



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

RoboTrain

**Daniel Hůrka, Martin Šmídl, Antonín Jan Šrajer, Miloš Myšička,
Vojta Fous, David Ryška, Juraj Vranovský, Matěj Strejc, Ing. Jiří Otipka**

Gymnázium a Střední odborná škola, Podbořany, příspěvková organizace
Kpt. Jaroše 862, 441 01 Podbořany

Anotace:

S ohledem na současný trend digitalizace a s ní související automatizace výroby, známý též pod označením Průmysl 4.0 či čtvrtá průmyslová revoluce, vytvořili žáci model dopravně obslužného systému RoboTrain (robovlak), umožňující žákům zábavnou formou rozvíjet jejich kreativitu, využívat chytrých technologií, rozšířit jejich kompetence v souvislosti se současnými trendy v průmyslu, včetně propagace a popularizace pojmů průmysl 4.0, internet věcí a odborného vzdělávání mezi veřejností. Základ modelu tvoří robotická lokomotiva (řízená dálkově nebo automaticky podle návěstí a povelů na trati), centrální sklad s automatickým tříosým kartézským zakladačem, tříosý manipulátor, portálový manipulátor a sestava transportních pásů, navzájem propojených pomocí sítě Internetu věcí (IoT). Řídící a komunikační systém modelu RoboTrain je postaven na webovém vývojovém prostředí Node-RED a komunikačním protokolu MQTT. Model se vyznačuje vysokou variabilitou, rozšiřitelností a přestavitelností a umožňuje realizovat jednoduché až vysoce složité úlohy z oblasti automatizace a řízení a lze jej neomezeně rozšiřovat a doplňovat o další skupiny strojů, kdy každý konstrukční uzel je schopen pracovat zcela samostatně. Pro zaujetí, pobavení a podporu programování u žáků ze základní školy byl základní model doplněn o model parní lokomotivy s bezdrátovým řízením rychlosti, směru pohybu, zvukovou a světelnou signalizací pomocí mobilní aplikace (Android, iOS).

Poděkování:

Soutěžní tým Xenar děkuje odborným poradcům a konzultantům, firmám Hobbyrobot Praha a Ing. Bedřich Himmel, za neocenitelnou pomoc a poskytnutí svého technického a materiálního zázemí při realizaci celého soutěžního modelu RoboTrain. Zároveň děkuje firmě ETS Trains, s.r.o. za neocenitelné rady a poskytnutí technické dokumentace podvozkové a kolejové části modelu při její aplikaci.

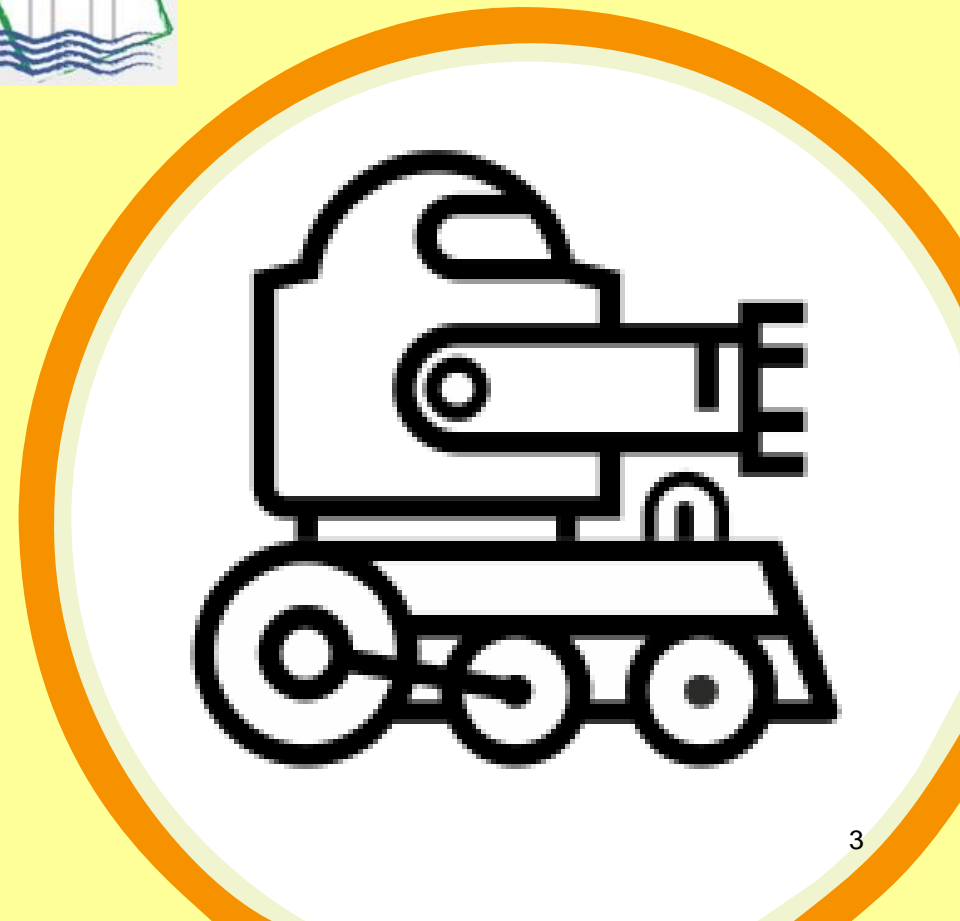
MODERNÍ ŠKOLA 4.0



Ústí nad Labem
Květen 2019

RoboTrain

Model dopravně obslužného systému
Průmysl 4.0





Gymnázium a Střední odborná škola, Podbořany, příspěvková organizace

Kpt. Jaroše 862, 441 28 Podbořany

PROČ RoboTrain?

Listopad 2018 – vyhlášení soutěže **Moderní škola 4.0**

CÍL SOUTĚŽE

Propagovat a popularizovat odborné vzdělávání s úzkou vazbu na tzv. průmysl a technologie 4.0

Zlepšit kompetence žáků SŠ ve vazbě na potřeby fenoménu 4.0 (digitalizace, robotizace, internet věcí, umělá inteligence, strojové učení atd.), rozvoji kreativity a využívání chytrých technologií.

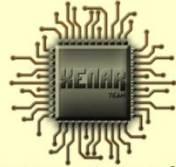
ROZHODNUTÍ

Dokončit rozdělanou práci.

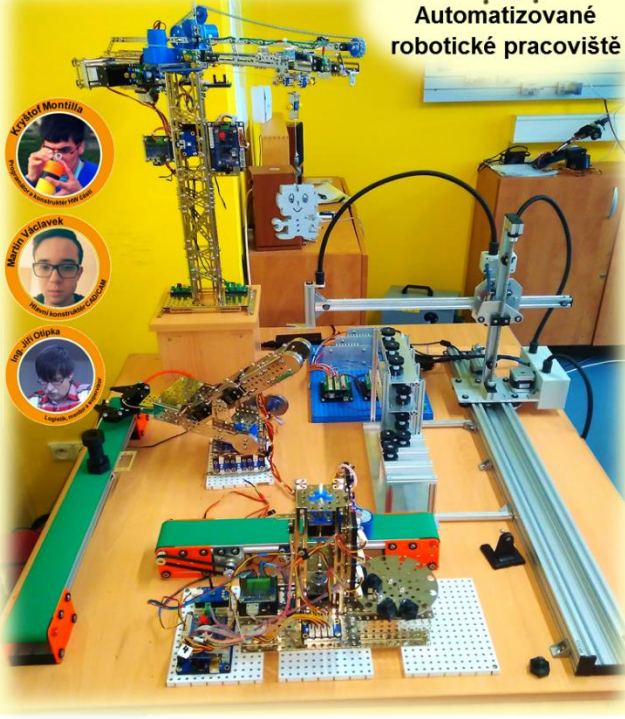


2017

XENAR
Team



Automatizované
robotické pracoviště



Původní koncept robotizovaného
pracoviště, bez synchronizace,
a vzájemné komunikace

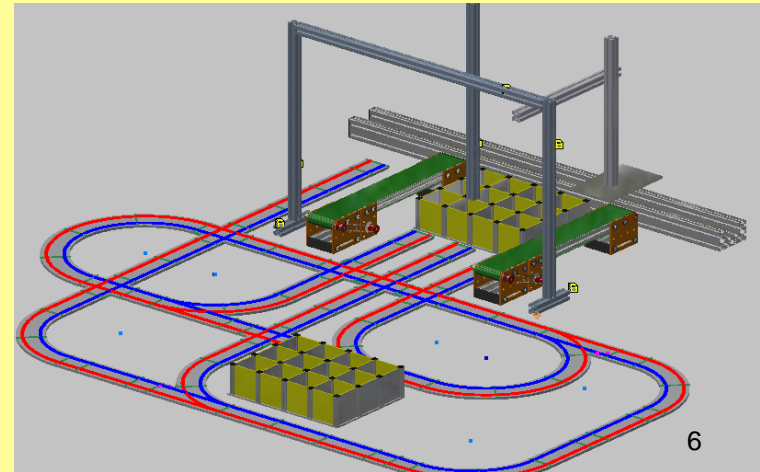


2019

PŘEPRACOVAT !



**Návrh nového konceptu
RoboTrain**



Návrh konceptu RoboTrain

Co od toho budeme očekávat?

