

# WiFi displeje

Zkušenosti z vývoje

# Představení

Petr Stehlík

[petr@pstehlik.cz](mailto:petr@pstehlik.cz)

@joysfera

[www.wifitech.cz](http://www.wifitech.cz)

[www.Teploty.info](http://www.Teploty.info)

[www.iDisplej.cz](http://www.iDisplej.cz)

# Zaměření přednášky

- Arduino styl programování
- mikrokontroléry, maximálně jednodeskové mikropočítače
- malé levné displeje

...na takové to domácí žvýkání 😊

# Proč displej?

1. “Hello world” = blikání LEDkou
2. Přidáme měření
3. Chybí vizualizace 🤔
4. Přidáme displej = profit

# Proč **WiFi** displej?

1. Můžeme zobrazovat data naměřená jinde  
(podobně by posloužil třeba Bluetooth, Zigbee či Thread, dosáhne-li)
2. Můžeme zobrazovat úplně cokoliv z internetu

# Typy displejů dle způsobu generování obrazu

- LCD
  - Pasivní matice = nízká spotřeba
    - Monochromatické (staré kalkulačky a telefony)
    - Odstíny šedi, STN, ...
  - Aktivní matice s podsvícením = vysoká spotřeba
    - TFT
      - TN = Twisted Nematic (úhly, barvy, kontrast 🙄)
      - IPS = In-Plane Switching
    - MemoryLCD (Sharp) - rychlé jako LCD, úsporné jako e-ink
- OLED - spotřeba úměrná jasu
- E-ink - nulová spotřeba, strašně dlouhá doba na překreslení

# Srovnávací tabulka spotřeby energie displejů

Typ displeje	Spotřeba při statickém obsahu (mW/cm <sup>2</sup> )	Spotřeba při dynamickém obsahu (mW/cm <sup>2</sup> )	Hlavní faktor spotřeby
Pasivní maticový LCD	0,1–1	1–5	Jednoduché skenování, volitelné podsvícení
TFT LCD (TN/IPS/VA)	10–50	20–100	Podsvícení, neustálé obnovování
Memory LCD	0,01–0,05	0,1–0,5	Minimální obnovování, bez podsvícení
OLED	0,01–50 (závisí na obsahu)	20–100	Jas pixelů, bez podsvícení
E-Ink	~0	0,1–1 (pouze při obnově)	Pouze změny obrazu

# Jaké MCU/CPU?

Mikrokontroléry s WiFi konektivitou:

- Espressif Systems: rodina ESP32 (ne nutně ESP32-P4 s MIPI-DSI)
- Arduino: Nano/MKR
- Raspberry: Pi Pico W

Mikropočítače s GPIO:

- Raspberry Pi Zero W, Pi 3/4/5
- Orange Pi a další “ovocné” jednodesky z Asie



# Vybíráme vhodný displej

- podle okolního osvětlení: e-ink, pasivní LCD, MemoryLCD, TFT, OLED
- podle spotřeby energie: e-ink, MemoryLCD, pasivní LCD, OLED, TFT
- podle velikosti úhlopříčky
- podle počtu potřebných signálů: I2C, SPI (paralelní nebrat?)
- podle rychlosti překreslení obrazu: od jednotek milisekund až po sekundy
- podle rychlosti přenosu dat/doby potřebné na přenos celé obrazovky
- podle dostupnosti ovladače/knihovny
- podle ceny

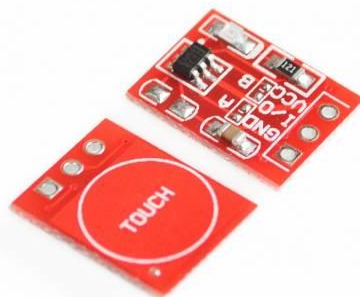
# Dotykové ovládání

## Separátní vrstva nad displejem

- rezistivní - jako dva potenciometry
- kapacitní - prst(y) vybije kondenzátor

## Dotykové ovládání mimo displej

- kapacitní dotyková tlačítka
- touchpad z notebooku



# Příklady mých favoritů: LCD Nokia 5110



**CZK67.35** ~~€ZK68.71~~ 2% off

Price includes VAT ; Extra 5% off with coins

**Nokia 5110 LCD Red Screen LCD Module Red PCB Red Backlight**

by  Monkey Electronics S... (  4.9 | 5,000+ sold )

