

KONSTRUKČNÍ A TVŮRČÍ PRÁCE S LEGO EV3 V RÁMCI INTEGROVANÉ VÝUKY TECHNICKO-PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ



Cíl výuky

Rovina kognitivní

Žák pozná a pojmenuje části konstrukční stavebnice.

Žák na fyzikálním principu vysvětlí funkci jednotlivých vstupních a výstupních zařízení stavebnice.

Žák navrhne postup sestavení experimentálního zařízení (fyzikálního, chemického, přírodopisného).

Žák při tvorbě experimentálního zařízení, kombinuje prvky z různých typů stavebnic, tak aby dosáhl požadované funkčnosti.

Žák rozpozná závadu (technický problém), která omezuje funkčnost vytvořeného experimentálního zařízení.

Žák modifikuje sestavené experimentální zařízení.

Žák pracuje s měřicími přístroji.

Žák diskutuje možnosti využití fyzikálních principů v technice.

Žák zorganizuje/zrealizuje jednotlivé aktivity vedoucí k odstranění závady či vyřešení problému.

Žák zhodnotí výsledek své práce i práce spolužáků.

Žák propojuje teoretické i praktické poznání napříč vyučovacími předměty.

Rovina afektivní

Žák má zájem o techniku a činnosti s ní spojené.

Žák prožívá radost z dobře vykonané práce.

Žák rozvíjí kreativní myšlení a prožívá radost z realizace vlastního nápadu/návrhu/experimentu.

Žák si uvědomuje nezbytnost šetrného zacházení s technickými pomůckami.

Rovina psychomotorická

Žák pozoruje a uvědoměle vnímá předváděnou činnost učitelem.

Žák provádí pracovní úkony spojené se sestavováním vlastního navrženého experimentálního zařízení.

Prostředí výuky

Školy často disponují odbornými přírodovědnými učebnami – laboratoř fyziky, chemie a přírodopisu. V případě absence odborné učebny, je možné provést výuku v kmenové třídě. Všechny tyto učebny jsou dostatečně vybaveny technickými prostředky, které umožňují provádět montáž, demontáž, manipulaci se stavebnicí a následně provést zvolený experiment. Vedle toho existuje

Rámcový vzdělávací program, který je dostatečně nakloněn vytváření integrovaných předmětů. To vytváří dobré předpoklady k realizaci propojeného technického a přírodovědného vzdělávání v rámci jednoho celku (vyučovacího předmětu).

Je třeba mít na zřeteli, že stavebnice Lego EV3 nebyla primárně vyvinuta pro přesná měření, přesto je možné dosáhnout velice dobrých výsledků. Umožňuje však názorně demonstrovat fyzikální principy měření. Současně žáci rozvíjejí své dílčí technické dovednosti. Sice se jedná o nižší dovednostní úroveň, nicméně i v těchto podmínkách lze realizovat improvizovaně rozvoj technické gramotnosti.

Často k tomuto řešení přistupují nižší gymnázia, která nemají k dispozici školní dílny, ve kterých by mohli žáci plně projevit svou tvořivost a technické myšlení. Naopak, bývají velice dobře vybavena robotickými stavebnicemi. Tento stav se začíná pomalu měnit a na gymnáziích vznikají moderní dílny, umožňující výrobu pomocí aditivních (3D tisk), laserových a jiných počítači řízených technologií. Rovněž se začínají dílny vybavovat moderními elektrotechnickými, elektronickými a konstrukčními stavebnicemi s přesahem do oblasti IoT a robotiky.



Potřebné učební pomůcky

Konstrukční robotická stavebnice, zde demonstrováno na Lego EV3. Možno použít i jiné modely, nebo výrobce.

