TPMS — układ na płytce uniwersalnej 50×70 mm

Jedna para: ESP32-S2-MINI + CC1101 E07-M1101D 433 MHz, zasilanie LM317T 3,3 V

Dokument zawiera gotowe rozmieszczenie elementów, lustrzany rysunek połączeń oraz listę par otworów. Piny SPI są zgodne z firmware'em repozytorium: `SCK=4`, `MISO=5`, `MOSI=6`, `CS=7`, `GDO0=10`. Przycisk jest na GPIO3, a LED pozostaje wbudowana na GPIO15.

```
VIN CHRONIONE → LM317T (3,28 V) → JP1 → szyna +3V3 → ESP32 3V3 + CC1101 VCC
                                          └──────────── wspólna GND ────────────┘
USB-C: VIN wyłączone i JP1 OTWARTA. Zasilanie z LM317T: USB odłączone i JP1 ZAŁOŻONA.
```

Najważniejsze połączenia elektryczne

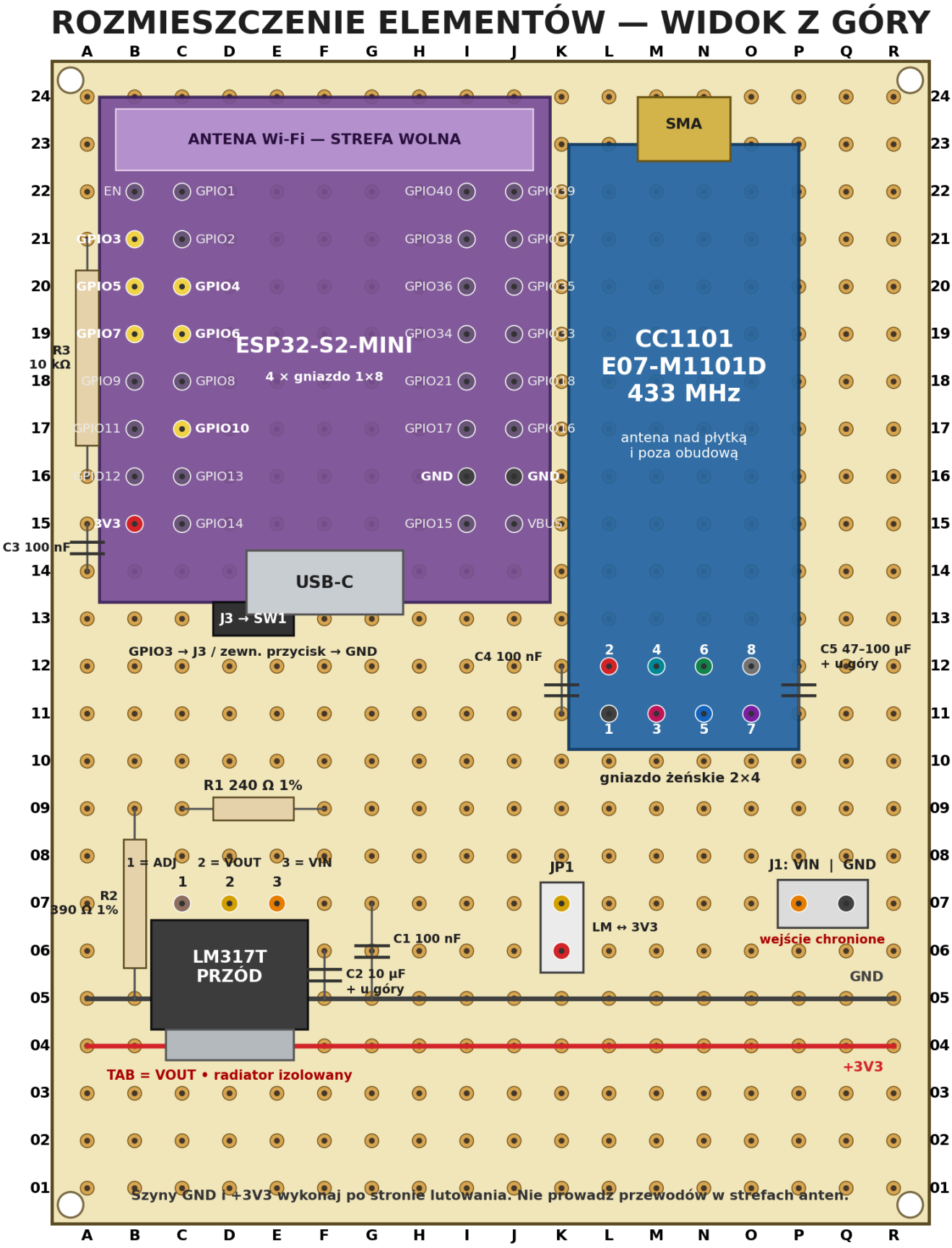
ESP32-S2-MINI	CC1101 / element	Uwaga
3V3	CC1101 pin 2 VCC; szyna +3V3	Wyłącznie około 3,3 V
GND	CC1101 pin 1; LM317T; przycisk	Wspólna masa
GPIO4	pin 5 SCK	SPI
GPIO5	pin 7 MISO/GDO1	SPI
GPIO6	pin 6 MOSI	SPI
GPIO7	pin 4 CSN	SPI
GPIO10	pin 3 GDO0	pin 8 GDO2 niepodłączony
GPIO3	SW1 NO do GND; R3 10 kΩ do 3V3	Aktywny stan niski

