

# Simac "DIY-IoT" pro lektory, část 1

METODIKA A DOPORUČENÉ TECHNOLOGIE, 24.8.2022

# Čeho chceme dosáhnout?

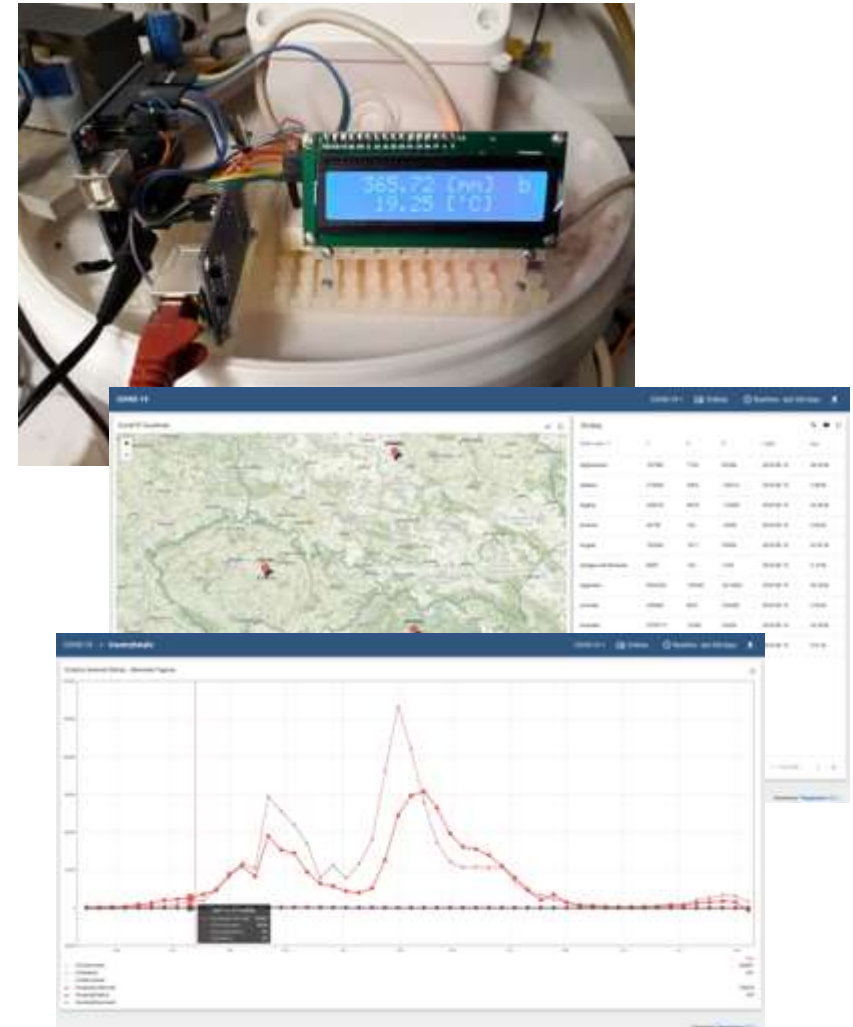
# Jaké budou “hmatatelné” výstupy?

## ■ Minimálně

- Prototypy, nebo finální verze rozličných senzorů
- Plynule proudící “data” z měření do DP KSK
- Vizualizace dodávaných dat v rámci DP KSK
  - Dostupné pověřeným uživatelům v rámci škol a krajského úřadu
  - Případně formou veřejných ~pohledů na WWW stránkách DP KSK
  - Součástí vizualizace může být informace o zdroji dat: identifikace školy, pracovní skupiny a pod.

## ■ Volitelně

- Lze vybudovat i lokální datové platformy jednotlivých škol pro zobrazení všech dat, měřených/sledovaných v rámci školy



# Jak prakticky postupovat?

# Návrh organizace “projektu”

---

## Minimální cíle:

### ▪ Každá zúčastněná škola

- Ustanoví jednu nebo více pracovních skupin
- Vybuduje místní komunikační infrastrukturu pro IoT
- Zajistí komponenty pro realizaci místního koncentrátoru a zvoleného počtu senzorů

### ▪ Každá pracovní skupina

- Zvolí typ budovaného senzoru
- Navrhne jeho elektrické zapojení a realizuje funkční prototyp
- Vytvoří a ověří vestavný kód senzoru tak, aby periodicky měřil určenou veličinu a výsledky měření předával na místní koncentrátor
- Vytvoří a ověří kód pro místní koncentrátor, který převeze každé měření senzoru a předá je datové platformě KSK ve veřejném cloudu