More price information ⓘ

# Příklady mých favoritů: LCD Nokia 5110

## LCD5110 Module:

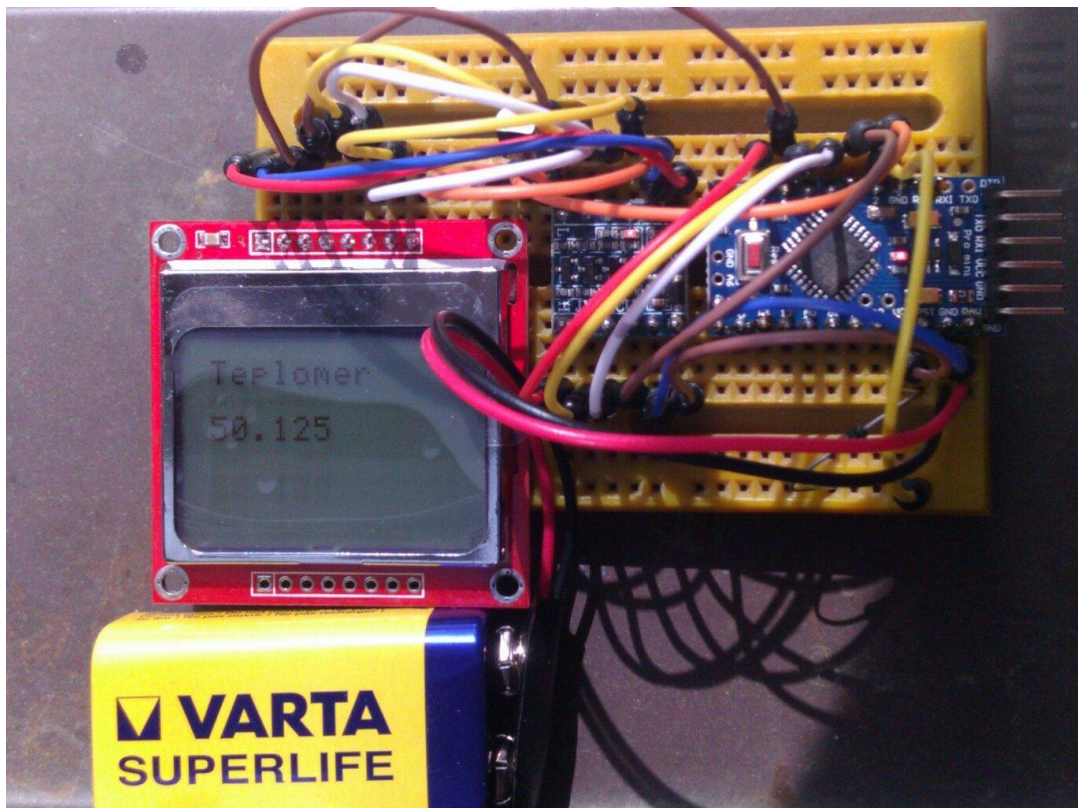
Power supply voltage:	2.7V-3.3V,5V is OK,but part of the screen becomes black when tested
Data interface level:	2.7-5V
Backlight power supply voltage:	highest 3.3V
Module size:	43.6mm x 43.1mm(width X height)
Installation diameter:	2mm
Backlight:	White

- RST----- reset?
- CE-----chip selection?
- DC-----data/commands choice
- DIN-----serial data line?
- CLK-----serial Clock Spee
- 3.3V-----VCC?
- LIGHT----- backlight control terminal
- GND-----power negative

