



IMPULS
PRO KARIÉRU
A PRAXI



Pracovní list Internet věcí pro SŠ

Obor: **Informační technologie**
Skupina oborů: **Informatické obory**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Jhk.cz



JIHOČESKÁ
HOSPODÁŘSKÁ
KOMORA


Jihočeský kraj

Internet věcí pro SŠ

Obor	Informační technologie
Předmět	Odborný výcvik
Autor	Mgr. Jiří Pech, PhD., vyučující, Gymnázium, Týn nad Vltavou

Cílem workshopu je představit posluchačům pojem internet věcí (v originále Internet of Things (IoT)). Kurz pro výuku využívá dvě výukové platformy:

- 1. Micro:bit** – V této části se přímo navazuje na kurz micro:bit pro ZŠ (nebo SŠ), zejména na pracovní list Tvorba zabezpečovacího zařízení. Tam se vlastně jedná o úlohu, kterou bychom klidně mohli zařadit do tohoto kurzu – zabezpečovací zařízení přímo zapadá do kategorie IoT.
- 2. Sam Labs** – Jedná se o stavebnici primárně určenou pro výuku IoT. Posluchači se s její pomocí seznámí s jinými pohledy na IoT a naučí se zapojovat i jiné typy obvodů než obvody sestavené na bázi micro:bitu. Ani zde však platformu micro:bit zcela neopustíme, protože i destičky micro:bit zapojíme do konstrukcí vytvořených z této stavebnice.

Základní instrukce

Tento kurz je doporučován pro žáky prvního nebo druhého ročníku středních škol anebo vyšší ročníky osmiletých gymnázií. Je doporučen zejména pro studenty technických škol a gymnázií. Žáci by již měli být seznámeni s platformou micro:bit a jejím programováním pomocí Makecode. Zejména u technických škol je dobré počítat s tím, že vyučující může navázat i s nějakou složitější platformou např. Arduinem, ESP32 nebo ESP8266, pomocí kterých může navázat na zde probranou látku.

Časová dotace tohoto kurzu nemůže být zcela jednoznačná. Závisí na tom, zda se vyučující rozhodne zařadit kapitoly vyučované pouze s micro:bitem anebo zda rovnou začne vyučovat za pomoci stavebnice Sam Labs.

Naopak se může stát, že učitel nebude mít k dispozici stavebnice Sam Labs zejména z finančních důvodů a pak doporučuji rozšířit kurz o nějaké kapitoly. Vhodný je např. pracovní list číslo čtyři z kurzu „Programování micro:bitu“ a to jak pro SŠ, tak pro ZŠ. Některé úlohy řešené pomocí Sam Labs, lze řešit i bez fyzické přítomnosti prvků Sam Labs v simulátoru. Lze si též upravit úlohy a místo Sam Labs použít např. konstrukce pomocí Arduina.

Učitel by měl nejprve prostudovat všechny materiály dané k tomuto kurzu a pak se sám rozhodnout, kolik času kurzu věnovat kterým částem.

V tomto kurzu budeme používat pouze blokové programování pomocí Makecode anebo Sam Labs Blockly. Lze předpokládat, že některý z vyučujících si může např. místo části Sam Labs Blockly upravit nějaké hodiny pro Python anebo pokud použije Arduino pro jazyk Wiring.

Zde předkládám doporučený průběh a časovou dotaci. Kurz lze rozčlenit do tří částí:

- 1. IoT za pomoci micro:bitu Použití micro:bitu jako čidla pro detekci teploty, světla, magnetického pole, pohybu, zvuku.**
 - a. Přenos informací mezi dvěma micro:bity. Bezpečnost a spolehlivost přenosu.
 - b. Zpracování došlých informací druhým z micro:bitů, možnosti jeho výstupů – zobrazení zprávy, zvuk, ovládání externího zařízení.
 - c. Do této části, jak bylo řečeno je možné implementovat pracovní list číslo 4 z kurzu Programování micro:bitu. Pokud jím ale posluchači prošli v nedávné době (v témže nebo minulém školním roce), pak se na něj může vyučující pouze odkazovat.
 - d. Záleží zcela na vyučujícím, jak dlouho se chce touto částí zabývat (závisí to rovněž na znalostech posluchačů. I v případě, že posluchači již s micro:bity pracovali, doporučuji vyučujícímu, učit tuto část, alespoň jednu vyučovací hodinu (45 minut) a připomenout tak všechny náležitosti jmenované v bodech a až c. Maximální počet hodin pro tuto část lze naopak odhadnout na tři.
- 2. Práce se stavebnicí Sam Labs a prostředím Sam Space.**
 - a. Jedná se o prostředí, které je hodně orientované na schémata zapojování. V základní stavebnici Sam Labs nemá až tolik co nabídnout, přesto je vhodné jej představit a žákům ukázat a zkusit sestavit nějaký jednoduchý obvod, např. ovládání trojbarevné diody.
 - b. Tuto část lze absolvovat i bez zakoupené stavebnice Sam Labs – pouze v simulátoru.
 - c. Dle zájmu studentů doporučuji časovou dotaci jednu až dvě vyučovací hodiny, v doporučeném průchodu předpokládám jednu vyučovací hodinu.
- 3. Práce se stavebnicí Sam Labs a prostředím Sam Blockly.**
 - a. Jedná se o vývojové prostředí připomínající Scratch nebo Makecode, ale poměrně primitivněji vybavené (příkazově chudší). Je třeba počítat s tím, že žákům zde budou chybět některé příkazy na které jsou zvyklí z výše jmenovaných prostředí a připravit je na to.
 - b. Vzhledem k tomu, že základní stavebnice (pro pět pracovišť) nemá příliš čidel, je vhodné a prostředí to navíc umožňuje použít jako čidla i jeden micro:bit. Zde opět je třeba počítat s tím, že příkazy pro práci s micro:bitem jsou zde velmi omezené a neobsahují konstrukce známé z prostředí MakeCode.
 - c. Předpokládám časovou dotaci dvě až tři hodiny s doporučeným průchodem dvě hodiny. První na představení prostředí druhou na tvorbu samostatného závěrečného projektu.