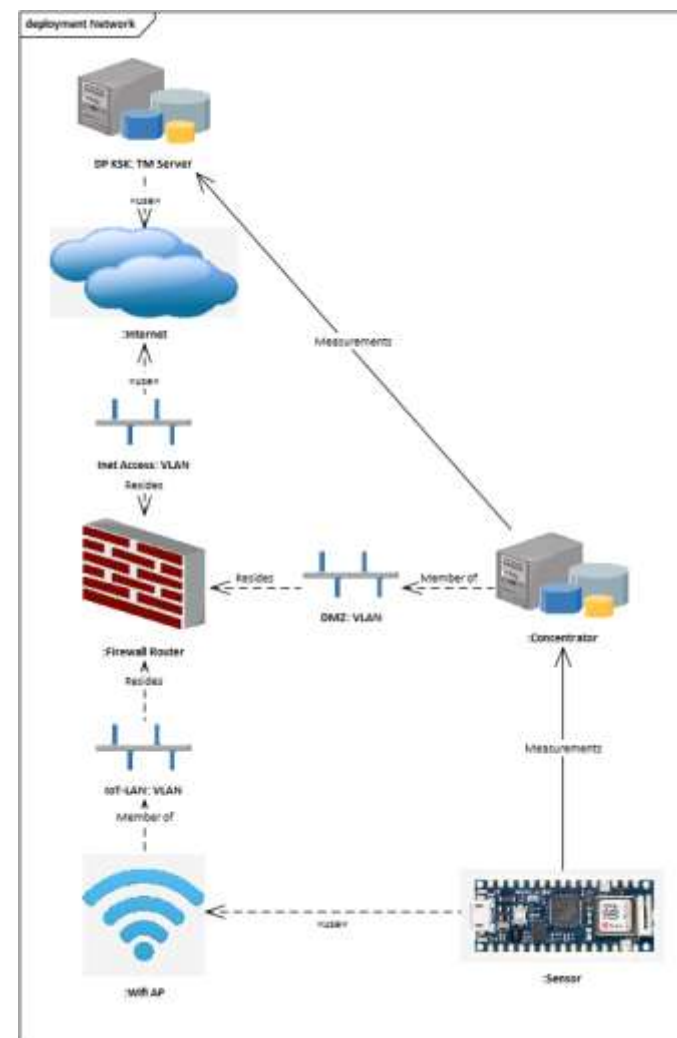
# Místní (“školní”) IoT infrastruktura

## Doporučený koncept: zřídit samostatnou “IoT LAN”

- LAN/VLAN logicky zcela oddělená od zbývajících IT infrastruktury školy
  - Chrání integritu “školního IT”
- Poskytuje připojení do Internetu prostřednictvím bezp. brány (“firewall”)
- Vybavena samostatným (virtuálním) přístupovým bodem Wifi
- Určena pro připojení místního IoT koncentrátoru
  - Ideálně na vyhrazeném “DMZ” segmentu
- S možností vzdáleného VPN přístupu pro spol. Simac
  - Pomoc se zřízením a/nebo správou místního IoT koncentrátoru

## Možná budoucí rozšíření:

- Připojení místní datové platformy IoT
  - Ideálně opět na vyhrazeném “DMZ” segmentu
- Doplnění místního přístupového bodu LoRa



# Realizace IoT LAN, další podrobnosti

## Doporučený Firewall Router

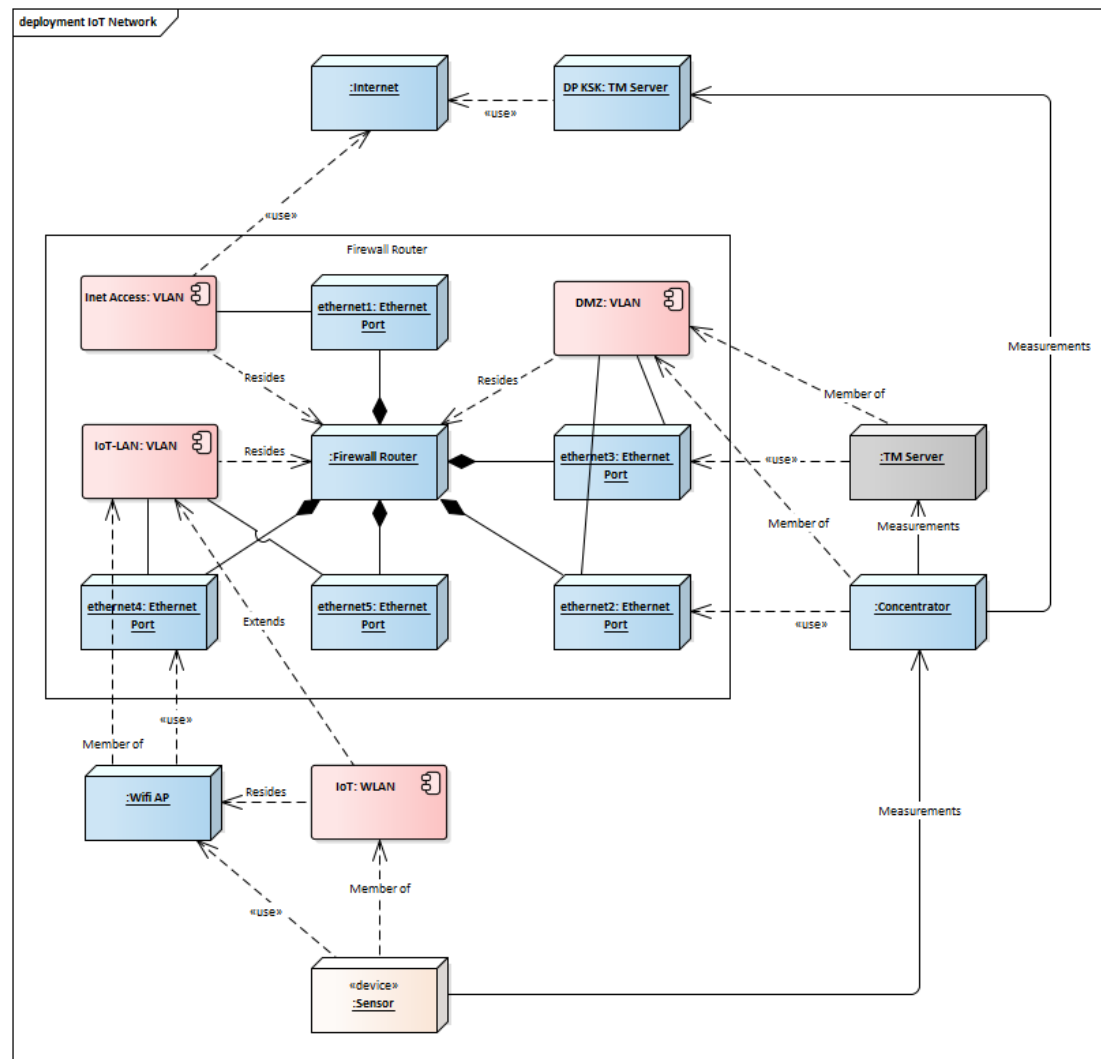
- MikroTik hEX PoE, RB960PGS
  - 5x Ethernet 10/100/1000
  - 1x SFP slot
  - Podpora PoE Out na všech Eth portech
  - OpenVPN server