## Features

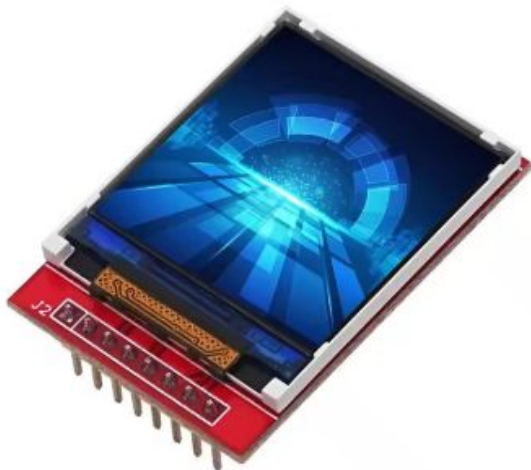
- 84 X 84 dot matrix LCD,can show 4 lines of characters
- Use serial interface communicate with the master processor,the number of interface signal line reduced greatly, only 8 signal lines including power and GND.Support different types of MCU,such as the SPI,MCS51 serial mode 0 of AVR.Transfer rate up to 4Mbps,can full speed write display data without waiting time.
- Can use the conductive glue to connect the module with the printed board,without connecting cable.The metal hooks on the module can fix the module on the printed board,which is very easy to install and replace.
- LCD controller/driver chip has been bound to LCD chip,the volume of LCD is small
- Low power supply,the working current in normal situation is lower than 200 $\mu$ A,and has power-down mode

# Příklady mých favoritů: LCD Nokia 5110 - driver PCD8544



# Příklady mých favoritů: barevný 1,44" 128x128

VINK

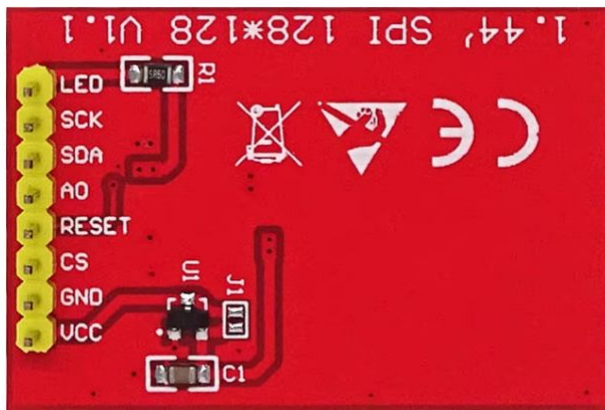


**CZK60.45** ~~€ZK69.39~~ 13% of

Price includes VAT

**1.44 inch Serial 128\*128 SPI Color TFT LCD Module**

★★★★★ 5.0 2 Reviews | 10 sold



The new 1.44 -inch serial SPITFT color LCD  
With PCB plate

Lattice: 128 x128

Driver: ST7735

Need at least 4 IO can drive!