Vytvoření **fyzického modelu zařízení**, který by splňovat požadavky konceptu Průmysl 4.0 a zadání soutěže

Stane se **učební pomůckou** např. pro výuku základů programování CNC strojů a programovatelných automatů

Bude se vyznačovat **vysokou variabilitou, rozšiřitelností a přestavitelností**

Model bude možno **rozšiřovat** o další skupiny strojů

Každý konstrukční uzel/stroj bude moci **pracovat samostatně** – model bude možno pořizovat postupně

PRACOVNÍ TÝM

Xenar

PROGRAMÁTOR

Antonín Jan Šrajer – senior
Matěj Strejc - junior

KONSTRUKTÉR DESIGNÉR

Daniel Hůrka – senior
Juraj Vranovský - junior

Leader

Ing. Jiří Otipka

MONTÉR

Miloš Myšička - senior
David Ryška - junior

LOGISTIK

Martin Šmídl – senior
Vojta Fous - junior

PRACOVNÍ TÝM XENAR

Zúčastněné školy:

Gymnázium a SOŠ, Podbořany, p.o.
ZŠ T.G.Masaryka Podbořany

Antonín Jan Šrajer SŠ

Daniel Hůrka SŠ

Martin Šmídl SŠ

Miloš Myšička SŠ

Matěj Strejc ZŠ

Juraj Vranovský ZŠ

Vojta Fous ZŠ

David Ryška ZŠ



ODBORNÍ PORADCI

(spolupracující firmy)



Hobbyrobot, Pikovická 9,
147 00 Praha 4

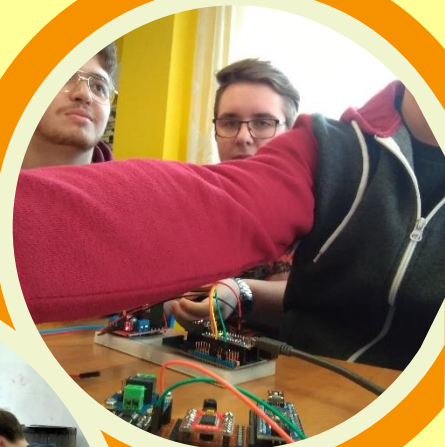
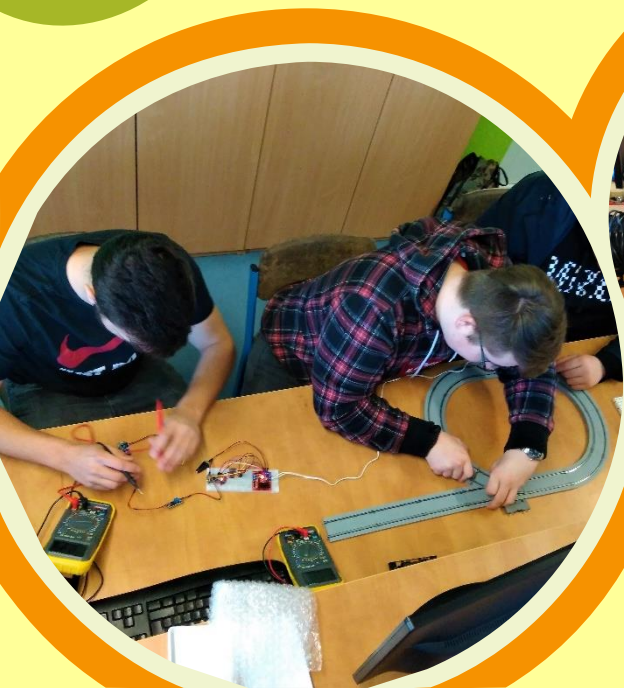