Doba absolvování tohoto výukového balíku může být hodně rozdílná:

1. Pokud má vyučující k dispozici pouze micro:bity, pak doporučuji nejméně tři hodiny. Dvě na představení a probrání možností a jednu na závěrečný projekt.
2. Pokud naopak použijeme pouze Sam Labs, pak doporučuji rovněž minimálně tři vyučovací hodiny. Dvě na představení Sam Space a Sam Blockly a jednu (dvě) na tvorbu závěrečného projektu.
3. Pokud máme k dispozici a využijeme obě možnosti pak doporučuji celkem 5 hodin (2, 1, 2). Pro tento průchod budou připraveny pracovní listy. Vhodnou metodou výuky je výklad spojený se samostatnou prací žáků v hodině. Učitel by měl vždy část látky vysvětlit a pak nechat žáky, aby si vše vyzkoušeli a přišli případně na další možnosti.

Je třeba počítat rovněž s tím, že by žáci měli pracovat v ideálně dvoučlenných týmech. Nemáme-li dostatek micro:bitů či stavebnic Sam Labs pak ve vícečlenných s tím, že je třeba dohlédnout, aby se někteří žáci pouze nevezli na práci ostatních.

V závěrečných hodinách pak lze s úspěchem použít projektovou výuku, kdy žáci buď dostanou přidělené téma nebo si jej zcela sami zvolí. V poslední hodině by každý tým měl prezentovat své IoT zařízení a předvést jeho přednosti a slabiny.

Pro výuku je očekáván micro:bit verze 2 (micro:bit V2). Nejlépe pro každého žáka jeden. Doporučuji vybavit se navíc USB kabely a držáky baterií pro běh micro:bitu mimo počítač. Nakoupit lze například zde. Současně doporučuji vybavit se náhradními AAA bateriemi.

Dále je třeba stavebnice Sam Labs, kterou lze opatřit zde. Jako první stavebnice je doporučena Classroom Kit 5 nebo 10. Máme-li dostatek prostředků, pak rozhodně přidat ještě nejméně jednu sadu Maker kit.

Podklady pro výuku

Micro:bit

Česká učebnice vypracovaná v rámci projektu **iMyšlení** s názvem **Robotika pro střední školy: programujeme micro:bit pomocí Pythonu** – to by měla být základní literatura pro tento projekt.

Mnoho dalších informací a návodů; včetně mnoha zajímavých projektů lze rovněž najít na adrese **microbiti.cz**, anebo původní webové stránky projektu **BBC micro:bit**.

Sam Labs

Nejlépe asi výše uvedené stránky prodejce, kde jsou dole na stránce odkazy na výukové materiály.

Teoretická část k dané problematice

Pojem Internet of Things (Internet věcí) je poměrně často používaný buzz word posledních deseti let. Wikipedie jej definuje následujícím způsobem:

Internet věcí (anglicky Internet of Things, zkratka IoT) je v informatice označení pro síť fyzických zařízení, vozidel, domácích spotřebičů a dalších zařízení, která jsou vybavena elektronikou, softwarem, senzory, pohyblivými částmi a síťovou konektivitou, která umožňuje těmto zařízením se propojit a vyměňovat si data. Každé z těchto zařízení je jasně identifikovatelné díky implementovanému výpočetnímu systému, ale přesto je schopno pracovat samostatně v existující infrastruktuře internetu. [https://cs.wikipedia.org/wiki/Internet_v%C4%9Bc%C3%AD]

V praxi si můžeme IoT představit jako síť vzájemně spolupracujících nezávislých zařízení. Příkladem může být například další běžný buzz word – Inteligentní domácnost. Na jedné straně můžeme mít čidla (teploměr, čidlo světla, detektor pohybu etc.) na straně druhé různé efektoři (žárovky, topení, žaluzie). Například teploměr při určité teplotě dá pokyn topení, že se má spustit či vypnou nebo topení sleduje teploměry umístěné různě v domácnosti a podle jejich stavu si reguluje intenzitu vytápění. Čidlo pohybu umístěné u vchodu vydá pokyn k rozsvícení osvětlení. Čidlo světla pak rozezná přicházející noc a vydá pokyn pro zatažení žaluzií a rozsvícení osvětlení.

Internet věcí, ale může fungovat i v rámci podniku nebo třeba města (dopravní systém, parkovací systém) apod.

Poměrně důležité je jakým způsobem jsou jednotlivé prvky propojené.

- Méně častá je drátová síť, která vyžaduje většinou zásahy do infrastruktury a tahání kabelů. Na druhou stranu je tento způsob propojení poměrně bezpečný vůči útokům třetích osob, protože pro potenciálního útočníka není jednoduché se k takové síti připojit.
- Častější je bezdrátová síť. Lze použít i běžnou WiFi síť, u které asi největší problém bude s bezpečností. O něco bezpečnější je použití bluetooth, které není tolik otevřené útokům. Je možné rovněž použít některou ze sítí vytvořených přímo pro IoT např. SigFox nebo LoRa, ale jejich využití není zdarma.

