 5.3	Ano	Matter + Wi-Fi 6
P4	2024	400×2 RISC-V	—	—	—	Video / HMI
C5	2025	240 RISC-V	6 dual	BLE 5	Ano	5 GHz, méně rušení
S31	2026	320×2 RISC-V	6	5.4+CL	Ano	All-in-one flagship
E22	2026	500×2 RISC-V	6E tri	5.4+CL	—	Vysoký throughput
H4	2026	96×2 RISC-V	—	BLE 5.4	Ano	Low-power + LE Audio

Srovnání – klíčové specifikace (vybrané čipy)

Parametr	S3	C6	P4	C5	S31	H4
Arch.	Xtensa	RISC-V	RISC-V	RISC-V	RISC-V	RISC-V
Jádra	2+ULP	1+LP	2+LP	1+LP	2+LP	2
Max MHz	240	160	400	240	320	96
SRAM KB	512	512	768	384	512	384
Wi-Fi	4	6 2.4	—	6 dual	6 2.4	—
BT Classic	Ne	Ne	—	Ne	Ano	Ne
LE Audio	Ne	Ne	—	Ne	Ano	Ano
802.15.4	Ne	Ano	—	Ano	Ano	Ano
Ethernet	Ne	Ne	100M	Ne	1G	Ne
Kamera	DVP	Ne	MIPI	Ne	DVP	Ne
Video	—	—	H.264	—	JPEG	—
GPIO max	45	~30	55	29	60	40

Pozice čipů na trhu (2026)

Nízká cena / senzory

C3 • C2 • C61 • H21

Jednoduché IoT, Matter senzory, low-cost uzly, náhrada 8266

Výkon + konektivita

C6 • C5 • S31

Smart home huby, multi-protokol, LE Audio, Wi-Fi 6

Multimedia / HMI / AI

S3 • P4 (+ radio)

Kamery, touch panely, GUI, edge AI, hlas

Special / high-end

E22 • H4

Wi-Fi 6E gateway / ultra low-power mesh + LE Audio

Kdy který čip použít?

Levný Wi-Fi + BLE produkt	ESP32-C3 / C2	Nejnižší cena, dostatek výkonu
Smart home / Matter	C6, C5, S31, H4	Multi-protokol + certifikace
Husté RF prostředí	ESP32-C5	5 GHz dual-band Wi-Fi 6
Kamera / AI / hlas	ESP32-S3	Vektorové instrukce, komunita
Displej / video / GUI	ESP32-P4 (+ C6/C5)	MIPI, H.264, vysoký výkon
All-in-one produkt	ESP32-S31	Wi-Fi 6 + BT Classic/LE + Thread + Eth
Vysoký throughput	ESP32-E22	Wi-Fi 6E, 2+ Gbps, co-processor
Bateriové mesh senzory	ESP32-H2 / H4 / H21	Ultra low-power + Thread

Evoluce platformy 2020 → 2026

Xtensa dominantní	→	RISC-V u většiny nových čipů
Wi-Fi 4 (802.11n)	→	Wi-Fi 6 / 6E + dual-band
BLE 4.2 / 5.0	→	BLE 5.3/5.4 + LE Audio + Classic
Žádný Thread/Zigbee	→	Native 802.15.4 + Matter
Jednoduché senzory	→	Edge AI, HMI, video, gateways
Jeden „ESP32“	→	Celá rodina specializovaných SoC

Shrnutí 2020–2026

1. Espressif se změnil z „výrobce ESP32“ na kompletní platformu pro IoT, AIoT a HMI.
2. RISC-V, Wi-Fi 6/6E, Thread/Matter a LE Audio jsou nové standardy produktové řady.
3. S3 zůstává silný pro AI/kameru; C3/C2 pro cenu; C6/C5 pro Matter a moderní sítě.
4. P4 otevírá segment výkonných HMI a vision aplikací (s companion rádiem).
5. S31 je aktuální vlajková loď – all-in-one s Classic BT, LE Audio a Gigabit Eth.
6. H-série drží primát v ultra low-power mesh; E22 přináší 6 GHz a gigabitové rychlosti.
7. ESP-IDF + Matter + RainMaker zůstávají jednotné – snadná migrace mezi generacemi.

Slovníček méně známých zkratek

AIoT	IoT s prvky umělé inteligence	**MU-MIMO**	Wi-Fi pro více zařízení současně	**SoC**	System on Chip – vše v jednom čipu
CSI / DSI	MIPI rozhraní pro kamery / displeje	**OFDMA**	Klíčová technika Wi-Fi 6 pro sdílení pásma	**SRAM**	Rychlá vnitřní paměť čipu
DVP	Paralelní rozhraní pro kamery	**OTG**	USB On-The-Go (host i klient)	**Thread**	IoT síť nad 802.15.4 (základ Matter)
HMI	Human-Machine Interface (displej+touch)	**PIE**	Espressif AI/vektorové instrukce (S3)	**TWT**	Target Wake Time – úspora energie Wi-Fi 6
HP / LP	High Power / Low Power jádro	**PSA**	Platform Security Architecture	**ULP**	Ultra Low Power jádro pro spánek
ISP	Image Signal Processor	**PSRAM**	Externí rychlá paměť (Pseudo-SRAM)	**USB-JTAG**	Kombinované USB + ladění
MAC	Media Access Control (síťová vrstva)	**RISC-V**	Otevřená procesorová architektura	**Xtensa**	Původní architektura starších ESP32
Matter	Jednotný standard chytré domácnosti	**SDIO**	Rozhraní pro SD karty / propojení čipů	**Zigbee**	Bezdrátový IoT protokol (802.15.4)
MIPI	Standard rozhraní pro kamery a displeje	**SIMD**	Paralelní zpracování dat (AI/DSP)		

Děkuji za pozornost

Petr Stehlík
www.pstehlik.cz

Espressif Systems • 2020–2026
Nové čipy, trendy a doporučení pro výběr

Zdroje: Espressif oficiální dokumentace, product portfolio, milestones 2020–2026