ETS Trains, s.r.o.,
Komořanská 63, 143 00
Praha 4

Ing. Bedřich Himmel

Ing. Bedřich Himmel
Španielova 39, 163 00 Praha 6

NAŠE PRACOVNÍ TEMPO

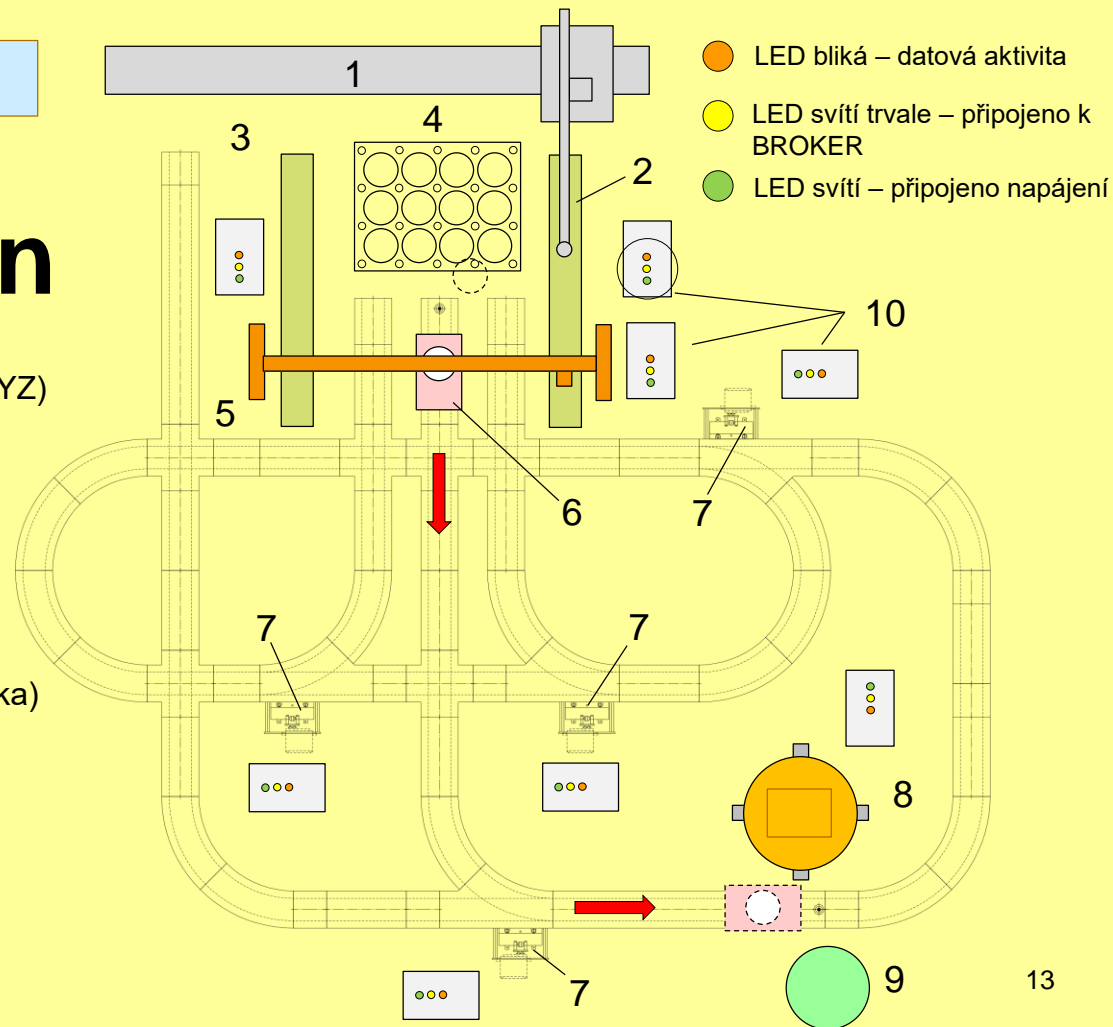


NAŠE PRACOVNÍ TEMPO

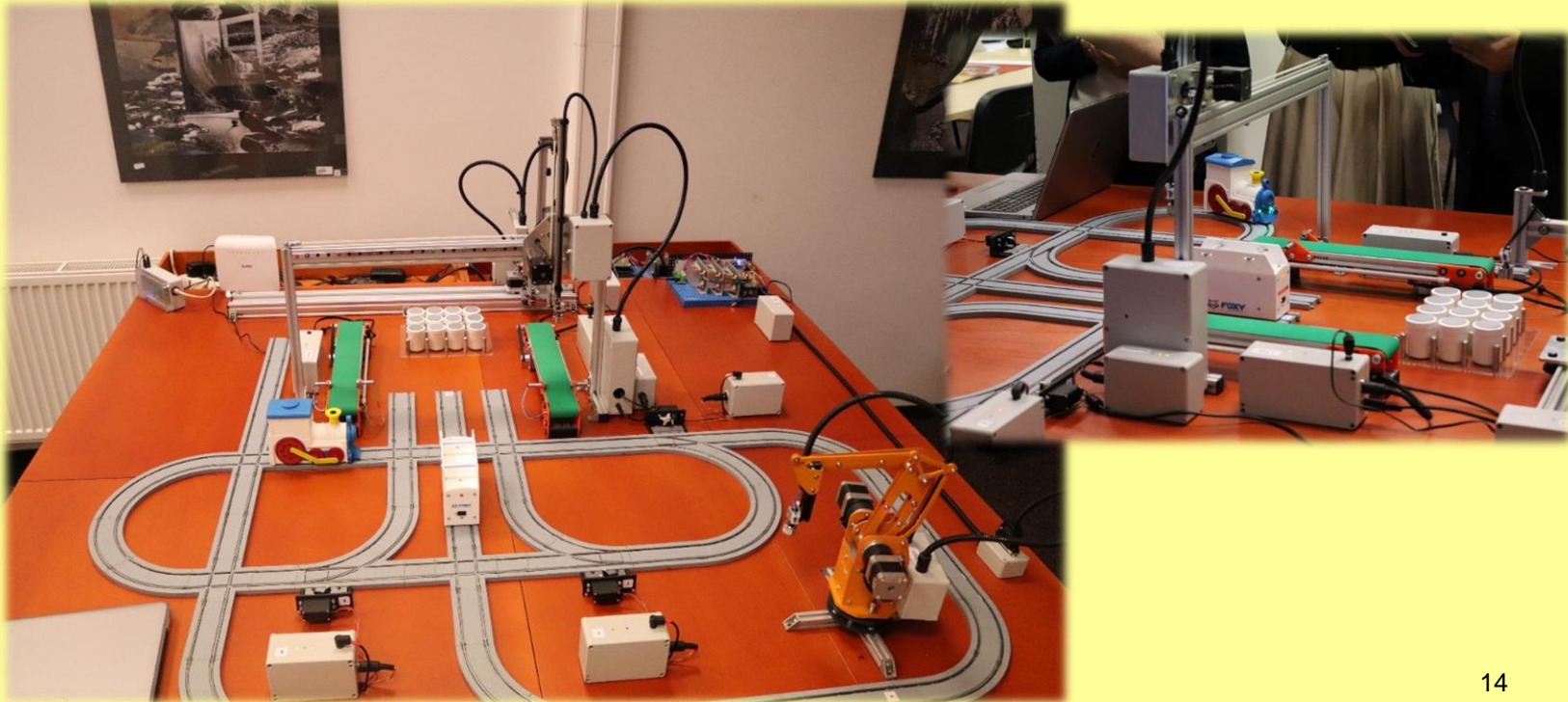


RoboTrain

- 1 **Kartman** (třiosý manipulátor XYZ)
- 2 **Dopravní pás 1** (výdej)
- 3 **Dopravní pás 2** (příjem)
- 4 **Centrální sklad kontejnerů**
- 5 **Portman** (dvouosý manipulátor XZ)
- 6 **RoboTrain** (inteligentní dopravní jednotka)
- 7 **Vyhybka 1,2,3,4** (V1, V2, V3, V4)
- 8 **Major** (třiosý manipulátor XYZ)
- 9 **Výdejní rampa**
- 10 **Komunikační modul**
- 11 **Broker + router**



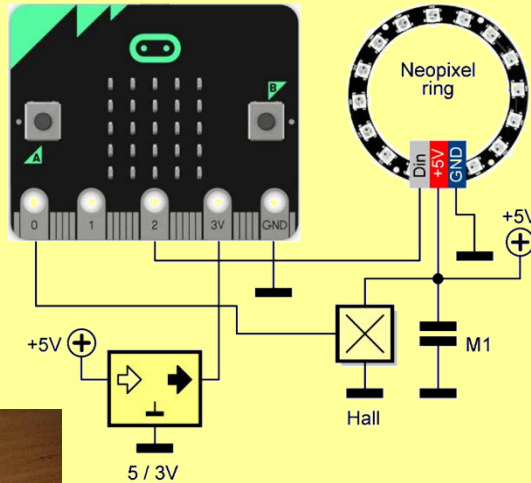
A TO JE SKUTEČNOST



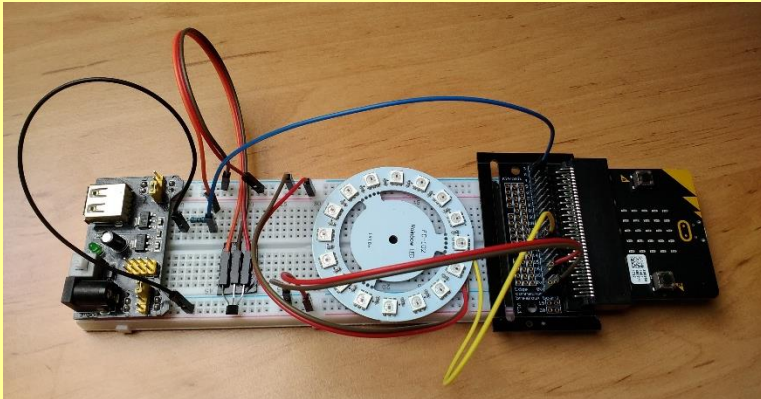
VÝDEJNÍ RAMPA



Matěj Strejc
5. třída ZŠ T.G. Masaryka Podbořany



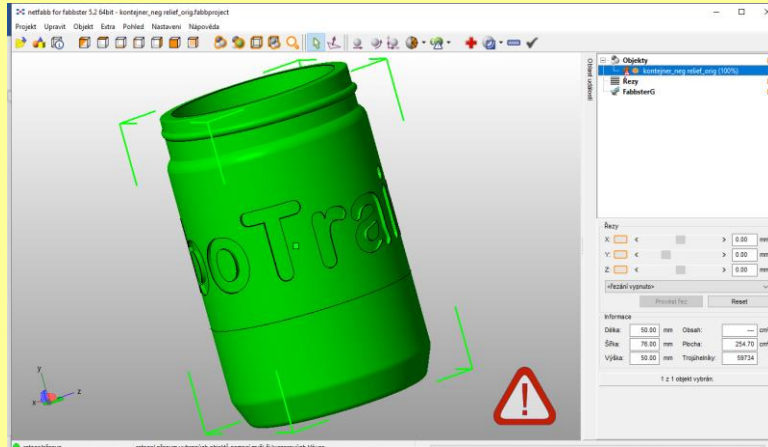
Micro:bit
MakeCode Editor



```
on start
  set ring to Neopixel at pin P2 with 16 leds as RGB (GRB format)

forever
  if pin P0 is pressed then
    clear screen
    show leds
    ring show color green
  else
    clear screen
    show leds
    ring clear
    ring show
    for index from 0 to 15
      do
        ring set pixel color at index to red
        ring show
        pause (ms) 50
        ring set pixel color at index to red 0 green 0 blue 0
        ring show
```

PŘEPRAVNÍ KONTEJNER



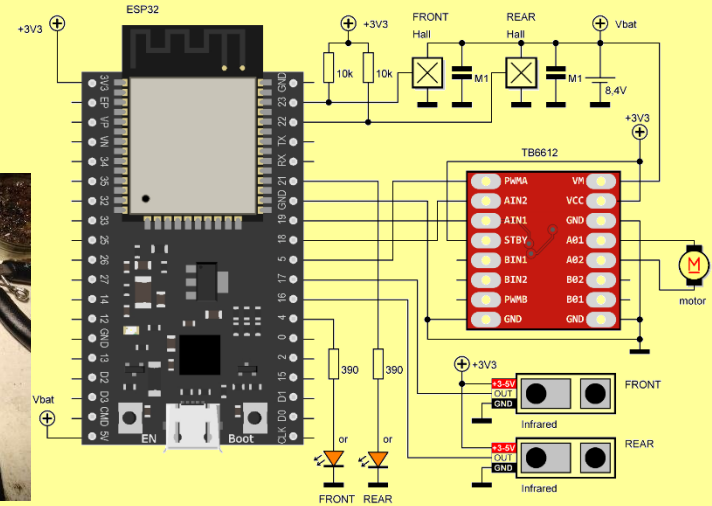
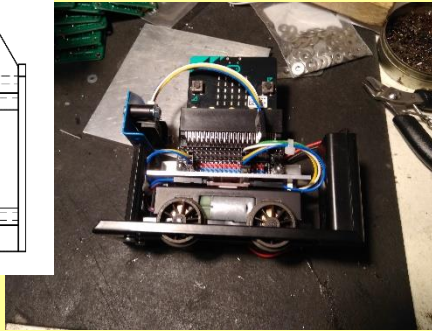
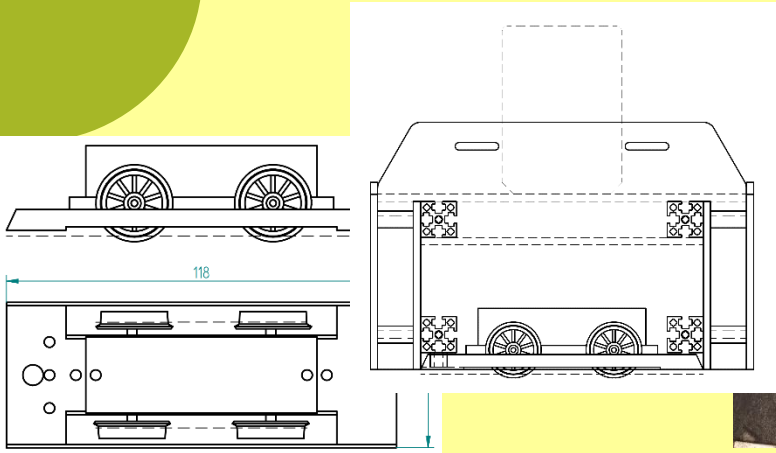
Zapojení:

SŠ znalost 3D tisku manuální zručnost

ZŠ znalost 3D tisku, manuální zručnost -
montáž komponent



RoboTrain (inteligentní dopravní jednotka)