Rozvíjené klíčové kompetence

- vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě,
- samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti,
- vnímá nejružnější problémové situace ve škole i mimo ni, rozpozná a pochopí problém, přemýšlí o nesrovnalostech a jejich příčinách, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností,
- vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému,
- používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky, adaptuje se na změněné nebo nové pracovní podmínky,
- využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost, činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání

- a profesním zaměřením,
- ovládá běžně používaná digitální zařízení, aplikace a služby; využívá je při učení i při zapojení do života školy a do společnosti; samostatně rozhoduje, které technologie pro jakou činnost či řešený problém použít,
- získává, vyhledává, kriticky posuzuje, spravuje a sdílí data, informace a digitální obsah, k tomu volí postupy, způsoby a prostředky, které odpovídají konkrétní situaci a účelu,
- chápe význam digitálních technologií pro lidskou společnost, seznamuje se s novými technologiemi, kriticky hodnotí jejich přínosy a reflektuje rizika jejich využívání.

Mezipředmětové vztahy

Přírodopis – ověření teoreticky získaných znalostí, využití laboratorních technik při přípravě vzorku k experimentu, rozvoj experimentálních dovedností.

Informatika – využití ICT k vyhledávání informací, využití technologií ke komunikaci, řízení experimentu pomocí digitálních technologií, snímání měřených hodnot a jejich vyhodnocení.

Matematika – početní operace pro předběžný odhad výsledků experimentu a následné vyhodnocení naměřených hodnot.

Chemie – ověření teoreticky získaných znalostí, využití laboratorních technik při přípravě vzorku k experimentu, rozvoj experimentálních dovedností.

Fyzika – využití teoretických znalostí k návrhu a konstrukci vhodného měřícího zařízení, vyhodnocení získaných dat, rozvoj experimentálních dovedností.

Průběh výuky

Výuka přírodovědných předmětů ani informatiky, není primárně zaměřena na rozvoj zručnosti a technického myšlení. Ty jsou vnímány pouze jako vedlejší vzdělávací výsledky.

Tradičně učitel zadá laboratorní úlohu, kterou žáci vypracují na předem sestavených, nebo předpřipravených experimentálních zařízeních/aparaturách.

Je však možné experiment pojmout nově, v duchu myšlenky STEM, s širokým využitím mezipředmětových vztahů. Zde už zručnost a technické myšlení, dostává stejnou důležitost, jako ostatní vzdělávací cíle, navíc významně přispívá k hlubšímu porozumění probíraného učiva a jeho trvalejšímu zapamatování.

Myšlenkou snadného a účelného propojení technických předmětů s přírodovědnými, se zabývali v laboratořích MIT ve spolupráci s firmou Lego, už od roku 1987. Zde také vznikla první programovatelná kostka, vybavená vstupními senzory a servomotory. Na trh se dostala pod označením Lego Mindstorms RCX. Následovaly modernizované řady NXT, EV3 (výroba ukončena k 31. 5. 2021) a současná verze Spike. Konstrukční robotické stavebnice jsou vybaveny několika základními vstupními senzory, nejčastěji jde o mechanický spínač (nově senzor síly), světelný senzor (od EV3 barevný světelný senzor), dálkoměr a gyroskop. Nechybí ani výstupní periferie, nejčastěji servomotory, luminiscenční diody, akustický výstup, případně LCD displej. Samozřejmostí bývá možnost rozšiřujících modulů/senzorů, ale pro naše úvahy zůstaňme u nejrozšířenější základní sady, protože i s touto výbavou, technickým myšlením a zručností, můžeme realizovat zajímavou výuku.