Možné bezpečnostní incidenty

Jak jsme si již řekli použití IoT s sebou nese některá bezpečnostní rizika. Základem všech útoků na IoT je proniknutí do počítačové sítě, na které je postavena. Protože do současných domácích WiFi sítí je obvykle průnik otázkou pouze trpělivosti útočníka a jeho „touhy“ proniknout do sítě, je lepší s touto možností počítat.

Jakmile je útočník v síti, obvykle již může monitorovat tok dat v síti. Dále pak již záleží pouze na tom, jaký bude mít další zájem o využití získaného přístupu. Může pouze sledovat chod domácnosti a ve vhodný okamžik například vypnout zabezpečení a domácnost vykrást. Nebo může přímo poškodit nějaké zařízení např. kotel atd.

Takovémuto útoku se říká „man in the middle attack“, spočívá v tom, že útočník po proniknutí do sítě nejprve poslouchá a zjišťuje jakým způsobem se v síti komunikuje a po zjištění potřebných informací se začne vydávat za různé části sítě a posílat tak ostatním prvkům své pokyny.



Metodická a didaktická část

Jak bylo vysvětleno v první kapitole, kurz je rozdělen do tří částí. Postupně se zastavíme u všech tří a řekneme si co v nich mohlo učit.

IoT a micro:bity

Co budeme potřebovat – micro:bity, ideálně jeden na žáka, propojovací kabely a PC s přístupem na internet, opět ideálně jeden na žáka. Budeme pracovat ve skupinách, v každé budou dva micro:bity, takže pokud je více žáků na micro:bit mohou nám vzniknout poměrně velké skupiny, u kterých bude hrozit, že se budou někteří žáci nudit.

Pro práci v této hodině budeme používat grafický programovací jazyk Microsoft Makecode. Pro programování doporučuji z Microsoft Store nainstalovat program Microsoft Makecode for microbit. Pokud jej instalovat nechcete, anebo pracujete s jiným operačním systémem, než jsou Windows, použijte online editor web stránek <https://microbit.org>. Upozorňuji, že i lokální instalace výše zmíněného programu vyžaduje přístup na internet.

Na začátku hodiny doporučuji zopakovat vlastnosti a funkce micro:bitu a nahrát nějaký jednoduchý prográmk na všechny micro:bity. Postačí jen zobrazení nějakého nápisu či loga, abychom ověřili správnou funkci veškerého vybavení a žáci si osvěžili práci s micro:bitem. Možná přidejte i nějaký krátký zvuk, abyste ověřili i funkci audia. Nemáte-li nápad, vezměte si příručku „**Programování micro:bitu pro ZŠ**“ anebo učebnici **Robotika pro základní školy: programujeme micro:bit pomocí Makecode** z projektu iMyšlení. V pracovním listu je uvedena ukázka vhodného programu pro ověření funkčnosti.

Poté co si žáci osvěží práci s micro:bitem a jeho programování je na čase přejít k IoT. Nyní by bylo v krátkosti vysvětlit pojem IoT. Nechte žáky přijít na vhodné příklady z jejich okolí. Je vhodné pustit žákům například **i toto video o IoT** ze série Kraje pro bezpečný internet.

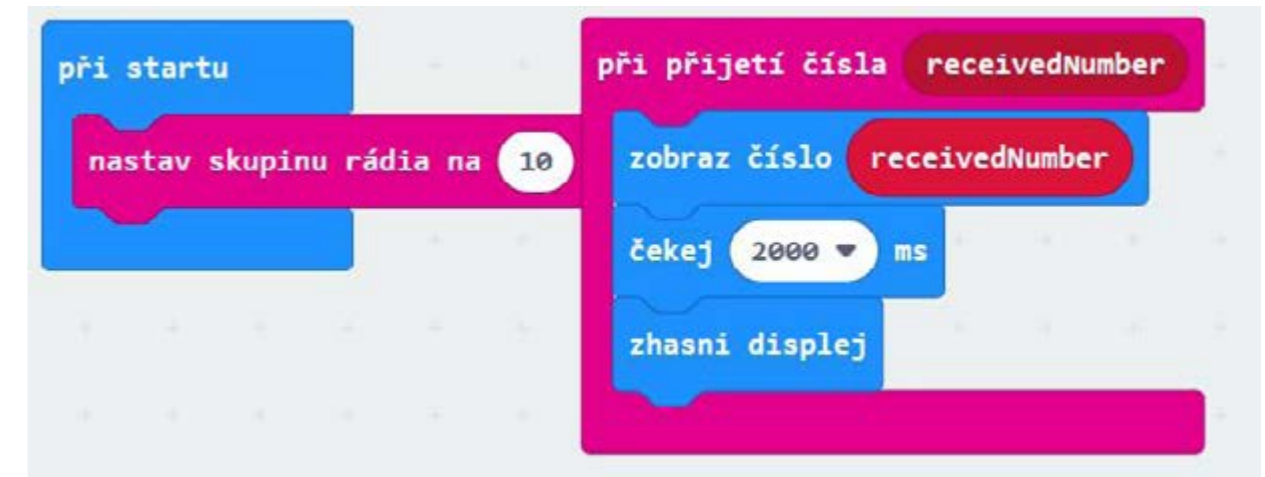
Nyní si vyzkoušíme komunikaci dvou micro:bitů. Rozdělte se ve skupinách na dvě části:

- **Vysílač** – prvek IoT, který vysílá data, lze jej nazvat i čidlo
- **Přijímač** – prvek IoT, který data přijme a rozhodne se, zda podnikne nějakou akci, možno nazvat i Efektor



Modré bloky „zobraz text“ až „zhasni displej“ nemají pro funkci žádný význam, slouží pouze pro ověření funkce stisku tlačítka a informaci, že byl signál vyslán.