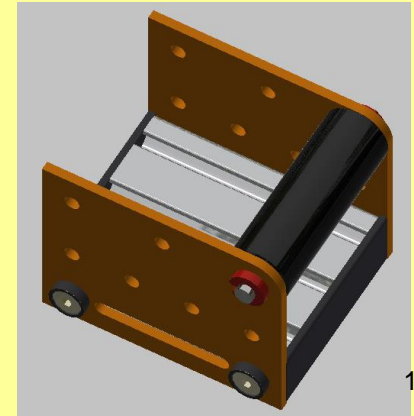
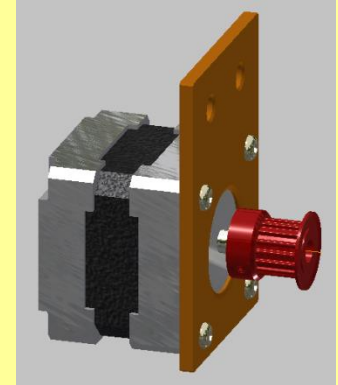
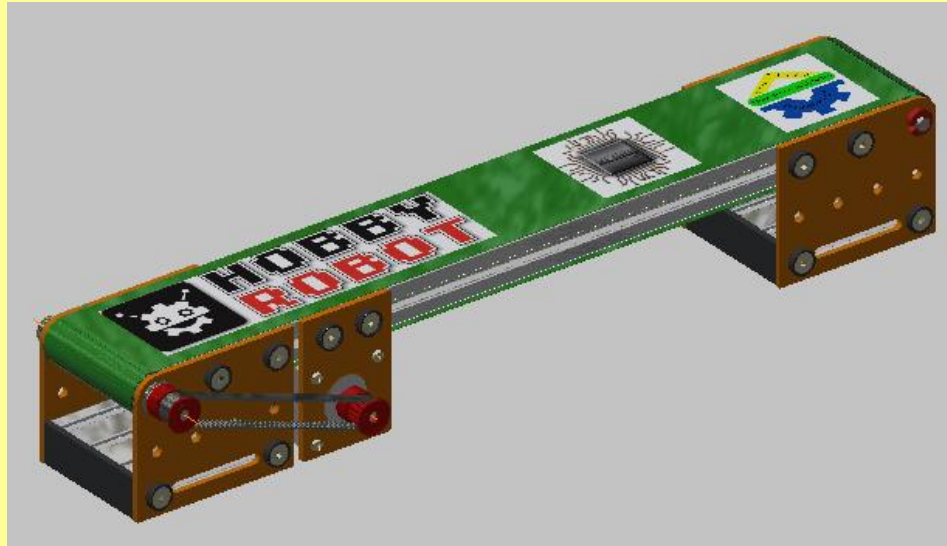


Zapojení:
Logistici SŠ+ZŠ

Leader
Montér SŠ, ZŠ
Konstruktér SŠ

průzkum trhu, výběr vhodné varianty podvozku, konzultace s výrobcem
zapojení elektroniky
montáž vnějšího krytu
konstrukční návrh krytu, vytvoření CNC programu pro frézku (Cut2D)

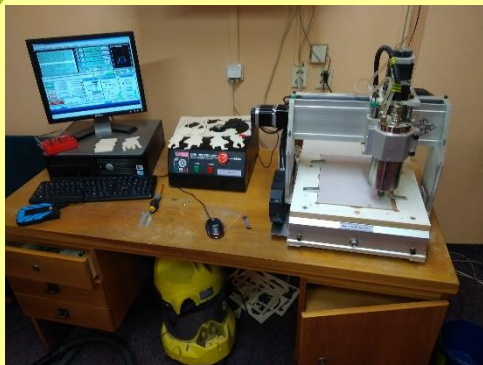
DOPRAVNÍKOVÝ PÁS



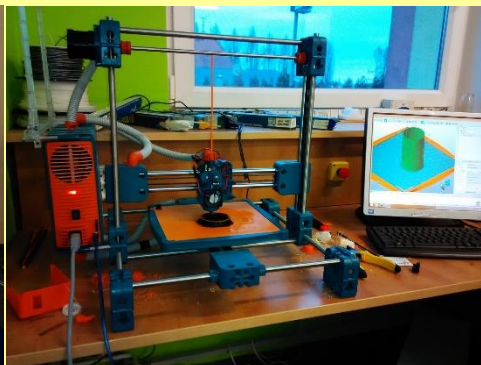
Zapojení:

- SŠ ruční zpracování materiálů, montáž komponent, propojování konstrukčních skupin, orientace v technické dokumentaci, manuální zručnost
- ZŠ manuální zručnost - montáž komponent

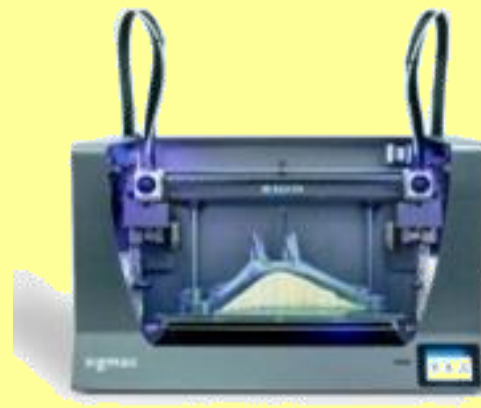
MATERIÁLNÍ VYBAVENÍ



Frézka CNC 4030BH, Mach3,
frekvenční měnič, včetně 1,5kW



3D tiskárna Fabster

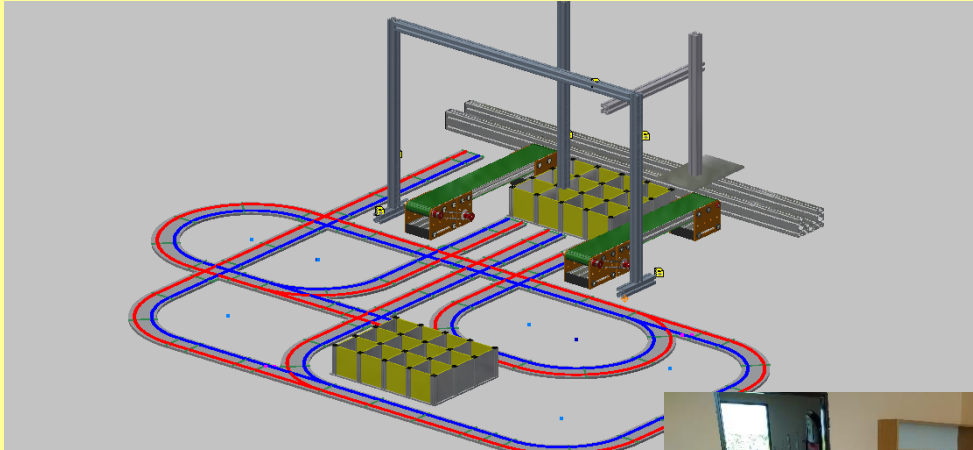


3D tiskárna Sigma r19
Nová, dodávka 6/2019



Materiálně technické vybavení firmy
Hobbyrobot Praha

KOLEJIŠTĚ



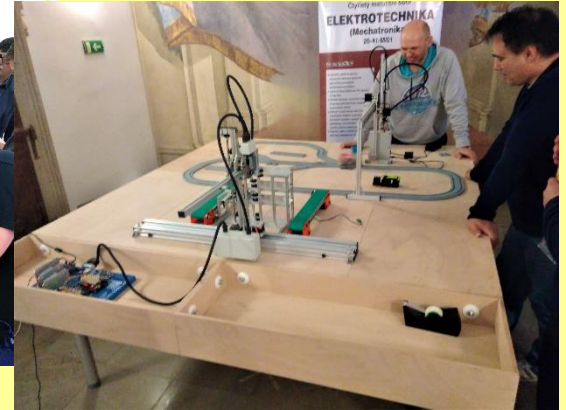
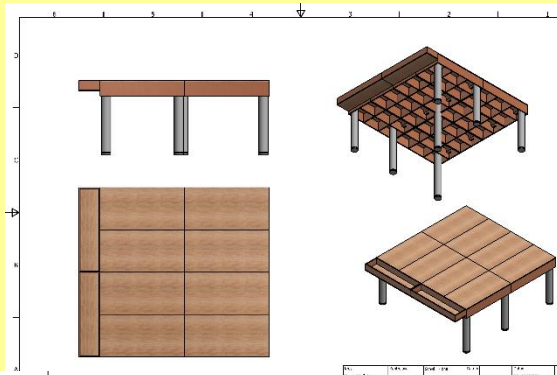
Zapojení:
Všichni – návrh koceptu, montáž
SŠ – 3D návrh

Znalosti: CAD/CAM Inventor 2019, orientace v katalogu výrobců,



Konstruktor Juraj ladí poslední okamžiky před zahájením zkušebního provozu

MOBILNÍ ZÁKLADNA (prostě stůl)



Zapojení:
SŠ – 3D návrh, kooperace s kroužkem železničnických modelářů Jesenice
Truhlářství Fořt Podbořany – výroba základního skeletu
SŠ – povrchová úprava, montáž

Znalosti: CAD/CAM Inventor 2019

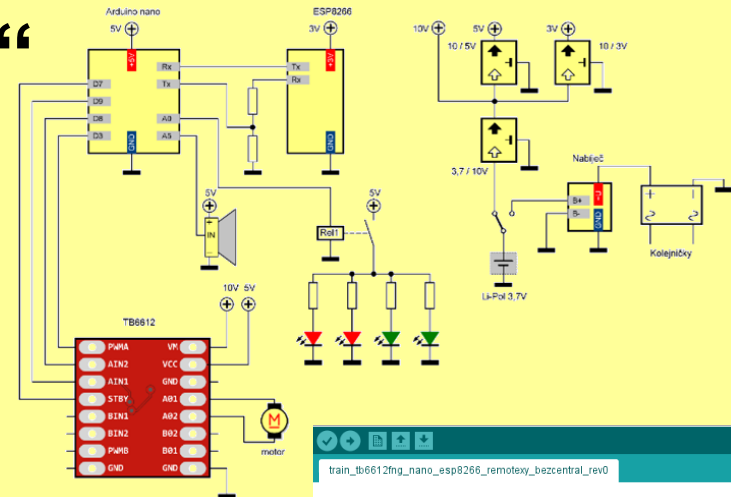
MAŠINKA „Máňa“

Projekt www.remotexy.com

Jednoduchý způsob, jak naučit co nejrychleji vytvořit a používat mobilní grafické uživatelské rozhraní pro řídicí desky pro ovládání přes smartphone nebo tablet.