## Upozornění:

VPN přístup vyžaduje IP adresu dostupnou pro příchozí TCP spojení

## Doporučený Wifi AP:

- MikroTik mAP lite, RBmAPL-2nD
  - 1x Ethernet
  - Podpora PoE In
- MikroTik mAP, RBmAP2nD
  - 2x Ethernet
  - Podpora PoE In + Out – “řetězení” více AP



# Doporučený (hrubý) harmonogram

---

Etapa	Termín dokončení
Místní IoT infrastruktura (IoT LAN, firewall, VPN, Wifi AP, komponenty)	Konec září 2022
Místní IoT koncentrátor	Konec října 2022
Prototyp senzoru - návrh a oživení	Konec října 2022
Integrace dat senzorů do datové platformy KSK	Konec listopadu 2022
Veřejně dostupná prezentace (prvních) získaných dat (WWW UI platformy KSK)	Prosinec 2022 až leden 2023



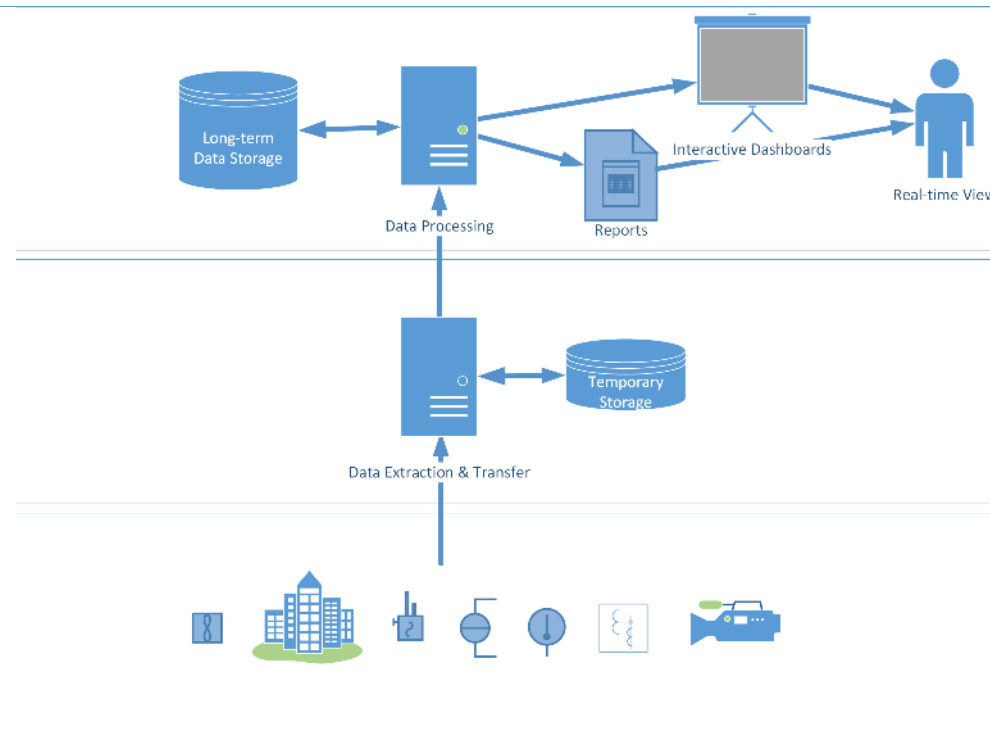
# Řečeno technicky...

# Simac IoT Software Stack

Soubor 3 funkčních “vrstev”:

(pohled “shora dolů”)

- Správa telemetrií
  - Zobrazení přehledů okamžitých a historických dat
  - Varování/zpětná vazba v reálném čase
  - Zpřístupnění dat pro pokročilé analýzy
  - Uchování normalizovaných dat
- Sběr a přenos dat
  - Přenos dat do vyšší/centrální vrstvy
  - Uchování dat při výpadku komunikace
  - Převzetí informace ze zdroje dat (senzoru)
- Měření
  - Jednouúčelové senzory
  - Komplexní systémy, nebo aplikace



# “DIY” IoT soustava “krok za krokem”

---

(pohled “zdola nahoru”)

1. **Volba převodníků fyzikálních veličin**
2. **Návrh a realizace “senzoru”**
  - Elektronická a mechanická konstrukce “senzorové jednotky”
3. **Digitalizace veličin a přenos jednotlivých měření**
  - Vestavěný SW “senzorové jednotky”
4. **Koncentrace záznamů v rámci lokality, místní řídicí funkce**
  - Integrační SW
5. **Připojení na centrální “úložiště telemetrií”**
  - Bezplatný přenos dat prostřednictvím Internetu
  - Vyšší analytické a řídicí funkce