Přijímač pak odladí následující program:



Nechte žáky, ať si vše odladí a vyzkouší, zda vše funguje. Nyní je čas řešit chyby.

Pokud se dva micro:bity nekontaktují, ověřte, zda mají oba nastavenou stejnou skupinu rádia. Pokud přichází kód bez stisku rádia, ověřte, zda nemají stejný kód jako sousedi.

Učitel může koukat nyní někomu přes rameno, zjistit jeho skupinu rádia a poslat někomu ze svého micro:bitu zcela jiný kód například 5. To je rovněž vhodný okamžik promluvit si o bezpečnosti sestaveného systému. Pokud máte na tuto kapitolu naplánovány dvě vyučovací hodiny, tak asi tady někde by měla končit první. Může to být, ale zcela jinde, například na základě toho že proběhla či naopak neproběhla nějaká diskuse.

Nyní je čas na nějakou aplikaci ze světa IoT. Vyrobit si aplikaci, kde vysílač bude sledovat intenzitu osvětlení a když vzroste nebo klesne nad určitou hladinu pošle informaci přijímači. Ten už by pak mohl například otevírat či zavírat žaluzie, zhasínat nebo rozsvěcet světlo. Nejprve sestavíme aplikaci, kde vysílač bude ve smyčce každých deset sekund zjišťovat intenzitu osvětlení a výsledek posílat přijímači.

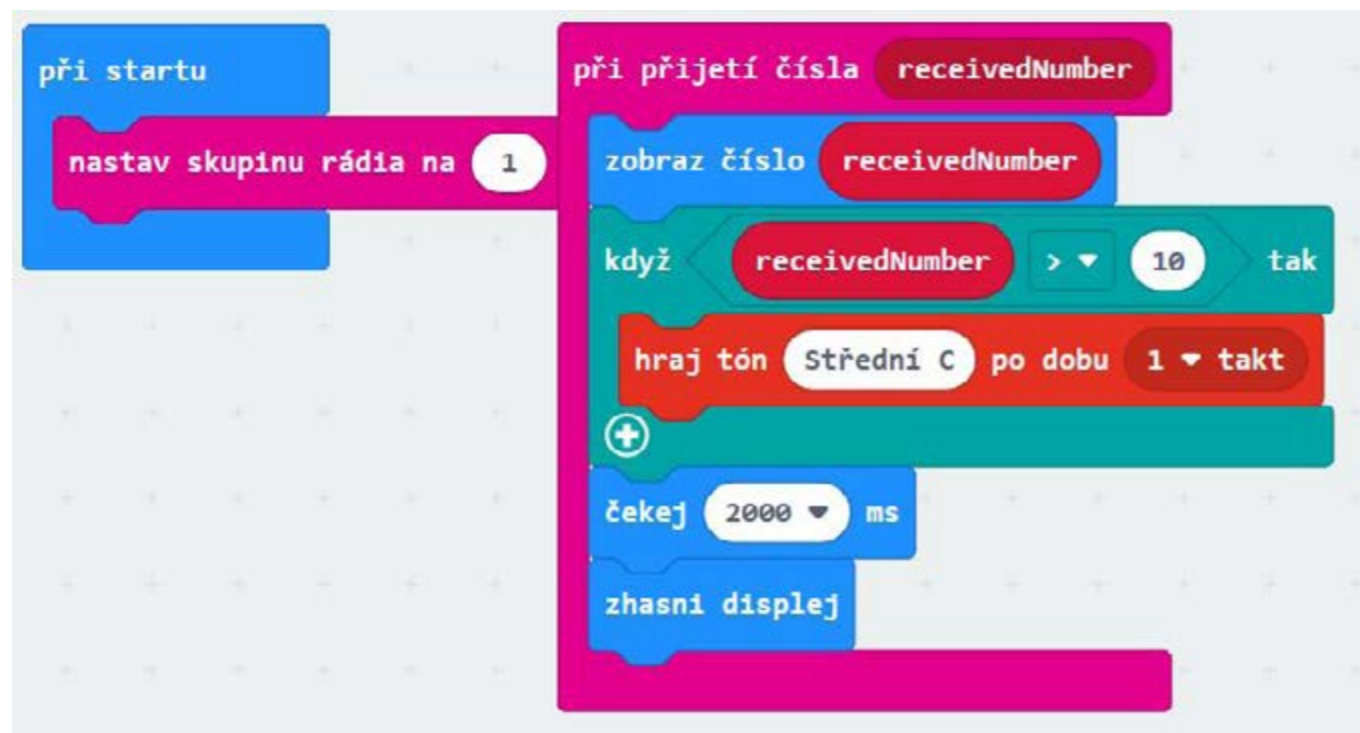
Na vysílač si nahrajeme následující program:



Program ve smyčce zjišťuje intenzitu světla, výsledek odešle a zobrazí na displej. Po pěti vteřinách displej zhasne a za pět vteřin se cyklus opakuje. Zhasnutí displeje je použito proto, aby bylo jasné, kdy dojde k novému měření. Budete možná překvapeni, že i poměrně jasné okolí (umělé osvětlení ve třídě) bude ohodnoceno úrovní nula. Abyste čidlo dobře otestovali zkuste na micro:bit (na matici diod – intenzita se získává z napětí, které projde diodou v tzv. opačném směru) svítit např. mobilem a odečtěte hodnotu.