Zapojení: všichni, co měli ruce a nohy, hlavně kroužek Robotiky.

Dovednosti: CAD Inventor 2019 (SŠ, ZŠ), CAM Cut2D, aplikace RemoteXY ZŠ,



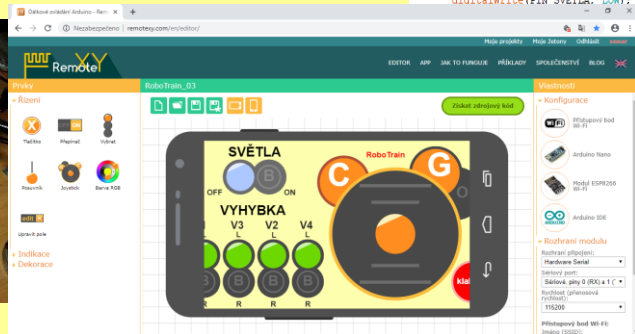
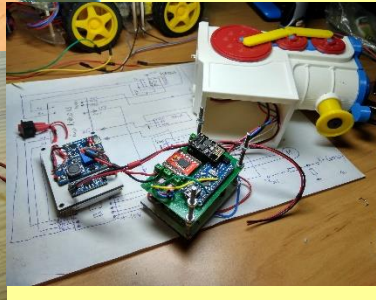
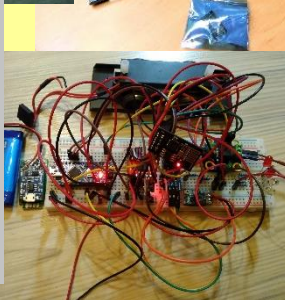
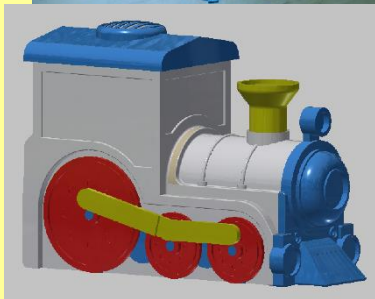
```
train_tb6612fmg_nano_esp8266_remotexy_bezcentral_rev0

void loop() {
  controll.run();
}

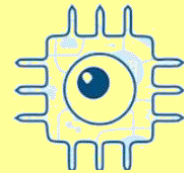
void remoteCallback() {
  RemoteXY_Handler ();

  digitalWrite(PIN_KLAKSON, (RemoteXY.klaxson == 0) ? LOW : HIGH);

  switch (RemoteXY.svetla) {
    case 0:
      digitalWrite(PIN_SVETLA, LOW);
  }
}
```



ŘÍDÍCÍ SYSTÉM RoboTrain



Postaven na webovém vývojovém prostředí **Node-RED**

Vizuální nástroj (aplikace), který umožňuje programovat toky dat z IoT zařízení, rychle a jednoduše propojit:

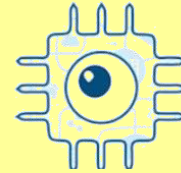
- **hardwarová zařízení** - např. Arduino
- **aplikační rozhraní** (API)
- **online služby**

Propojuje události a data:

- **fyzických zařízení** (senzorů)
- **sociálních sítí a služeb** (email, sms, twitter,...)
- **dalších aplikací**

ŘÍDÍCÍ SYSTÉM RoboTrain

Proč zrovna **Node-RED** ?



Open-source nástroj z dílny IBM

Běží na Windows, Linuxu a Mac OS X

Lze si dovyvinout vlastní části (tzv. "nodes" aplikace)

Stačí když známe JavaScript

Kód aplikace je volně přístupný

<https://github.com/node-red/node-red>

KOMUNIKAČNÍ SYSTÉM RoboTrain

MQTT (*MQ Telemetry Transport*)

Jednoduchý, nenáročný protokol pro **předávání zpráv** mezi **klienty** prostřednictvím centrálního bodu – **BROKERU**.

Existuje jeden centrální bod **MQTT broker**, který se stará o výměnu zpráv. Přenos probíhá pomocí TCP s použitím návrhového vzoru:

Publisher zařízení posílá data **brokeru** → broker data ukládá a distribuuje dalším zařízením

Subscriber zařízení je přihlášeno k odběru zprávy nebo zpráv ← broker všechny zprávy s daným tématem posílá do zařízení

Jedno zařízení může najednou být v některých tématech publisher, v jiných zase subscriber.

JAK TO TEDY FUNGUJE?

Internetová síť

MQTT BROKER

(internetový server)

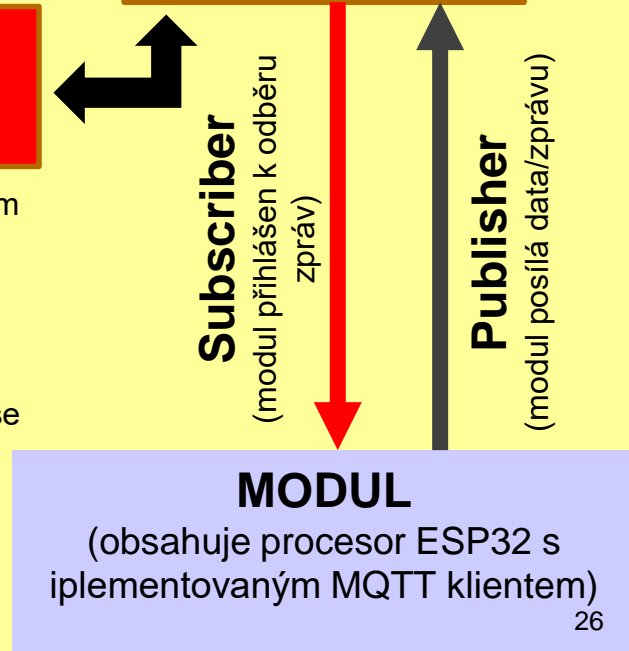
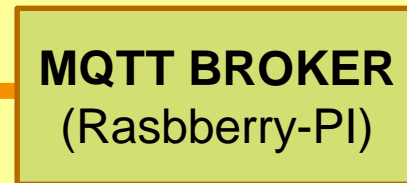
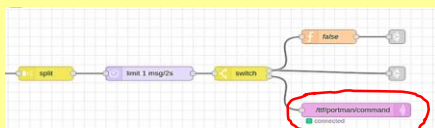
Komunikační středobod. Může běžet kdekoliv, pro zjednodušení běží na stejném HW jako Node-RED (Rasbberry-Pi)

Node-RED

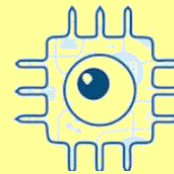
(webové vývojové prostředí)

Umožňuje programovat toky dat z Internetu věcí zařízení, rychle a jednoduše propojit HW zařízení (Arduino) a fyzická zařízení senzory.