# Volba převodníků fyzikálních veličin

---

## ▪ Běžně dostupné, levné prvky

- Základní úroveň: parametry prostředí
  - Teplota, atmosferický tlak, relativní vlhkost vzduchu
  - Koncentrace škodlivých či nebezpečných plynů
  - Stav dveřního snímače, měření vzdálenosti, přítomnost osob
- Náročnější úroveň: spotřeba energií a pod.
  - Snímání impulsního výstupu elektroměru
  - Snímání vibrací, orientace v prostoru
  - Drobná regulace

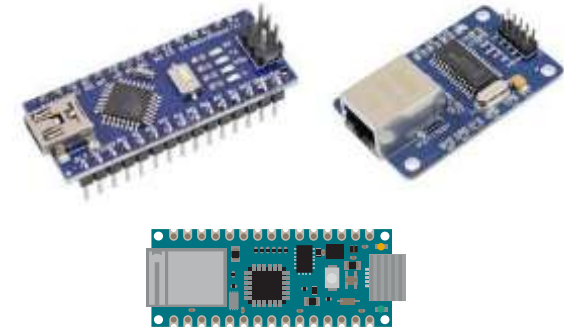


# Návrh a realizace “senzoru”

---

## ▪ Konstrukce na bázi Open Source

- HW: Arduino Nano r3, popř. Nano 33 IoT
  - Metalické připojení Ethernet
  - Bezdrátové připojení BlueTooth/BLE, nebo Wifi
- Dokumentace zapojení, návrh plošných spojů:
  - KiCAD
- Mechanické konstrukce
  - FreeCAD + 3D tisk
- Sdílení “výtvorů”
  - git, GitHub



# Digitalizace veličin a přenos měření

---

## ▪ “Vestavný” software

- Jednoduchý C++ kód
- Široká škála předpřipravených knihoven a příkladů pro jednotlivé typy převodníků
- Přenos měření na místní “koncentrátor” s využitím předpřipravených komunikačních knihoven a příkladů
  - na bázi IP protokolu (Ethernet nebo Wifi), popř.
  - Na bázi Bluetooth/BLE komunikace
- Sdílení osvědčeného kódu
  - Git, GitHub



# Místní “koncentrátor”

---

- **Tzv. hraniční (“edge”) prvek**

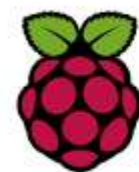
- Přijímá jednotlivá měření ze všech místních senzorů (prostřednictvím “IoT LAN”)
- Vytváří jejich lokální zálohu (soubory, nebo RDBMS)
- Spolehlivě doručuje přijaté údaje na nadřazenou úroveň (prostřednictvím Internetu)
- Volitelně implementuje místní regulační algoritmy

- **HW řešení**

- Mikropočítač Raspberry PI, model 3B nebo 4B
- Mechanické prvky: volitelně 3D-tisk

- **Open Source programové vybavení**

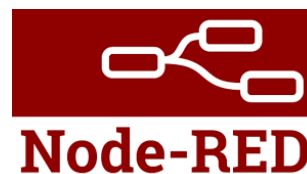
- OS Linux, Node-RED, Node.JS, JavaScript, PostgreSQL
- Automatizace nasazení na bázi Ansible
- Sdílení osvědčených řešení na bázi git, GitHub



Raspberry Pi



Rocky Linux™



**{.js}**  
JavaScript



ANSIBLE



# Předání záznamů do “úložiště telemetrií”

---

- **Primární cíl:**

- Doručit data všech provedených měření ve všech lokalitách do centrální “datové platformy” v prostředí veřejného “cloudu”

- **Volitelný cíl:**

- Paralelně zpracovávat data jednotlivé lokality v místní IoT platformě na bázi Open Source



# Otázky?

**Krok za krokem –  
podrobně!**

# Krok #0: prostředí pro spolupráci (a)

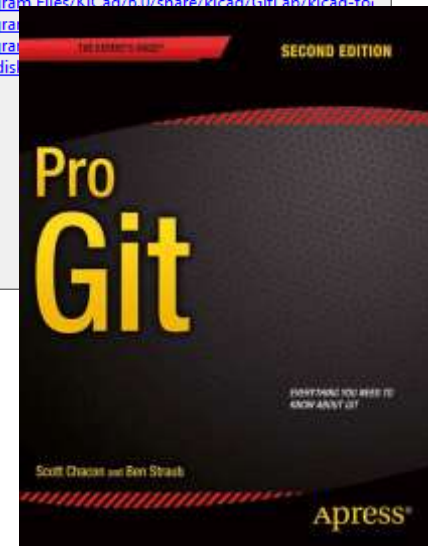
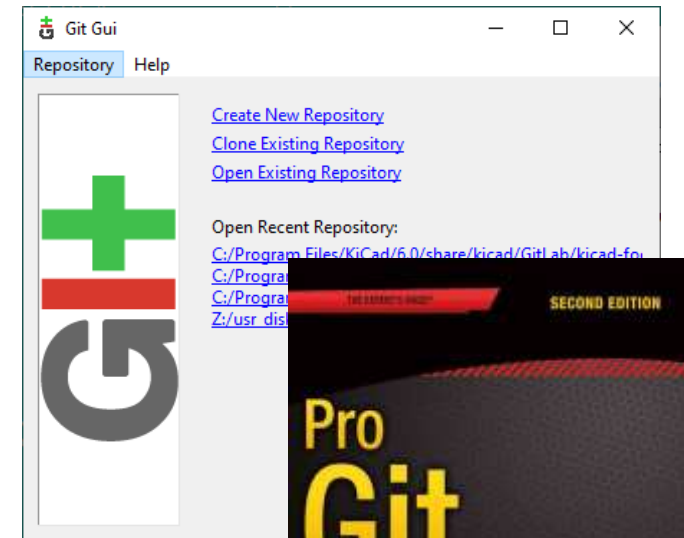
---