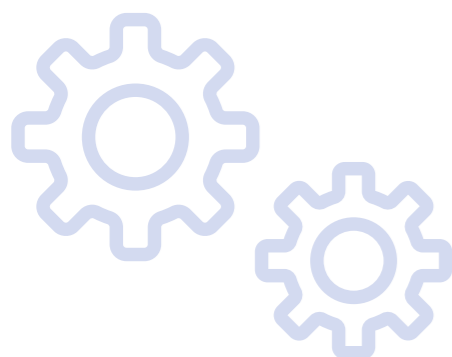
Později až budete mít vše otestováno, je možné ve smyčce ponechat pouze odeslání hodnoty a pauzu, nastavenou na 10 sekund.

Přijímač nahraje následující program:



Pokud je přijato číslo je zobrazena jeho hodnota. Pokud je hodnota větší než 10 micro:bit pípne. Hodnotu je vhodné nastavit dle měření v předchozím programu. Je vhodné vysvětlit, že namísto pípnutí může program ovládat za pomoci vhodného hardware de facto cokoliv. Má-li škola k dispozici nějaké rozhraní k micro:bitu, je možné to demonstrovat například otočením krokového motorku etc.

Pokud má vyučující dost času a chuť do dalších experimentů, může nastavit např dva micro:bity, tak že jeden měří teplotu a druhý dle teploty např. informuje o poklesu či růstu nad určitou hodnotu. Máme-li opravdu hodně času, je možné takto sestavit např. jednoduchý teploměr.



Sam Labs

Co budeme potřebovat – nějakou stavebnici z ekosystému Sam Labs. Stavebnice jsou poměrně drahé, ale nezapomínejte, pokud na ně vaše škola nemá aktuálně prostředky, dá se pracovat v emulátoru. Pro začátek v poměru cena / výkon je asi nejlepší řešení pořízení stavebnice Class Room Kit buď pro pět nebo deset stanovišť (úmyslně neříkám žáků – tolik prostředků asi nebudete mít) a pokud na to zbude, tak ještě nějaká čidla, nejlépe asi maker kit.

Nejprve je třeba nainstalovat rozhraní Sam Labs. Návod najdete na českých stránkách: **Software (sam labs.cz)**. Na stejné stránce najdete i potřebný aktivační token. Rozhraní obsahuje vlastně dvě aplikace – Sam Space a Sam Blockly. Obě tyto části si můžete nainstalovat a používat i bez stavebnice (např. v první hodině nebo pro přípravu studentů doma), ale se stavenicí je to samozřejmě lepší.

Ještě upozornění – jednotlivé prvky Sam Labs se poměrně rychle vybíjí, před každým použitím je nezapomeňte připojit na USB, aby se dobily.

Sam space

Jednoduché prostředí, které funguje tak, že na ploše sestavujeme obvody ze skutečných anebo virtuálních součástek a nastavuje jejich interaktivitu.

Začneme jednoduše – přidáme si na plochu z nabídky Inputs možnost Key press (stisk tlačítka na klávesnici). Defaultně je nastavena klávesa Space (mezerník), je možné však nastavit zcela libovolnou klávesu. Z nabídky Outputs pak přidáme RGB Leds. Oba bloky propojíme pomocí myši – z plného kolečka tlačítka natáhneme spoj k prázdnému kolečku RGB diody (jako kdybychom měli nepájivé pole). Pokud libovolný prvek vybereme myší dostaneme ozubené kolečko nastavení prvku. Nechte žáky prozkoumat všechny možnosti. Měli byste mít zhruba takovéto zapojení.