> **Nie podłączaj 12 V wprost do J1 jako gotowej instalacji samochodowej.** J1 jest wejściem już zabezpieczonym. Przed LM317T w samochodzie są wymagane: bezpiecznik przy źródle, ochrona przed odwrotną polaryzacją i ujemnymi przepięciami oraz właściwie dobrany TVS z ograniczeniem energii. Do pierwszych testów użyj zasilacza laboratoryjnego 7–9 V.

> **Założenie konstrukcyjne:** jest to projekt prototypu laboratoryjnego do złożenia i pomiarów, nie zwalidowana płytka automotive. Rysunki nie są w skali 1:1 — montaż wykonuj według numerów otworów. Przed lutowaniem sprawdź zgodność egzemplarzy ze zdjęciami i pinoutem.

Podstawa: repozytorium `tpms-schrader-eg53ma4-sim`, dokumentacja WEMOS i Ebyte. Opracowanie: 30.10.2026.

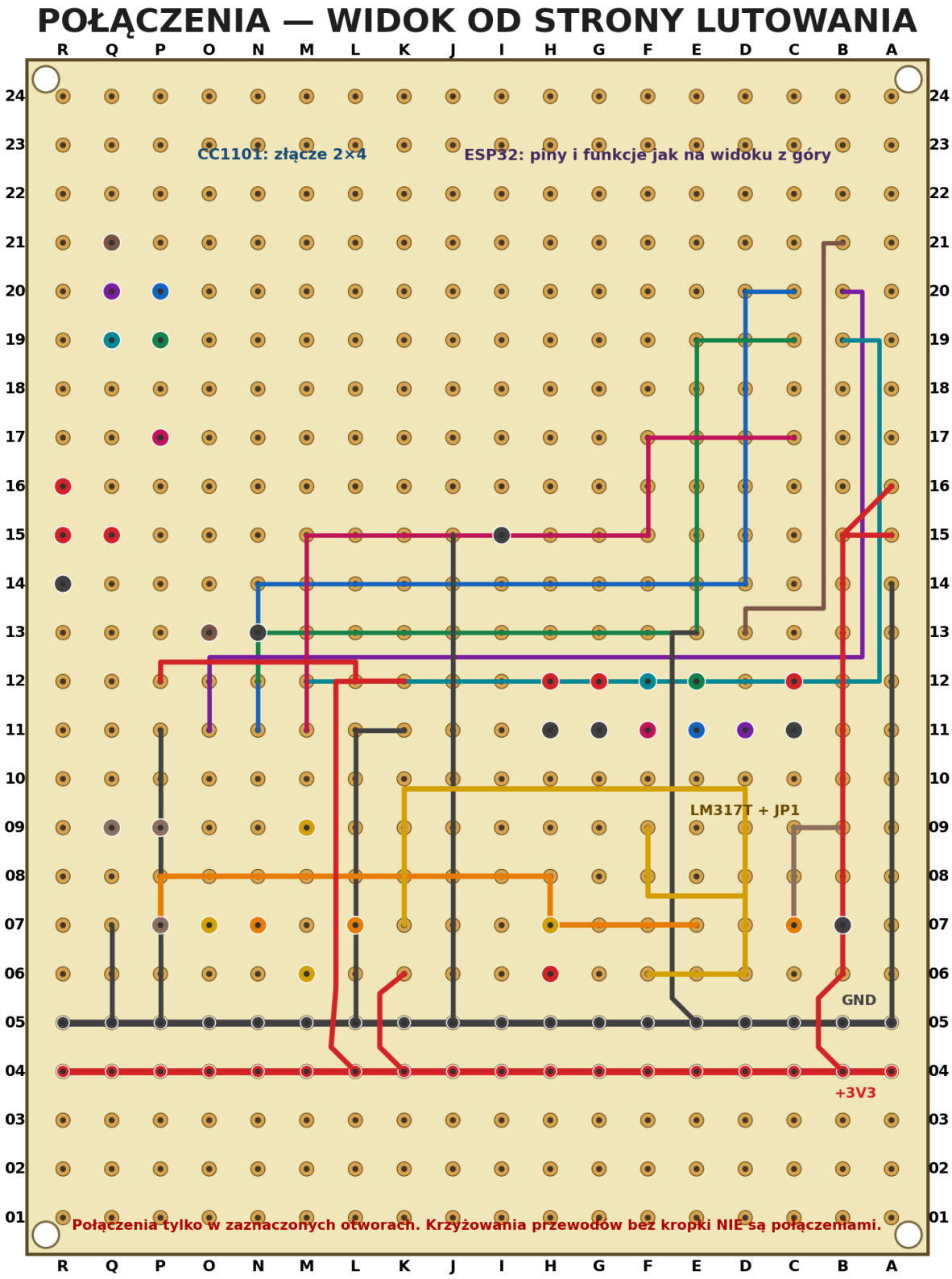
1. Rozmieszczenie elementów — widok z góry



Płytka 50 × 70 mm, raster 2,54 mm • kolumny A–R od lewej • wiersze 24–01 od góry • USB na dole

Numeracja zgodna z płytką: kolumny A–R od lewej i wiersze 24–01 od góry. Orientację wyznacza USB na dole. Moduły najlepiej osadzić na gniazdach żeńskich.

2. Połączenia — widok od strony lutowania



Widok lustrzany. Kolorowe punkty są końcami połączeń; przewody biegnące nad innymi polami lutowniczymi pozostają izolowane i nie są do nich przylutowane.

SCK MISO MOSI CS GDO0 GPIO3/SW1 VIN VOUT LM +3V3 GND

3. Lista montażowa — dokładne pary otworów

Zapis, np. `C20`, oznacza kolumnę C i wiersz 20 zgodnie z nadrukiem na płytce. Na liście są wszystkie połączenia. Na rysunku spodu kolumny występują w kolejności R–A, ponieważ płytka jest rzeczywiście odwrócona.