## GitHub



Každý potřebuje:

- Osobní účet -> pokud nemáte, zaregistrujte se na <https://github.com> ("ASAP" a pošlete email pro zaslání pozvánky)!
- Klientskou aplikaci git na vlastní pracovní stanici
  - Pro Windows např. "GIT-GUI" (<https://git-scm.com/download/win>)
- Pár klíčů SSH -> pokud nemáte, vyrobte si a nahrajte do osobního účtu GitHub
  - GIT-GUI vám pomůže SSH klíče vytvořit



# Krok #0: prostředí pro spolupráci (b)

## GitHub

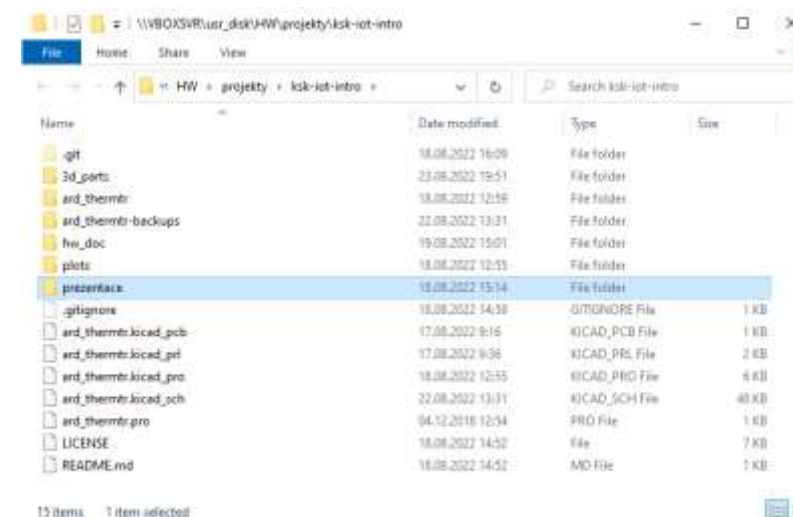


V rámci GitHub využijeme firemní účet Simac Technik ČR, a.s.  
(<https://github.com/SimacTechnik>)

- Každý účastník získá pozvánku do skupiny “KSK-DIY-IoT”  
(<https://github.com/orgs/SimacTechnik/teams/ksk-diy-iot>)
  - Přístup pro čtení ke všem zdrojům/výstupům napříč školami a pracovními skupinami
- Každý účastník bude zařazen do podkupiny pro školu, resp. pracovní skupinu
  - Přístup pro čtení a zápis (změny) informací v rámci vlastní skupiny

Úvodní informace již nyní v repository “ksk-iot-intro”

(<https://github.com/SimacTechnik/ksk-iot-intro>)