# Příklady mých favoritů: barevný 1,8" 128 x 160



All\_goods\_are\_free\_shipping

## 1/5PCS



1.8 TFT LCD Screen Module

SuperDeals

## CZK74.57

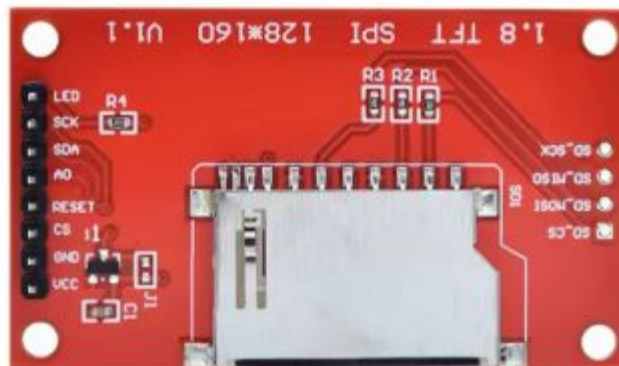
~~€ZK75.04~~ 1% off

CZK63.28 each, ≥ 10 pieces

Price includes VAT ; Extra 2% off with coins

📍 CZK23.52 off over CZK588.05

**1/5PCS 1.8 Inch 1.8" LCD Display TFT Screen Module SF  
Resolution 16BIT RGB 4 IO ST7735S Driver for Arduino**



# Příklady mých favoritů: barevný 1,8" 128 x 160

Arduino multimetr z roku 2015: <https://pstehlik.cz/prezent/multimetr.pdf>

knihovna Adafruit\_ST7735





# Příklady mých favoritů: barevný 4" 480x320



**CZK359.42** €Zł

**Wholesale** 2+ pieces, extra 1% off

Price includes VAT

**Buy 2 pieces get 1% off**

**4.0 inch SPI Serial LCD Touch Screen  
TFT Display Module ST7796S Driver**