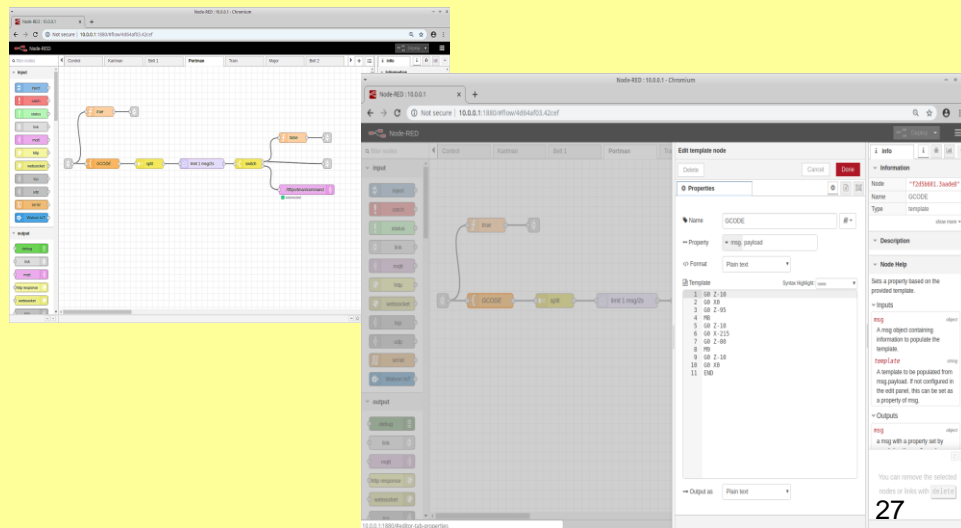
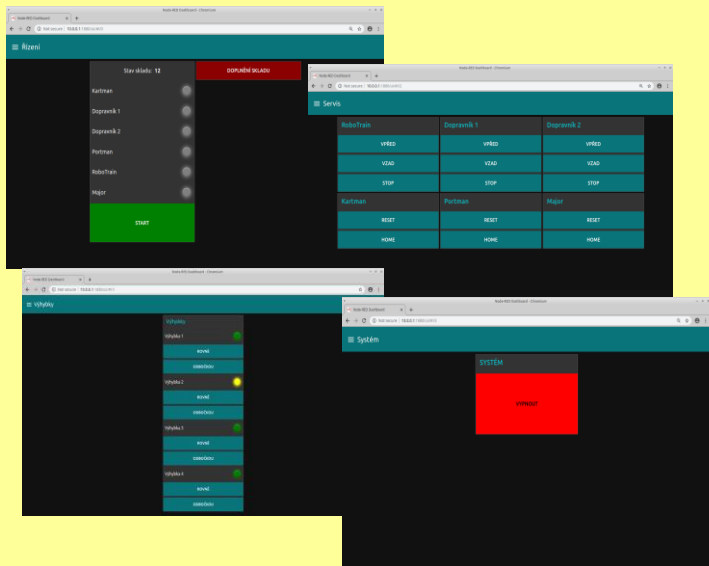
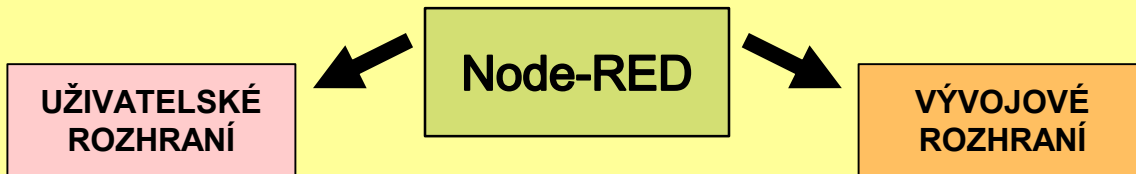
Předává povely pro jednotlivé moduly prostřednictvím MQTT



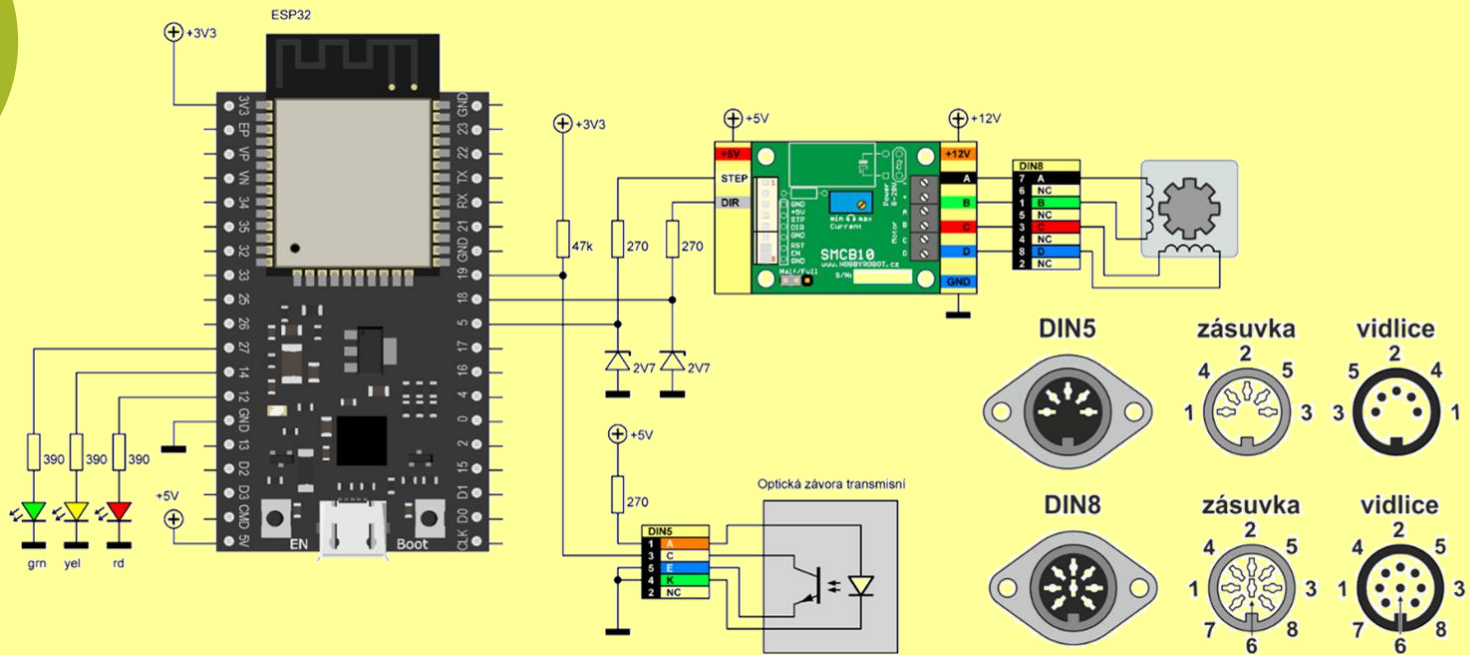
ŘÍDÍCÍ SYSTÉM RoboTrain



Ukázka vývojového prostředí **Node-RED**



DOPRAVNÍK (schéma zapojení)



Zapojení:

- SŠ ruční zpracování materiálů, montáž komponent, propojování konstrukčních skupin modulu pájením, orientace v technické dokumentaci, manuální zručnost
- ZŠ montáž komponent

GRBL

(schéma zapojení)

Modul je shodný pro stroje programované G-kódy:

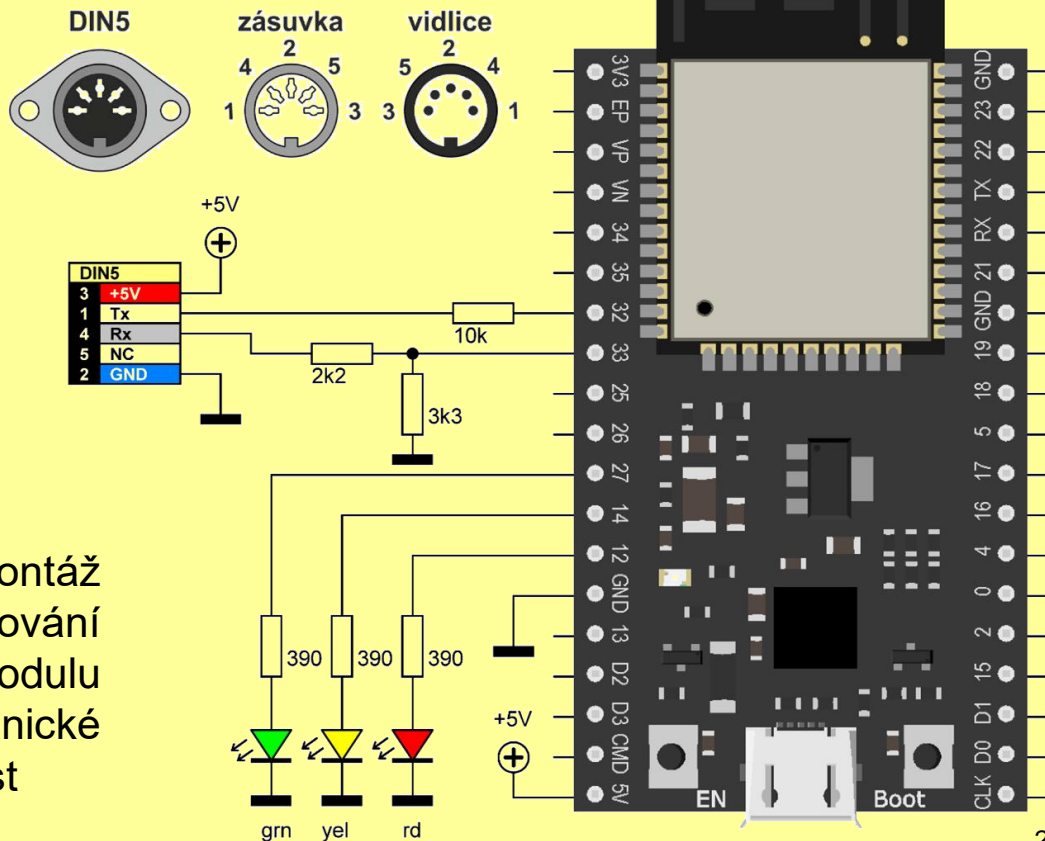
KARTMAN

PORTMAN

MAJOR

Zapojení:

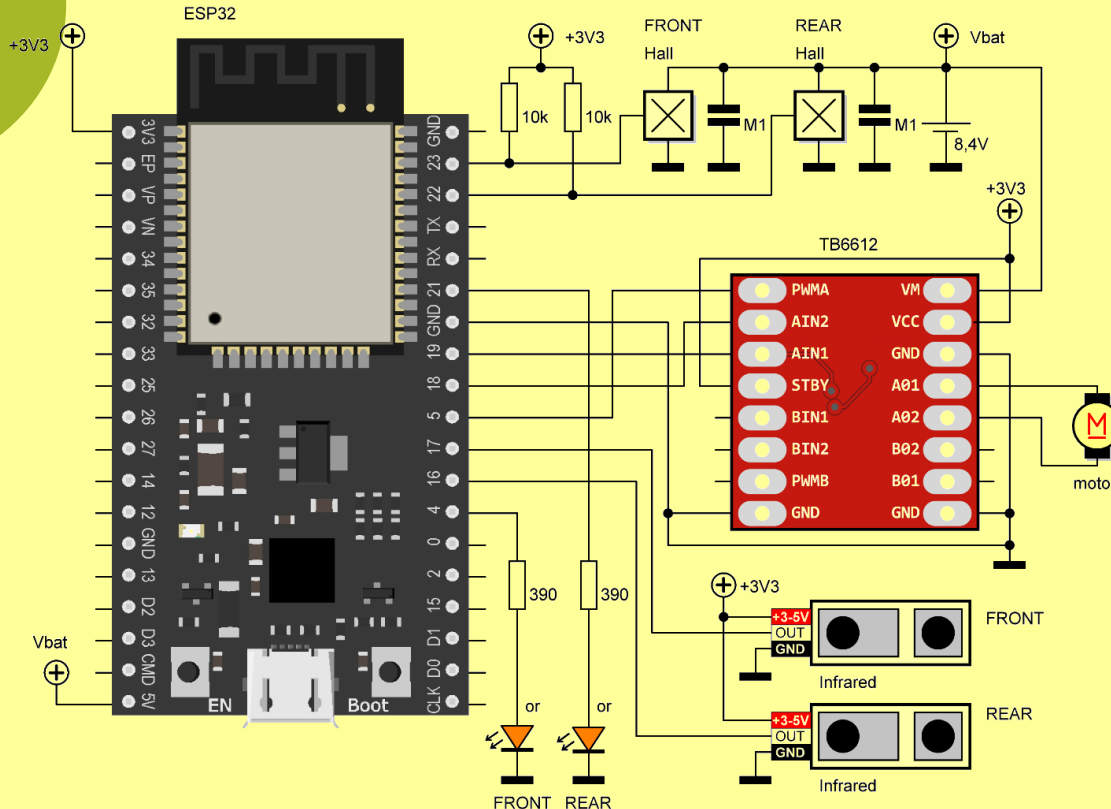
SŠ ruční zpracování materiálů, montáž komponent, propojování konstrukčních skupin modulu pájením, orientace v technické dokumentaci, manuální zručnost
ZŠ montáž komponent



RoboTrain (schéma zapojení)

LED svítí trvale
Po zapnutí napájení

LED bliká
Po přihlášení k BROKER



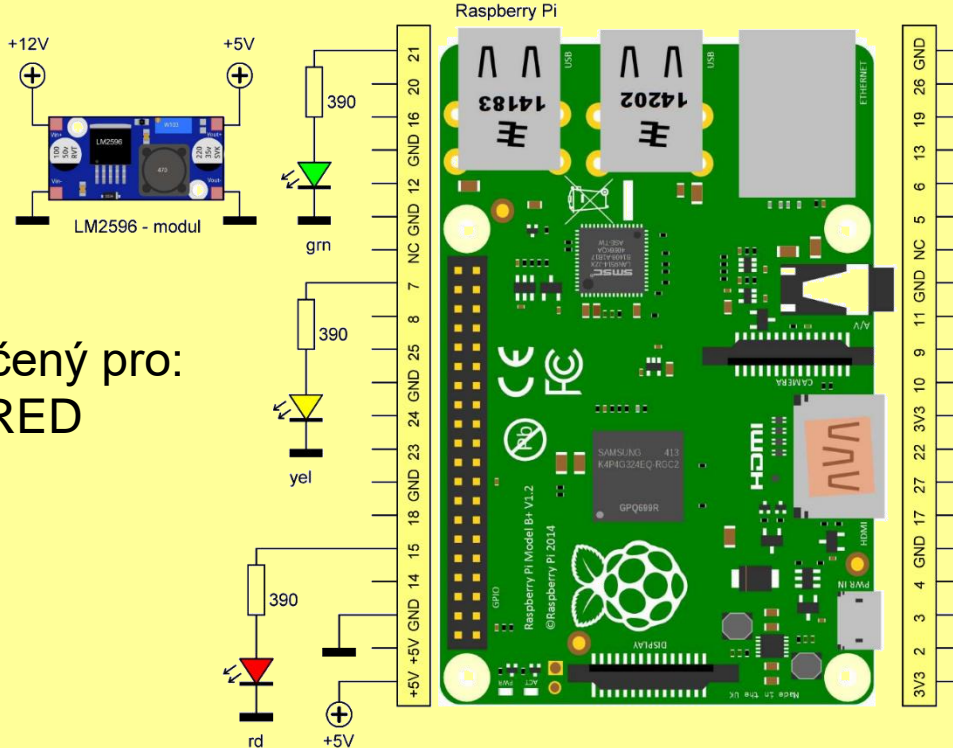
1. LED bliká
 2. LED zhasne
- V daném směru (na straně blikající LED) narazila jednotka na překážku*

Zapojení:

SŠ ruční zpracování materiálů,
montáž komponent,
propojování konstrukčních skupin modulu pájením,
orientace v technické dokumentaci, manuální zručnost

ZŠ montáž komponent

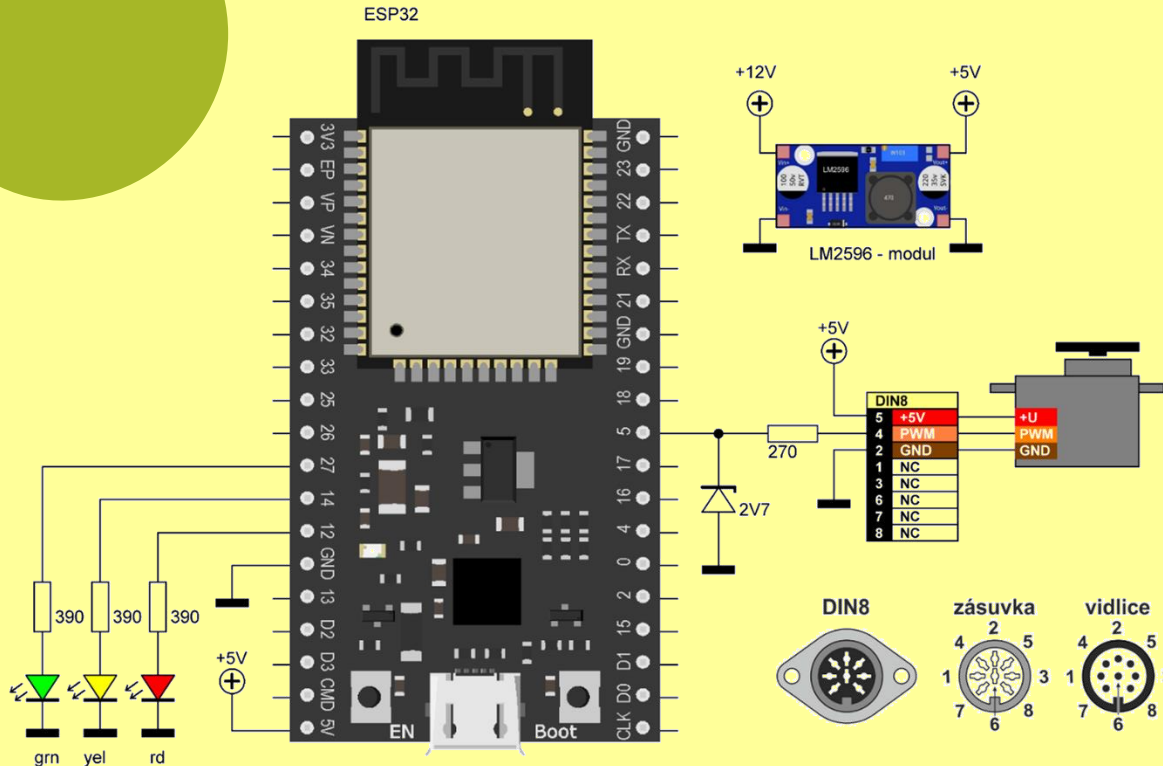
RASPBERRY-PI (schéma zapojení)



HW určený pro:
Node-RED
MQTT

Zapojení:
SŠ ruční zpracování materiálů,
montáž komponent,
propojování konstrukčních
skupin modulu pájením,
orientace v technické
dokumentaci, manuální
zručnost
ZŠ montáž komponent