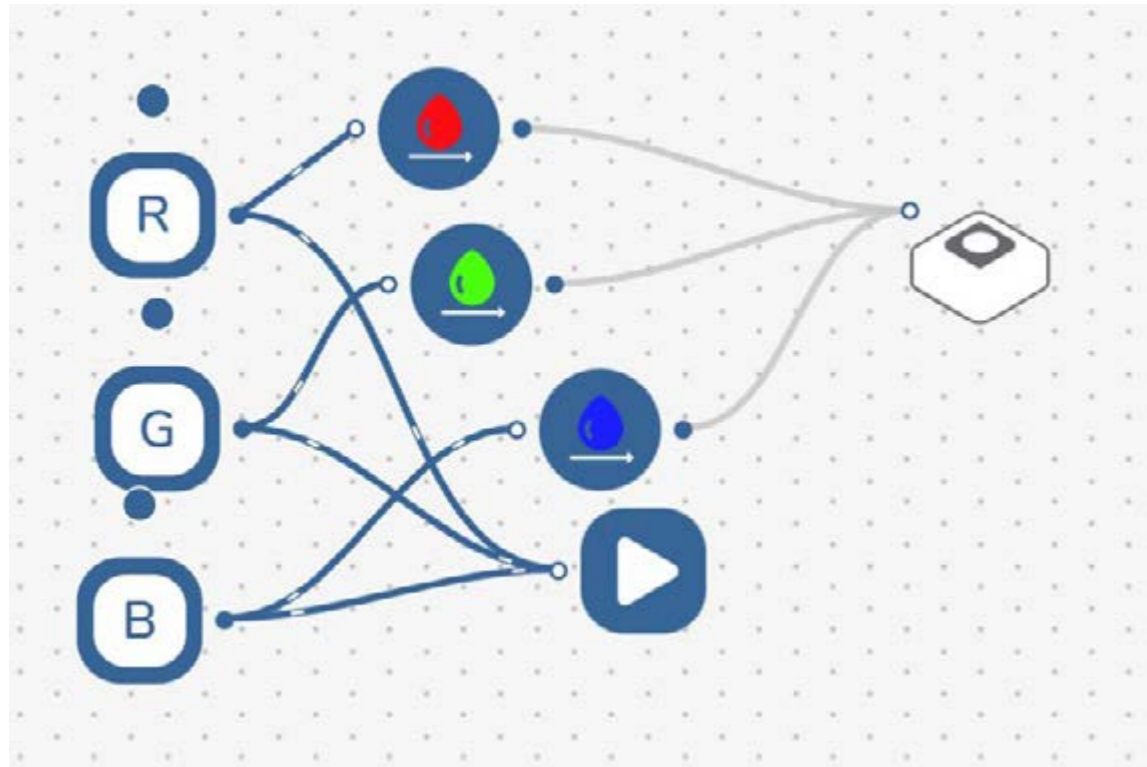


Nechte žáky ověřit, že po stisku klávesy mezerník se dioda rozsvítí. Chování (barvu) diody mohou nastavit i tak, že z nabídky Behavior vyberou Color a pak Colors. Spoj od Space povedou nejdříve k výběru Colors a pak k RGB, tak jak je to následujícím obrázkem. V Colors vyberou vhodnou barvu.

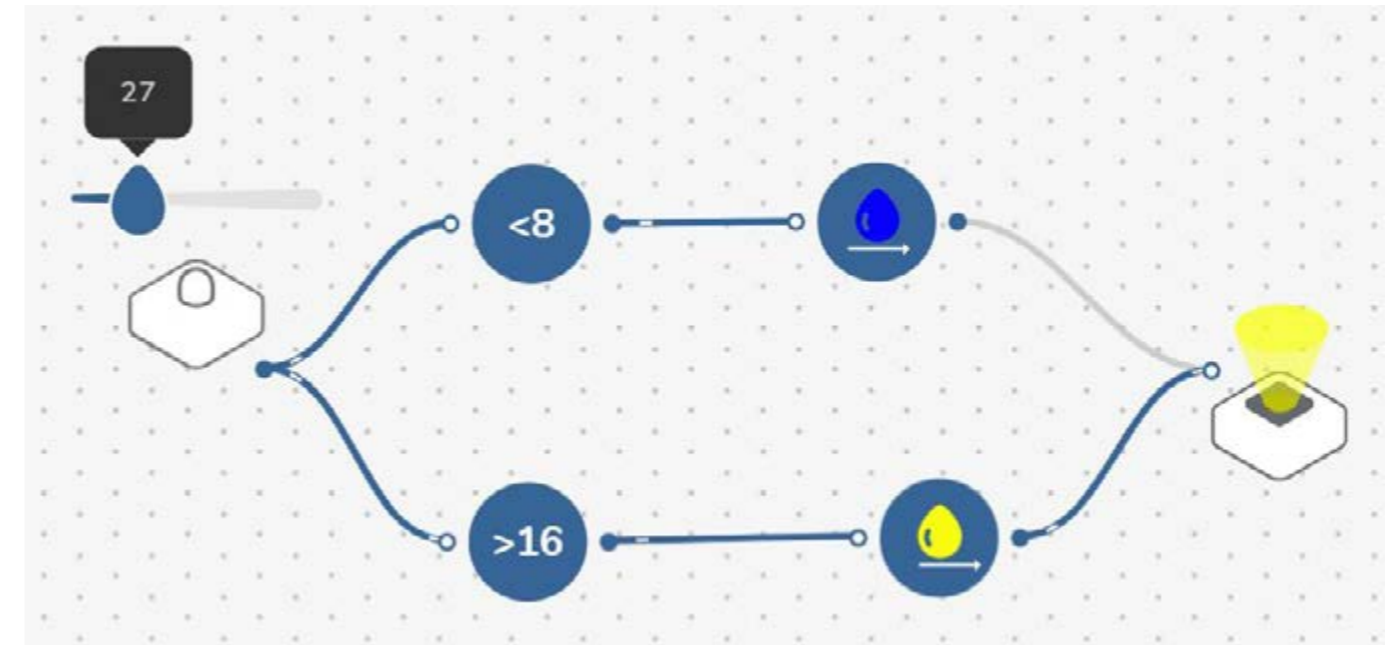


Ukažte žákům, že jeden vstup může mít i více výstupů. Například lze přidat zvukový výstup a stisk klávesy pak může s sebou nést např. cvaknutí klávesy.

Obrázek lze rozšířit na možnost rozsvícení tří barev včetně zvukového efektu, tak jak je to na následujícím obrázku. Např. promítněte žákům tento obrázek, ale ponechte jim volnost k experimentům. Ponechte na něj žákům dostatek času. Např. do konce hodiny. Uložený obvod by měli nalézt i v příští hodině.



Na závěr mohou žáci ještě naprogramovat sestavu dle tohoto obrázku a připojit RGB diodu i světelný senzor.



Pokud intenzita osvětlení klesne pod nastavenou hranici dioda se rozsvítí modře, pokud naopak vzroste nad (jiný) zvolený limit rozsvítí se žlutě.