★★★★★ 5.0 2 Reviews | 13 sold

**Color: with Touch**

without Touch

with Touch

More price information ⓘ

# Příklady mých favoritů: barevný 4" 480x320 - pozor na ILI!



**CZK284.38** ~~CZK424.57~~ 33% off

**Wholesale** 3+ pieces, extra 1% off

Price includes VAT ; Extra 2% off with coins

**Buy 50 pieces get 1% off**

**4.0/3.5 inch LCD Module Display Screen SPI Serial LCD To  
480\*320 TFT Display Module ST7796S/ILI9488 4-wire SPI**

by ~Ziqqucu Official Sto... (★4.9 | 10,000+ sold)

**Color: 3.5 inch With touch**



More price information ⓘ

# Příklady mých favoritů: barevný 4" 480x320

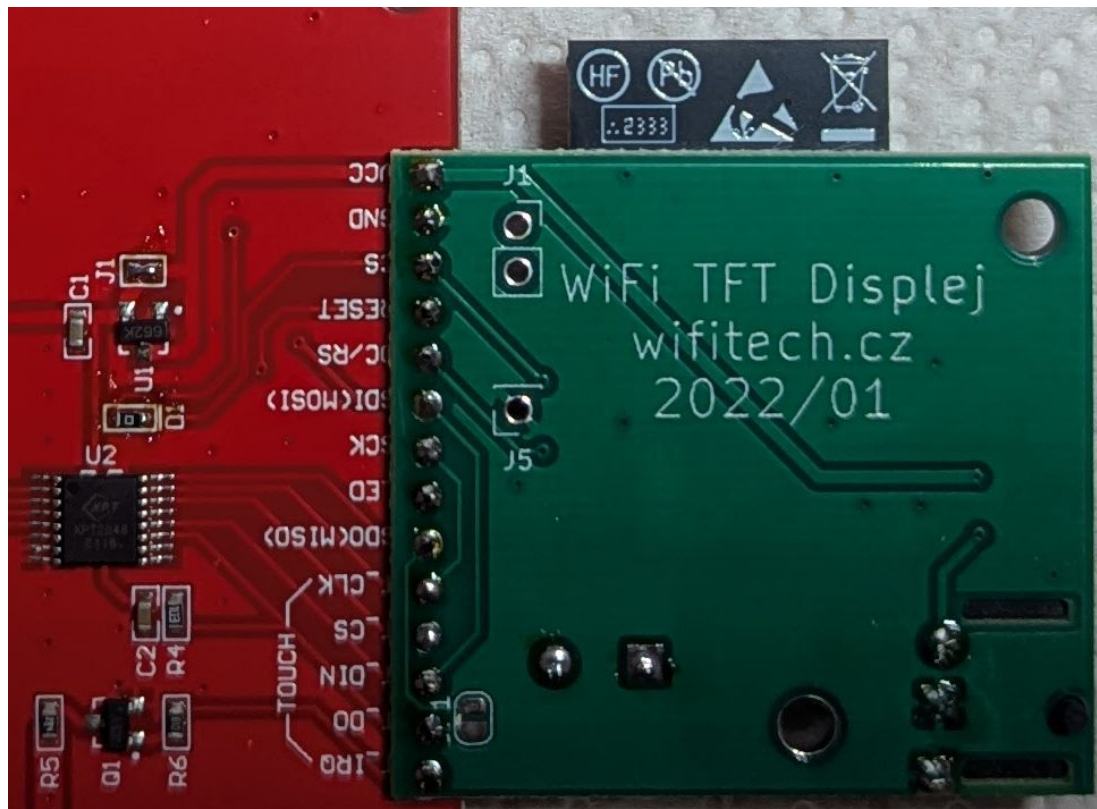
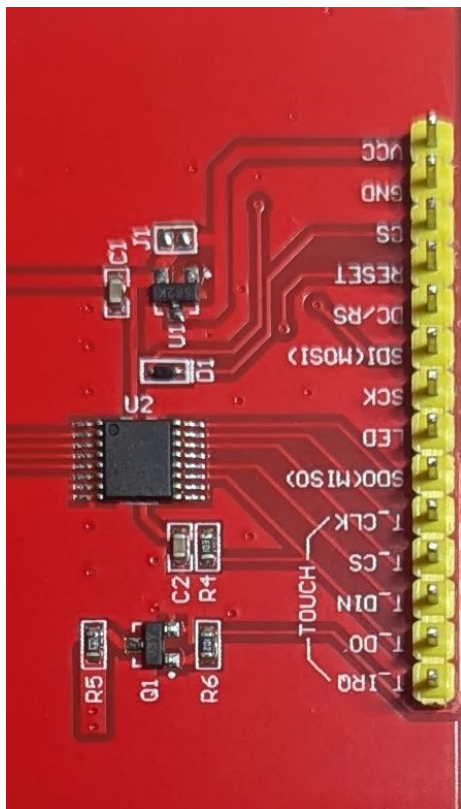
Zvolte verzi s ST7796S kvůli fungujícímu DMA na ESP32 (ILI9486/9488 nebrat!)