Sieć / element	Połączenie otwór → otwór	Wykonanie
SCK	`C20` (GPIO4) → `N11` (CC pin 5)	przewód izolowany
MISO	`B20` (GPIO5) → `O11` (CC pin 7)	przewód izolowany
MOSI	`C19` (GPIO6) → `N12` (CC pin 6)	przewód izolowany
CS	`B19` (GPIO7) → `M12` (CC pin 4)	przewód izolowany
GDO0	`C17` (GPIO10) → `M11` (CC pin 3)	przewód izolowany
GDO2	`O12` (CC pin 8)	**niepodłączony**
GPIO3 / J3	`B21` → `D13` (J3.1, do SW1)	przewód izolowany
R3 pull-up	R3: `A21`–`A16`; `A21` → `B21`; `A16` → `B15`	10 kΩ między GPIO3 a 3V3
J3 / SW1 / GND	`E13` (J3.2, do SW1) → `E05` (GND)	przewód izolowany
ESP 3V3	`B15` → `B04` (szyna +3V3)	przewód czerwony
ESP GND	`J15` → `J05` (szyna GND)	przewód czarny
C3 przy ESP	C3: `A15`(+)–`A14`(−); + → `B15`; − → `A05`	100 nF, blisko modułu
CC VCC	`L12` (CC pin 2) → `L04` (szyna +3V3)	przewód czerwony
CC GND	`L11` (CC pin 1) → `L05` (szyna GND)	przewód czarny
C4 przy CC	C4: `K12`(+)–`K11`(−); + → `L12`; − → `L11`	100 nF, najbliżej pinów
C5 przy CC	C5: `P12`(+)–`P11`(−); + → `L12`; − → `P05`	47–100 µF; pilnuj polaryzacji
J1 VIN	`P07` → `E07` (LM pin 3 VIN); `G07` (C1+) jest na tej samej sieci	przewód zasilający
J1 GND	`Q07` → `Q05` (szyna GND)	przewód zasilający
C1 wejściowy	C1: `G07`–`G05`	100 nF VIN–GND
LM ADJ	`C07` (pin 1) → `C09` → `B09`	węzeł ADJ
R1 i R2	R1 240 Ω: `C09`–`F09`; R2 390 Ω: `B09`–`B05`	R1 VOUT–ADJ, R2 ADJ–GND
LM VOUT / R1	`D07` (pin 2) → `F09`	wyjście regulatora
C2 wyjściowy	C2: `F06`(+)–`F05`(−); + → `D07`	10 µF VOUT–GND
JP1 wejście	`D07` → `K07` (JP1.1)	VOUT regulatora
JP1 wyjście	`K06` (JP1.2) → `K04` (szyna +3V3)	zworka separuje LM317T
Szyna GND	wszystkie `A05`…`R05`	czarny przewód / cynowana szyna
Szyna +3V3	wszystkie `A04`…`R04`	czerwony przewód; nie zewrzeć z GND

4. Elementy dodatkowe i zasady montażu

Lista zakupów zawiera moduły główne, ale do poprawnego układu potrzebne są jeszcze poniższe elementy.

Element	Wartość / wykonanie	Ilość
R1, R2	240 Ω i 390 Ω, 1%, metalizowane 0,25 W	po 1 szt.
R3	10 kΩ, pull-up przycisku	1 szt.
C1, C3, C4	100 nF ceramiczne; C1 najlepiej 50 V	3 szt.
C2	10 µF, co najmniej 10 V	1 szt.
C5	47–100 µF, co najmniej 6,3 V	1 szt.
Gniazda ESP32	listwa żeńska 1×8, raster 2,54 mm	4 szt.
Gniazdo CC1101	listwa żeńska 2×4, raster 2,54 mm	1 szt.
JP1	goldpin 1×2 + zworka	1 komplet
J1, J3, SW1	złącza 2-pin w rastrze 2,54 mm; zewnętrzny przycisk NO podłączony do J3	1 komplet
Przewody	izolowane, sygnały ok. 0,14–0,25 mm²; zasilanie ok. 0,25–0,35 mm²	—
Radiator	TO-220, dobrany do strat i temperatury; zestaw izolacyjny, jeśli wymagany	1 szt.
Wersja samochodowa	bezpiecznik, zabezpieczenie polaryzacji, TVS i ograniczenie energii — przed J1	osobny projekt

Kolejność prac

1. Przenieś numerację otworów na płytkę. Nasuń moduły na gniazda bez lutowania i sprawdź, czy obudowy, USB, SMA, przycisk i radiator mieszczą się bez kolizji.
2. Najpierw przylutuj gniazda i elementy pasywne. LM317T ustaw oznaczeniami do siebie: od lewej **ADJ–VOUT–VIN**. Metalowy TAB jest połączony z VOUT.
3. Wykonaj szyny GND i +3V3, potem zasilanie, a na końcu pięć linii radia i przycisk. SPI prowadź krótko, bez pętli i poza strefami anten.
4. Sprawdź każdą parę z tabeli miernikiem ciągłości. Zwróć uwagę, by przewód przechodzący nad obcym polem lutowniczym nie został do niego przypadkowo przylutowany.
5. Przed zasileniem zmierz rezystancję między +3V3 a GND oraz VIN a GND; sprawdź brak zwarcia między sąsiednimi szynami. Antena 433 MHz ma być dokręcona przed nadawaniem.