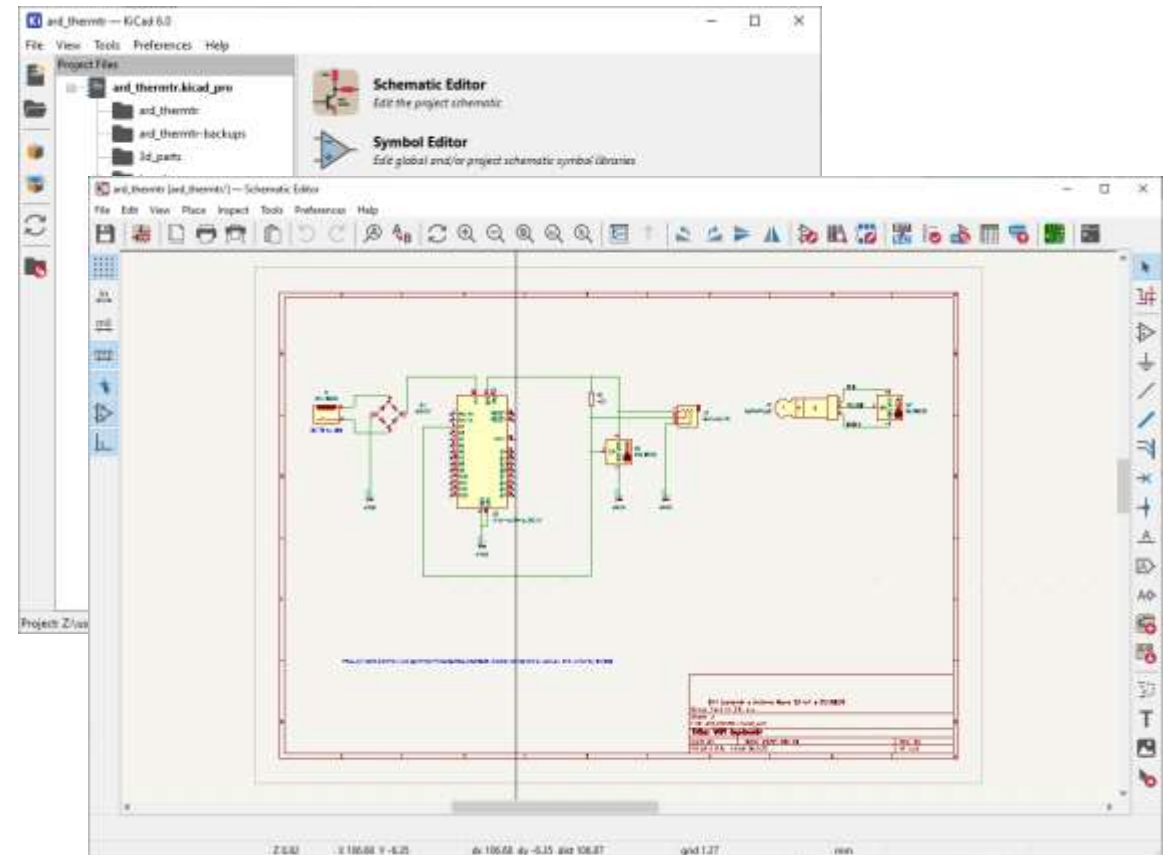


# Krok #2.1: el. zapojení senzoru (a)

KiCAD (<https://www.kicad.org/>)

“A Cross Platform and Open Source Electronics Design Automation Suite”

- Schema el. zapojení
  - Aktuální knihovny součástek - udržuje komunita
  - Editory knihoven – snadné doplnění podle potřeby
- Seznamy součástek (“BoM”)
- Návrh plošného spoje, včetně generování výstupů pro automatizované výrobní linky
- Pokročilé funkce: kontroly, simulace obvodů, 3D model budoucího výrobku, ...

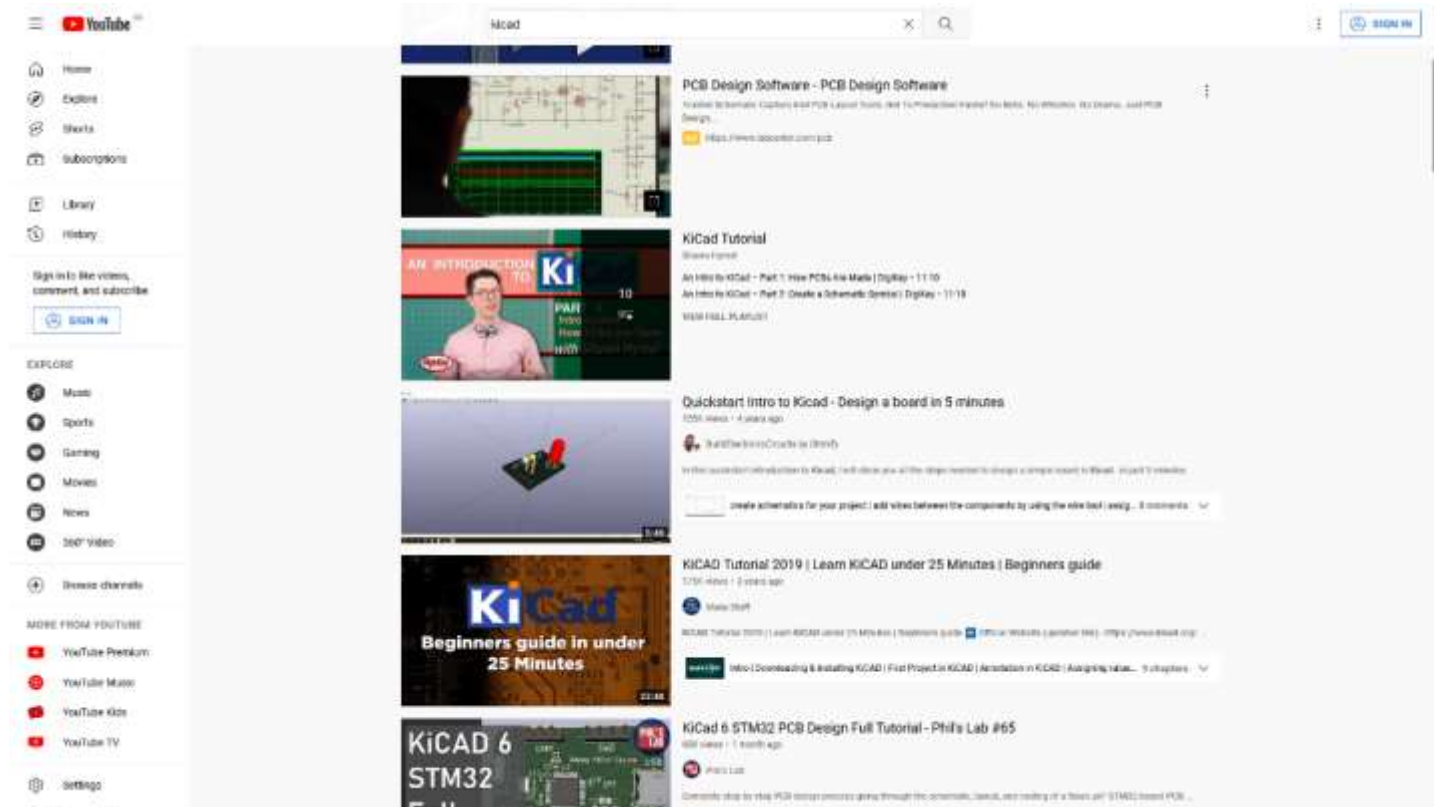


# Krok #2.1: el. zapojení senzoru (b)

## KiCAD – jak na něj?

Veřejné zdroje Internetu

Mezi jinými YouTube:



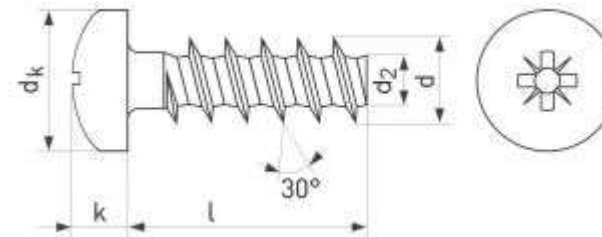
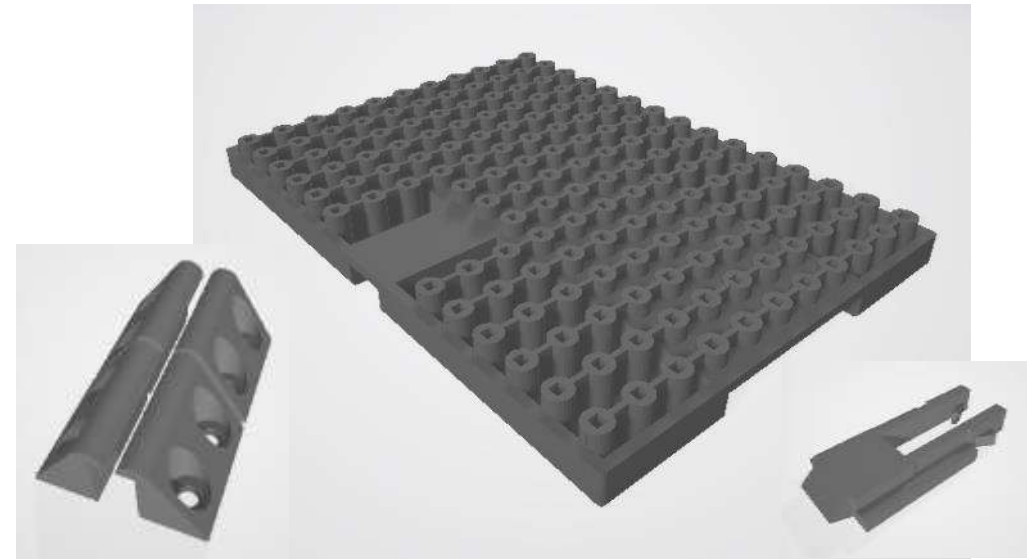
# Krok #2.2: mech. konstrukce senzoru (a)

## Vývoj prototypu

- Vyžaduje pružnost
  - Opravy chyb
  - Doplnění funkcí
- dobrý přístup k prvkům
  - Diagnostika

### ➤ Univerzální modulová "stavebnice"

- 3D modely "k vytištění" (GitHub):
  - Montážní deska DIN 7U, západka DIN, příchytka kontaktního pole
- Příprava tiskového souboru – dle typu dostupné tiskárny
- Následně bude třeba mnoho malých vrtů s půlkulatou hlavou ( $d=2.2$  až  $2.5$  mm,  $l = 8$  až  $10$  mm)



# Krok #2.2: mech. konstrukce senzoru (b)

## Vzorek finálního “výrobku”

### 1. Návrh 3D modelu

- FreeCAD (<https://www.freecadweb.org/>)

Vstupem 3D model osazeného plošného spoje – KiCAD

Jak na FreeCAD?

Opět veřejné zdroje Internetu, primárně YouTube

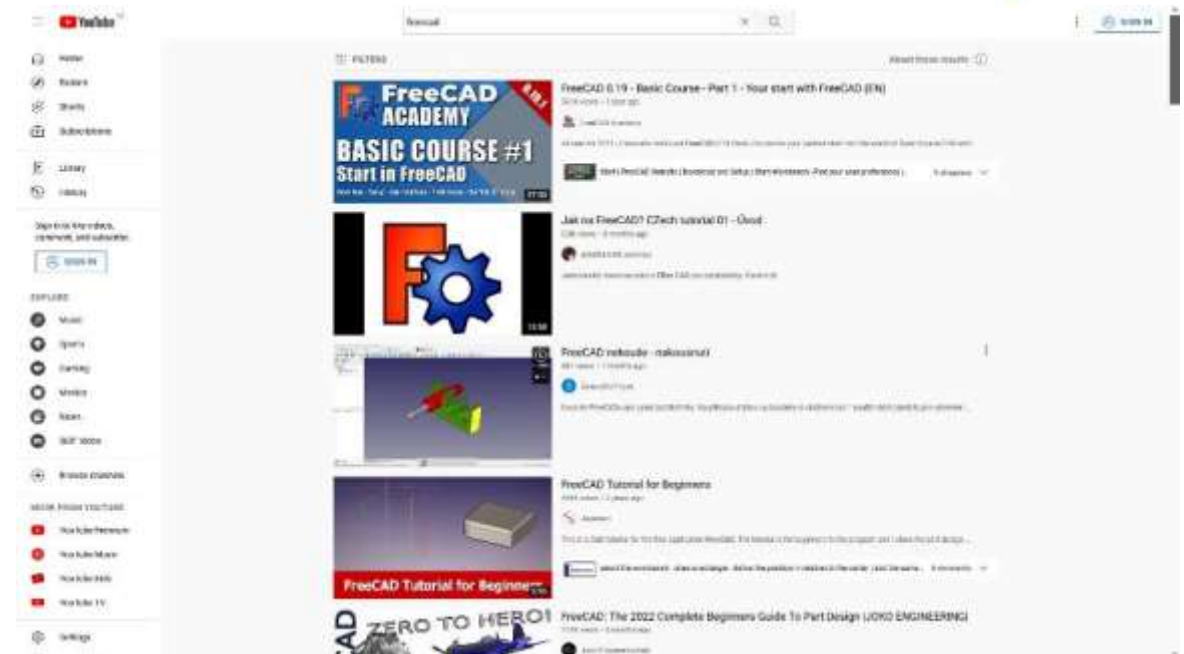
- Máte k dispozici AutoCAD®?