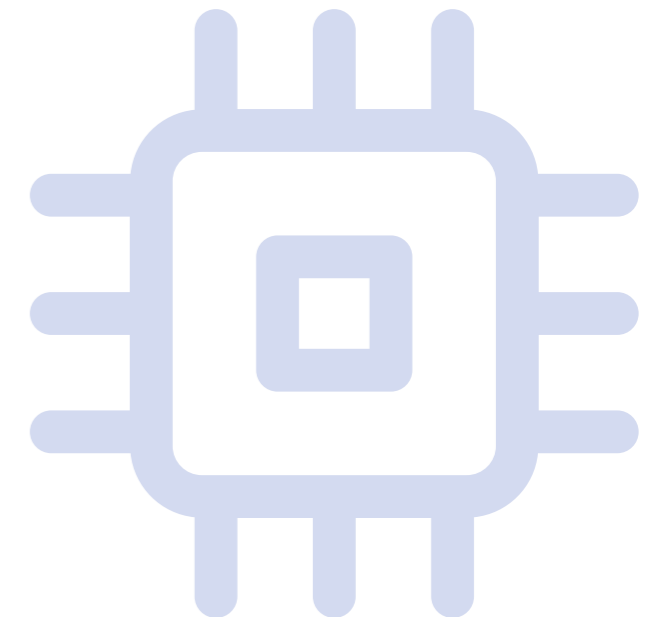
Můžete na závěr žáky nechat naprogramovat libovolný program a připojit např. i DC motorky ze stavebnice a pomocí konstrukčních prvků ze stavebnice zkusit sestavit jednoduché vozítko. Vše opět záleží na počtu hodin k dispozici.

Další postup záleží na tom, má-li vyučující k dispozici stavebnice. Pokud ne výuka Sam space zde de facto končí. Samozřejmě lze nechat žáky vytvořit složitější obvod i v tomto emulátoru.

Pokud je k dispozici stavebnice, nechte žáky zapnout blok RGB dioda malým tlačítkem z boku. Měla by se rozsvítit červeně. Stiskněte na ploše Sam space vlevo dole tlačítko connect a vyberte RGB diodu. Nechte jí připojit – měla by se rozsvítit modře. Nyní již bude reagovat při stisku kláves tato dioda.

Pozor při připojování. Nechte žáky připojovat diody postupně, aby věděli, která dioda, komu patří.

Doporučuji zeslabit před prvním použitím jas diody, svítí hodně intenzivně. Obvody fungují jen tak dlouho, dokud je spuštěná aplikace Sam space.

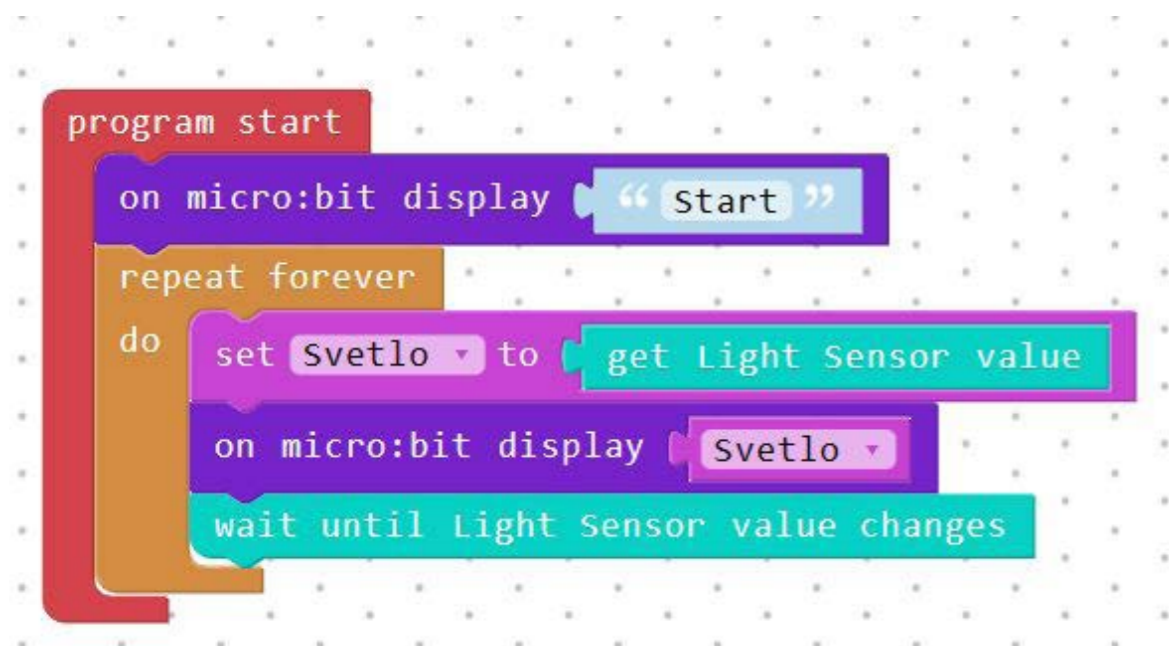


Sam blockly

Tato aplikace bude žákům nepochybně bližší, protože programování v ní připomíná Scratch nebo Makecode. Je třeba jim pouze důrazně vysvětlit, že možnosti nejsou stejné a třeba pokud si připojí micro:bit, je množina použitelných příkazů citelně nižší.