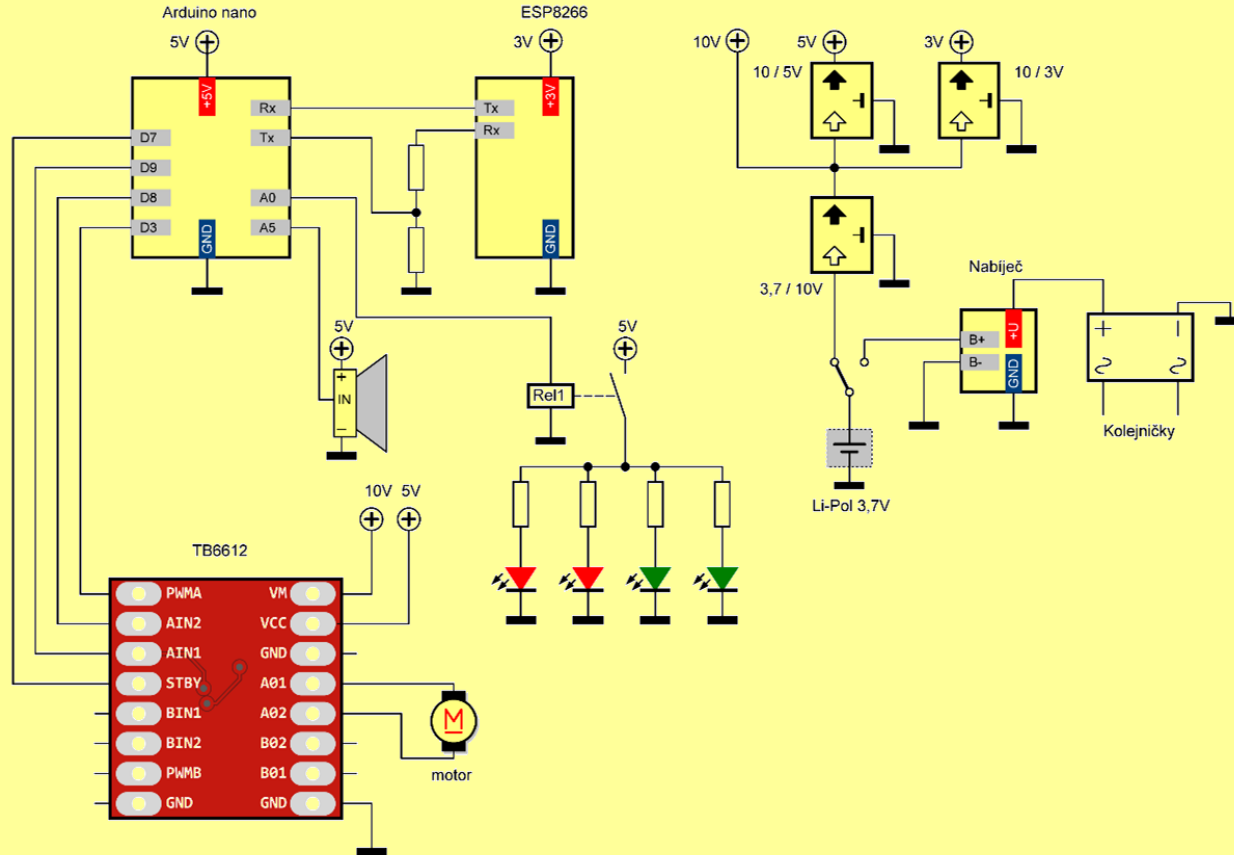
VYHÝBKA (schéma zapojení)



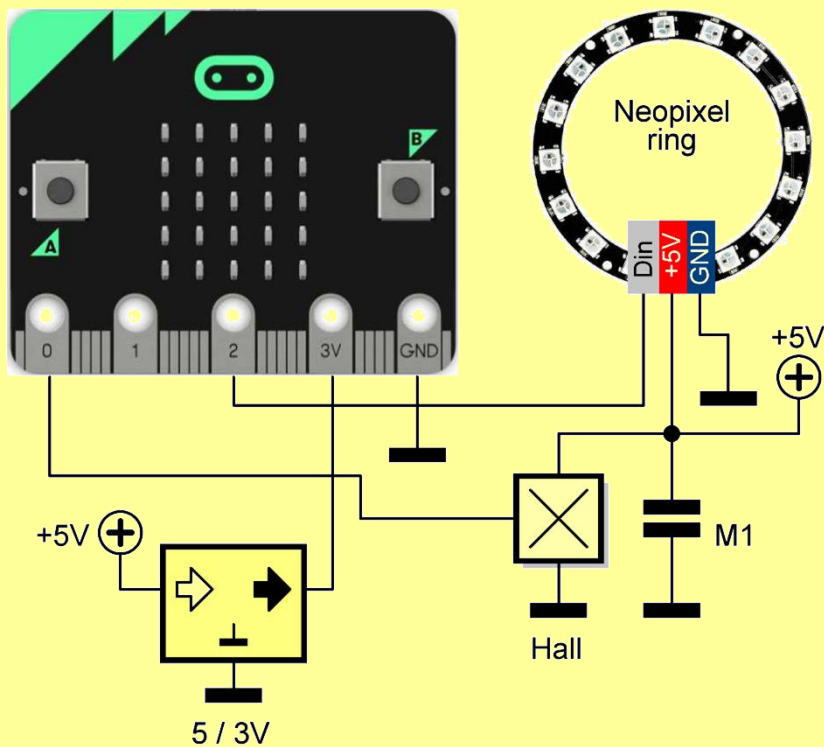
Zapojení:

- SS ruční zpracování materiálů,
montáž komponent,
propojování konstrukčních skupin modulu pájením,
orientace v technické dokumentaci,
manuální zručnost
- ZŠ montáž komponent

MAŠINKA „Máňa“ (schéma zapojení)



VÝDEJNÍ RAMPA (schéma zapojení)



ROZPOČET PROJEKTU

Název položky	Ks/m	Cena	Způsob pořízení
Moduly Arduino (základy výuky algoritmizace)	1	1700,- Kč	Přímá nákup
Koleje (konstrukční systém ETS, tramvaj)	5	5000,- Kč	Přímý nákup ETS
Výhybky (konstrukční systém ETS, tramvaj)	2	3600,- Kč	Přímý nákup
Pohonná jednotka (konstrukční systém ETS, tramvaj)	2	4200,- Kč	Přímý nákup,ETS
Návrh a implementace programového vybavení pro řízení komponent RoboTrain		50 000,-Kč	Smlouva
Komunikační moduly (ESP32, napájecí zdroje, router, broker ...)	11	38 000,- Kč	Přímý nákup

ROZPOČET PROJEKTU

Název položky	Ks/m	Cena	Způsob pořízení
Drobný spojovací materiál		20,- Kč	Přímý nákup
Obal sondy	1	22,- Kč	Samovýroba
Organické sklo	1	0,- Kč	Dílenský odpad
9V baterie	1	0,- Kč	„staré zásoby“
Pájecí materiál		0,- Kč	„staré zásoby“
Pájecí stanice	1	0,- Kč	Školní pomůcka
Práce týmu	Nekonečně mnoho	Slovy nelze vyjádřit	Mimoškolní aktivita
Nervy	Neskutečné		Vlastní hloupostí, neznalostí tématiky

KRIZOVÉ SITUACE, NÁROČNOST

Soutěž nás zastihla ve 2. ročníku studia oboru Elektrotechika se zaměřením na mechatroniku (nový obor). Znalosti a dovednosti, potřebné pro realizaci projektu, ale podle učebního plánu ŠVP můžeme dosáhnout až ve 3. a 4. ročníku.

Zpoždění dodávky nové 3D tiskárny pro tisk kontejnerů a modelu parní mašinky – nutné náhradní řešení. Cena 3D tisku 1ks kontejneru se pohybuje v rozmezí 460 až 840 Kč. Logistickí zavrhlí a ve spolupráci s konstruktéry nahradili tištěné kontejnery lékárnickými obaly na masti (1ks 15.- Kč)

POTŘEBNÉ ZNALOSTI A DOVEDNOSTI

- SŠ
- Základy algoritmizace úloh, základy programovacího jazyka Wiring a prostředí IDE (Arduino)
 - Základy programování CNC strojů (G-kódy)
 - Základy elektronických obvodů a vnitřních spojů
 - Středně pokročilá znalost aplikace systémů CAD/CAM (Inventor 2019, Cut 2D)
 - Základy elektrických měření
 - Znalost mechaniky, technologie, technické dokumentace
 - Základy ručního pájení
 - Programování vývojového prostředí Node-RED
 - Manuální zručnost
 - Znalost 3D tisku
- ZŠ
- Základy algoritmizace úloh, základy programovacího jazyka Wiring a prostředí IDE (Arduino), znalost programování počítače Micro:bit
 - Základy ručního pájení
 - Manuální zručnost
 - Znalost 3D tisku, znalost technologií CAD

INTERDISCIPLINARITA PROJEKTU

Velmi vysoká → dána charakterem modelu – řízená mechatronická soustava

Mechatronická soustava se skládá z mechanických dílů, senzorů, akčních členů a mikropočítačových komponentů, integrovaných hardwarově a softwarově do jednoho celku.



Nutná znalost z elektrotechniky, strojírenství, programování a cizího jazyka

CO S ROBOTRAINEM PO SOUTĚŽI?

Model bude zařazen jako učební pomůcka pro výuku automatizace a kybernetiky pro studijní obor Elektrotechnika se zaměřením na mechatroniku

V rámci projektu IKAP-A a IKAP-B bude model sloužit jako centrum propagace a popularizace odborného vzdělávání s úzkou vazbou na tzv. průmysl a technologie 4.0.

Model bude dále rozšiřován o druhý stupeň řízení a další konstrukční uzly.

Model bude využit pro propagaci školy v rámci náborových, případně jiných prezentačních akcí školy.

Konec prezentace projektu

RoboTrain 2019

Za pozornost a trpělivost děkuje

Realizační tým:

Daniel Hůrka, Martin Šmídl, Antonín Jan Šrajer, Miloš Myšička

Vojta Fous, David Ryška, Juraj Vranovský, Matěj Strejc

Ing. Jiří Otipka



GaSOŠ, Podbořany, p.o., Kpt. Jaroše 862, tel.: 415 237 710, e-mail: www.gsospodborany.cz

ZŠ T.G.Masaryka POdborany, Husova 445, tel.: 415 214 022, e-mail: www.zstgm-podborany.cz