Bezva, použijte ho!



### 2. 3D tisk

- Příprava tiskového souboru – dle typu dostupné tiskárny

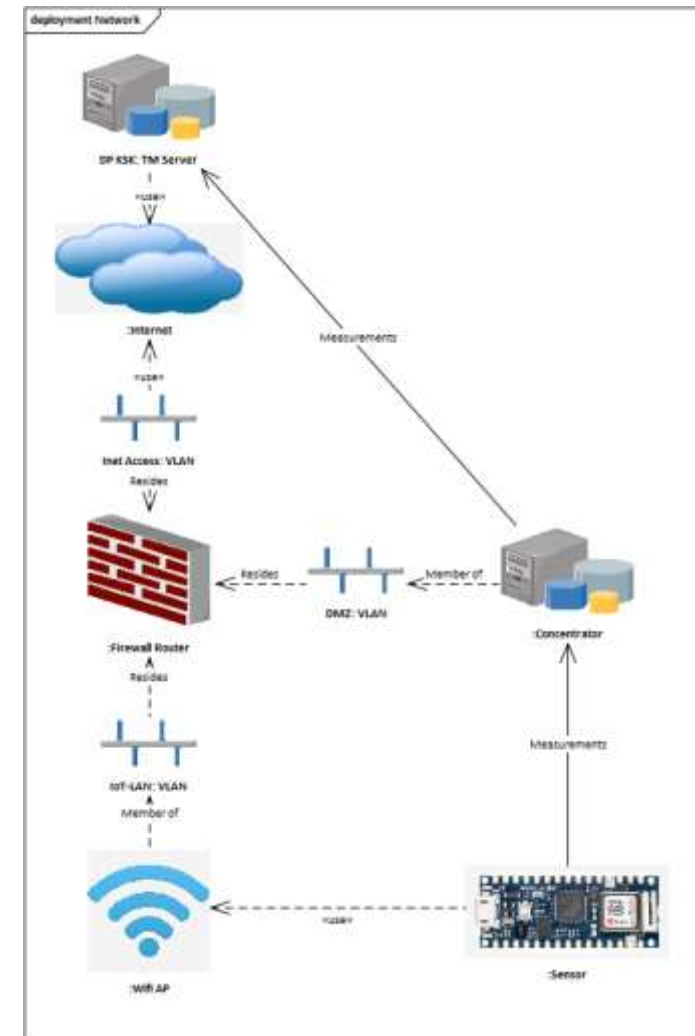




# Krok #2 a 3/4: školní IoT LAN

## Bez této infrastruktury

- Lze oživit HW zapojení senzoru
- Lze ověřit jeho základní funkce testovacím vestavným kódem
- Nelze však nikam přenášet naměřené údaje!



# Krok #3: vestavný SW senzoru (a)

---

**Arduino** (<https://www.arduino.cc/>)

- Vývojové prostředí pro Windows: Microsoft Store

Pozor: má potíže při běhu v rámci VM (VirtualBox)

- Následně nutno doinstalovat

Knihovnu "desky" Arduino Nano 33 IoT (Tools -> Board -> Boards Manager, "Arduino SAMD Boards (32-bit ARM Cortex-M0+)")

Knihovnu sběrnice "OneWire" ("1W"; Tools -> Manage Libraries, "OneWire")



**Po doplnění knihoven možno kompilovat a ~instalovat ukázky programů:**

- File -> Examples -> Basics -> Blink; nevyžaduje žádný doplňkový HW
- File -> Examples -> OneWire -> DS18x20\_Temperature; vyžaduje připojení teplotního senzoru
- GitHub, repo "SimacTechnik/ksk-iot-intro", složka "code/..."

# Krok #3: vestavný SW senzoru (b)

---

## Ukázky programů:

- Blink
  - Nevyžaduje žádný doplňkový HW
  - Hodí se k základnímu ověření funkce prostředí
- DS18x20\_Temperature
  - Vyžaduje připojení teplotního senzoru
  - Může být třeba úprava kódu: číslo pinu s připojeným senzorem
  - Ověří správnost připojení senzoru
- GitHub ro "SimacTechnik/ksk-iot-intro", složka "code/..."
  - Postupně doplníme pokročilejší příklady: připojení na IoT Wifi, odeslání naměřené veličiny
  - Pro funkci bude nutno dodržet zapojení prototypu dle souvisejícího schematu



# Kroky #4 a #5: kde jsou?

---

## Doplníme později!

- Instalace “místního koncentrátoru”
  - OS
  - RDBMS
  - Integrovaný SW
- Integrovaný “kód”
  - Přijem měření ze senzorů
  - Odesílání dat do DP KSK

## Pozor:

Bez vzdáleného VPN přístupu pro spol. Simac (viz IoT LAN infrastruktura) nebudeme schopni poskytnout účinnou pomoc!



# Otázky?

# Ukázka

# Děkujeme za pozornost