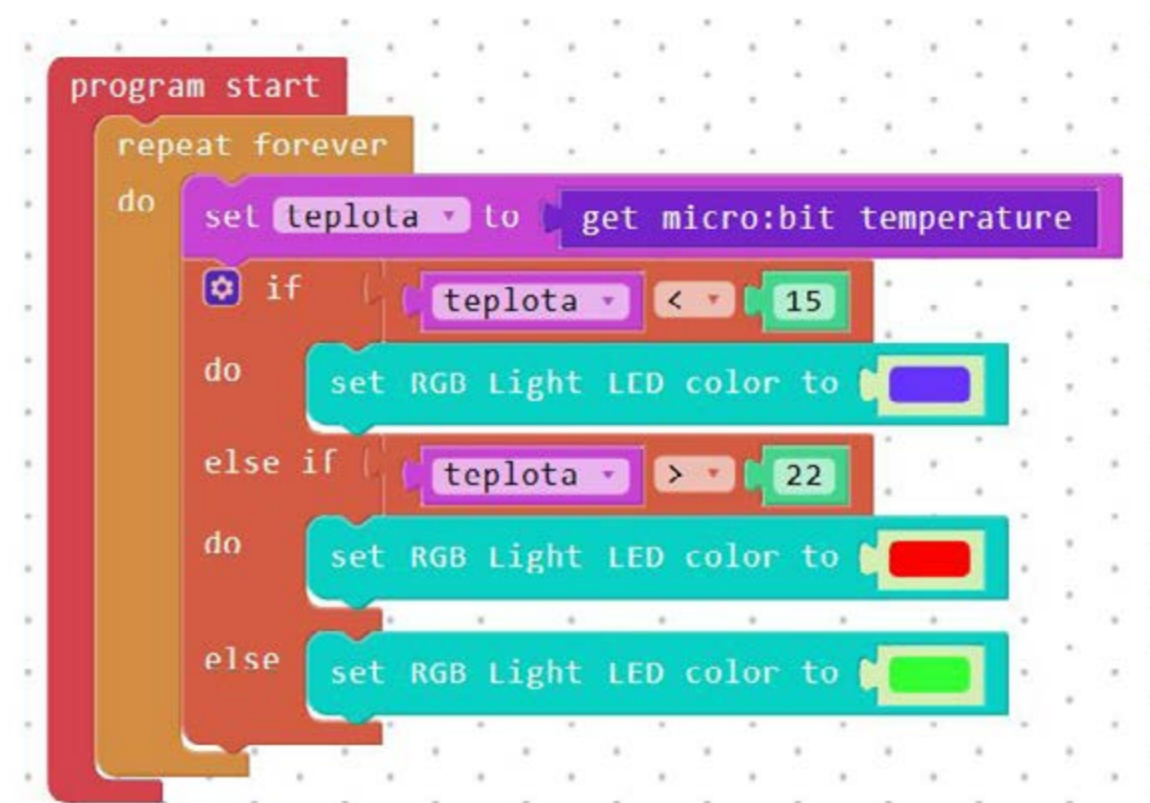
Nejprve je třeba připojit opět externí zařízení. Použijete možnost Add device vpravo nahoře a připojte světelný senzor. S micro:bitem je to trochu složitější. Poté co vyberete z nabídky microbit, musíte na jeho ikoně vlevo zvolit ozubené kolo a možnost Device options, tam je pak možnost Download V2 Hex File (V2 = pro micro:bit V2). Tento soubor je nutné nahrát na micro:bit. Připojíme micro:bit k PC, kde bude tvářit jako externí jednotka a na ní přeneste stažený soubor. Nyní již lze micro:bit připojit. Možná bude nutné napoprvé to ukázat žákům krok za krokem.

Všimněte si, že do prostředí Sam Blockly přibyli příkazy pro micro:bit a pro Light sensor. Začněte programem, kdy se budou ze světelného senzoru načítat hodnoty při změně a zobrazovat na micro:bitu:



Jakmile je program naeditován lze stisknout Run a program by měl běžet. Samozřejmě by bylo jednodušší, nastavit čas po kterém se budou hodnoty načítat, ale takový příkaz není k dispozici.

Nyní to zkusíme naopak. Pomocí micro:bitu budeme načítat teplotu a budeme rozsvěcet RGB diodu podle teploty. Hodnoty, u kterých dojde ke změně teploty si samozřejmě nastavte dle svých preferencí. Všimněte si, že u obrázku micro:bitu vlevo je malá ikonka budíku. Po kliknutí na ní uvidíte aktuální hodnotu senzorů micro:bitu.



Zde lze rozhodně doporučit použití battery packu pro micro:bit a nyní lze vyrazit „na toulky“ s micro:bitem. Nesmíme se však vzdát více než dosáhne připojení micro:bitu k PC.

Na závěr doporučuji nechat studenty zpracovat libovolný projekt se stavebnicí Sam Labs, přičemž je vhodné nechat vybrat Sam space nebo Sam blockly.

Ještě jednou je nutné připomenout, je třeba dětem vysvětlit – není to ani Scratch, ani Makecode, nemají tak k dispozici všechny potřebné příkazy.



Doporučené pomůcky

V první řadě potřebujeme dostatek micro:bitů. Ideální stav je, když má každý žák svůj micro:bit. Ke každému micro:bitu potřebujeme připojovací USB kabel a doporučuji i přenosný držák na baterie. Ideální je koupit vše dohromady jako výhodný balíček, jak je popsáno v úvodu textu.

Dále potřebujeme stavebnici Sam Labs, nejlépe ve verzi Classroom Kit. Zde asi nebude možné, aby byla jedna souprava na žáka, ale je třeba se snažit, aby žáci pracovali v rozumně velkých skupinách.

Minimálně do každé skupiny potřebujeme jeden počítač s připojením na internet. V části, kde se pracuje pouze s micro:bity pak je lepší, když ke každému micro:bitu je jeden počítač, aby nebylo nutné přepínat mezi dvěma programy, podle toho, který micro:bit programujeme.