Knihovna TFT\_eSPI [https://github.com/Bodmer/TFT\\_eSPI](https://github.com/Bodmer/TFT_eSPI)

Pokud máte 3.3V napájení, můžete překlenout regulátor napětí propojkou J1

Doporučuje se i zrušit diodu D1 blokující CS signál SPI sběrnici (zkratovat)

# Příklady mých favoritů: barevný 4" 480x320



# ESP32 moduly s displejem

## E-ink

- LILYGO® T5 4.7” E-paper V2.3 ESP32-S3
- “Lilygo eink”: 1.5”, 2.13”, 2.9”, ...

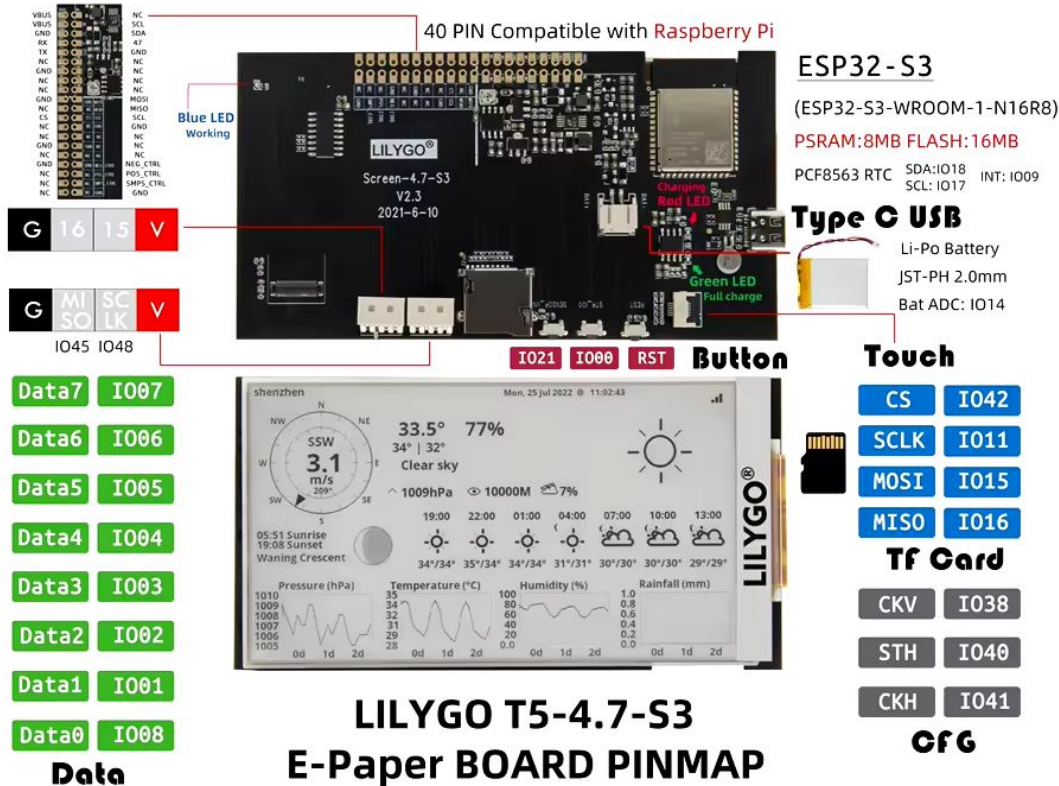
## OLED

- “ESP32 OLED”

## TFT

- ESP32-Cheap-Yellow-Display = CYD
- Sunton ESP32-S3 5/7” 800\*480

# ESP32 modul s 4.7" e-ink displejem (16 odstínů šedi)



# ESP32 moduly s OLED displejem

Weight: 14g

Size: 64mm\* 27.4mm \* 6.7mm



ESP32 OLED module

## CZK144.28

CZK135.90 each,  $\geq 10$  pieces

Price includes VAT ; Extra 2% off with coins

**ESP32 OLED WiFi Modules+ Bluetooth**  
**ESP32 OLED**

★★★★★ 5.0 1 Review | 8 sold

[More price information](#) ⓘ

# ESP32 CYD = levný žlutý displej

ESP32 s LCD TFT 320 x 240 2.8" a dotykovou vrstvou:

<https://github.com/witnessmenow/ESP32-Cheap-Yellow-Display>



**CZK335.70**

Price includes VAT

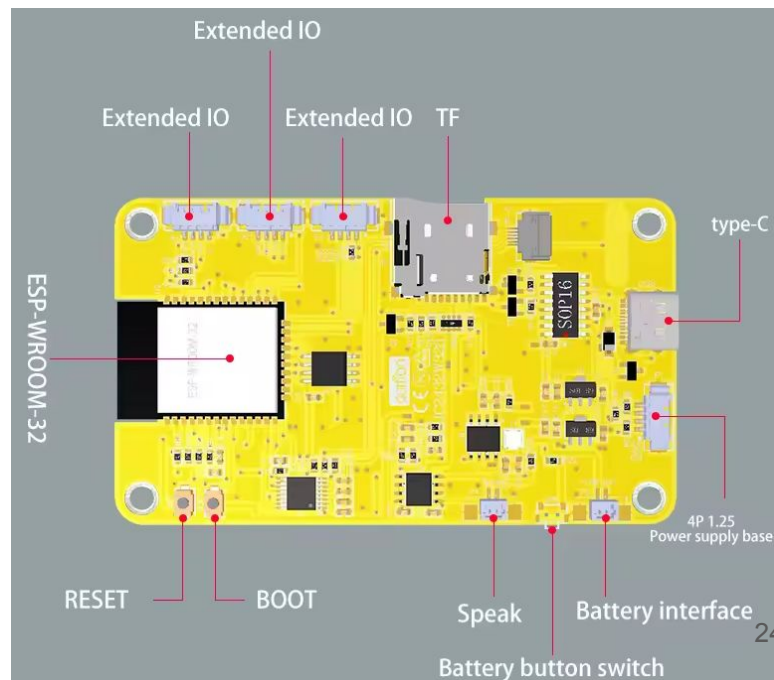
**Guition ESP32 4M FLASH 2.8-inch 240\*320 LCI  
Bluetooth Capacitive or Resistive touch**

★★★★★ 5.0 18 Reviews | 146 sold

Color: Resistive touch



More price information ⓘ





# ESP32 Sunton

800 x 480 5" IPS nebo 7" TN, s dotykovou vrstvou, výstupem na repro, ...