Dzielnik LM317T: VOUT ≈ 1,25 V × (1 + 390/240) = **3,28 V**. Kondensatory C1 i C2 umieść blisko stabilizatora, C3/C4 przy modułach, a C5 przy zasilaniu CC1101.

Temperatura: LM317T jest regulatorem liniowym. Straty wynoszą `P=(VIN−3,3 V)×I`. Przy 14,4 V i 300 mA jest to około 3,3 W. Radiator jest konieczny do testów pod obciążeniem; nie może zwierać TAB/VOUT do masy ani obudowy.

5. Pierwsze uruchomienie i kontrola

Pomiar samego LM317T

1. Zdejmij ESP32 i CC1101 z gniazd. **Otwórz JP1**, odłącz USB. Podłącz zasilacz laboratoryjny 7–9 V z ograniczeniem prądu do J1.
2. Zmierz napięcie na JP1.1 (`K07`) względem GND. Oczekiwane jest około **3,28 V**. Jeżeli napięcie przekracza 3,6 V, natychmiast wyłącz zasilanie i sprawdź R1/R2 oraz kolejność nóżek LM317T.
3. Wyłącz zasilanie. Załóż moduły i antenę, zamknij JP1. Bez USB włącz zasilanie z limitem około 0,5 A i zmierz szynę +3V3 pod obciążeniem. Obserwuj napięcie podczas nadawania oraz temperaturę LM317T.

Dwa dozwolone tryby zasilania

Tryb	JP1	USB-C	VIN na J1
Programowanie / praca z USB	**otwarta**	podłączone	wyłączone
Zasilanie z LM317T	**założona**	**odłączone**	włączone, zabezpieczone

Przy otwartej JP1 regulator jest odseparowany, a wspólną szynę ESP32 i CC1101 zasila regulator płytki S2 Mini przez USB. Nie zakładaj JP1 „na wszelki wypadek” przy podłączonym USB.

Kontrola funkcji

- Wgraj firmware zgodnie z README. Konsola używa natywnego USB CDC, 115200 baud.
- Jeśli pojawi się komunikat `BLAD: brak CC1101`, sprawdź 3,3 V na pinie 2, masę na pinie 1 oraz SCK/MISO/MOSI/CS na GPIO4/5/6/7 i GDO0 na GPIO10.
- Test radiowy rozpocznij od niskiej mocy (zgodnie z zaleceniem projektu −10 dBm), na postoju. Nie nadawaj bez anteny i nie traktuj odbioru przez RTL-SDR jako dowodu odbioru przez samochód.
- Przed docelowym zasilaniem z instalacji auta wykonaj pomiary prądu, brownout/crank, temperatury, EMC/ESD i dobór zabezpieczeń. Urządzenie jest prototypem warsztatowym, nie zamiennikiem sprawnego TPMS do jazdy drogowej.

Źródła

1. Repozytorium projektu: `docs/HARDWARE.md`, `docs/POWER.md`, `docs/SAFETY.md`, `src/config.h`, `src/radio.cpp` — przypisanie GPIO, LM317T, odsprzężenie i ograniczenia walidacji.
2. Chengdu Ebyte Electronic Technology Co., Ltd.: *E07-M1101D-SMA User Manual*, rozdział 3 „Size and pin definition”, s. 5–6; oficjalna strona produktu E07-M1101D-SMA.
3. WEMOS: *S2 mini — documentation*, wersja V1.0.0; pinout i wymiary 34,3 × 25,4 mm.
4. STMicroelectronics: *LM317 — adjustable voltage regulator datasheet*; typowa aplikacja i wyprowadzenia TO-220.
5. Zdjęcia handlowe ARD-CC1101-ANT, ARD-ESP32-S2-MINI i PLYT045, Lewandowscy.pl — identyfikacja wersji modułu CC1101 i rastra płytki.

Wskazówka warsztatowa: wydrukuj strony 2 i 3 obok siebie. Strona 2 służy do wstawiania elementów, strona 3 i tabela ze strony 4 — do lutowania i pomiaru ciągłości.