# Jak programovat?

Pro ovládnutí displeje a tvorbu WiFi displeje potřebujeme:

- Low-level ovladač pro konkrétní typ driveru displeje (ILI9341, ST7796, ...)
- Knihovna s primitivy (nakresli bod, čáru, obdélník, ...)
- Výpis textů (problematika škálování/vektorových fontů a žščřďťň)
- Grafické widgety pro tvorbu GUI

# “Lowlevel” knihovny pro displeje

Monochromatické - OLED i e-ink - pozor na paged drawing

- U8glib/U8g2
- GxEPD/GxEPD2

Barevné

- Adafruit pro jednotlivé drivery (ST7735, ILI9341, ...)
- TFT\_eSPI
- LovyanGFX, Arduino\_GFX (i pro paralelní připojení)

Speciální: e-ink s 4 či 16 odstíny šedi

# Pozor na paged drawing

Takto ne! Výpočetně náročná funkce (computePi) je volána opakovaně!

```
// Callback function for paged drawing
void computeAndPrintPi() {
    display.fillScreen(GxEPD_WHITE); // Clear the page buffer
    display.setCursor(10, 20);      // Set starting position
    display.print(computePi());     // Compute and print  $\pi$ 
}

// Function to trigger paged drawing, renamed to displayPi
void displayPi() {
    display.setFullWindow(); // Set to full display area
    display.firstPage();     // Start paged drawing
    do {
        computeAndPrintPi(); // Call drawing function for each page
    } while (display.nextPage()); // Continue until all pages are drawn
}
```

# TFT\_eSPI

[https://github.com/Bodmer/TFT\\_eSPI](https://github.com/Bodmer/TFT_eSPI)

Processor	4 wire SPI	8-bit parallel	16-bit parallel	DMA support
RP2040	Yes	Yes	Yes	Yes (all)
ESP32	Yes	Yes	No	Yes (SPI only)
ESP32 C3	Yes	No	No	No
ESP32 S2	Yes	No	No	No
ESP32 S3	Yes	Yes	No	Yes (SPI only)
ESP8266	Yes	No	No	No
STM32Fxxx	Yes	Yes	No	Yes (SPI only)
Other	Yes	No	No	No

- GC9A01
- ILI9163
- ILI9225
- ILI9341
- ILI9342
- ILI9481 (DMA not supported with SPI)
- ILI9486 (DMA not supported with SPI)
- ILI9488 (DMA not supported with SPI)
- HX8357B (16-bit parallel tested with RP2040)
- HX8357C (16-bit parallel tested with RP2040)
- HX8357D
- R61581
- RM68120 (support files added but untested)
- RM68140
- S6D02A1
- SSD1351
- SSD1963 (this controller only has a parallel interface option)
- ST7735
- ST7789
- ST7796

# GUI widgety

Widgety = tlačítka, posuvníky, progress bary, grafy, ...

- Adafruit - ?
- TFT\_eSPI
  - [https://github.com/Bodmer/TFT\\_eWidget](https://github.com/Bodmer/TFT_eWidget)
  - [https://github.com/Mancheron/TFT\\_eSPI\\_Widgets](https://github.com/Mancheron/TFT_eSPI_Widgets)
- LVGL

# LVGL

Free + OpenSource Light and Versatile Graphics Library

WYSIWYG editory

- Squareline Studio/Vision <https://squareline.io/>
- EEZ Studio <https://www.envox.eu/studio/studio-introduction/>
- lvgl gui builder [https://github.com/qdsang/lv\\_gui\\_builder](https://github.com/qdsang/lv_gui_builder)
- GUITION, GUI Guider, ...
- LVGL Editor v0.1 [https://github.com/lvgl/lvgl\\_editor](https://github.com/lvgl/lvgl_editor)

Konečně ty otázky a odpovědi...