Lego a experimenty ve fyzice. Každého hned napadne, že můžeme pomocí dálkoměru měřit nejen vzdálenost těles, ale i časovou změnu této veličiny neboli rychlost těles. Měřit můžeme rychlost průměrnou, ale také „okamžitou“, například rychlost tělesa při volném pádu. Pro měření průměrné rychlosti, například autíček jezdících po okruhu autodráhy můžeme použít světelný senzor, se kterým můžeme měřit s přesností na tisíce sekund. Můžeme také využít dvou Lego souprav a pomocí vzájemného propojení pomocí vestavěného bluetooth modulu, rozdělit start a cíl na různá stanoviště (do 8m). Světelný senzor v pasivním režimu můžeme využít pro měření závislosti velikosti intenzity záření na vzdálenosti, nebo pro proměření vyzařovacího diagramu různých zdrojů záření v různých směrech. Zdatní žáci jistě v posledních dvou experimentech využijí také servomotory, pro automatizaci a zpřesnění měření – vzdálenosti od zdroje, resp. úhlu otočení kolem zdroje záření. Servomotory lze využít i v oblasti vlnění, kdy snadno sestojíme řízený zdroj vibrací, na který připevníme kloboukovou gumu. Při nastavení „správných“ otáček motoru (frekvence), vzniká

stojaté vlnění s dobře viditelnými kmitkami a uzly, o počtu závislém na frekvenci. K servomotoru je vhodné dokonstruovat převodovku min. 1:10 a délku gumy volit kolem 6 m.

Lego a experimenty v přírodopise. Jako příklad můžeme použít 8. třídu – kapitola Člověk. Jistě bude zajímavé měření reakční doby člověka bez volby a s volbou, na světelný podnět, nebo akustický. V případě reakce bez volby zkoumaný jedinec stiskne tlačítko v dominantní/nedominantní ruce, při náhodně aktivovaném signálu. Ve druhém případě má dvě tlačítka, v každé ruce jedno a musí rozlišit barvu, nebo výšku tónu. Ve všech případech zajišťuje nahodilost signálů a vyhodnocení reakce na tisíce sekund, případně chybovost, měřící Lego zařízení, složené jen ze základní kostky a dvou spínačů. V dalším experimentu je opět vhodné využít vzájemně spárované dvě sady Lego stavebnic. Jedná se o test binokulárního vidění. Jedna stavebnice, pomocí servomotoru, zajišťuje náhodný pohyb pozorovaných objektů. Druhá slouží jako dálkové tlačítko pro určení směru pohybu testovaným jedincem. Další experiment směřuje do 7. třídy k vyšším rostlinám a fotosyntéze, kdy pomocí světelného senzoru určíme množství a vlnovou délku absorbovaného záření v závislosti na druhu a části rostliny. Pro přesnější měření je vhodné „aparaturu“ kalibrovat na bílém papíru a fixovat přesnou vzdálenost čidla od měřeného objektu. V 6. třídě, kapitole Členovci, můžeme sestavit měřící kolečko, pro přesné změření délky trajektorie vytvořené různými zástupci tohoto zajímavého kmene, v daném časovém intervalu. Pro konstrukci co nejpřesnějšího měřidla můžeme využít malé gumové kolečko, převod 1:10, vytištěnou barevnou šablonu (střídající se 3 barvy po 30°) a světelný/barevný senzor, který bude odečítat projitou/naměřenou dráhu.

Lego a experimenty v chemii. Zde si aplikaci Lego stavebnice ukážeme na učivu 8. třídy, kde žáci mimo jiné pracují s roztoky a seznamují se s pojmy koncentrace a kyselost/zásaditost (pH). Pro měření koncentrace opět použijeme optické metody, tzn. že využijeme optický senzor. První experiment měří závislost absorpce tří základních vlnových délek (RGB), v závislosti na koncentraci modré skalice/hypermanganu v roztoku. Z naměřených hodnot mohou žáci vytvořit kalibrační křivku a následně sestavit „automat“ na míchání roztoků o zadané koncentraci. Trochu složitější je konstrukce měřící aparatury na měření cukernatosti (koncentraci cukru v roztoku). K jejímu změření potřebujeme kromě základní sady Lego stavebnice 2 kousky lineárně polarizační fólie. Cukerný roztok otáčí polarizační rovinu v závislosti na koncentraci, proto jedna fólie bude polarizovat vstupní světlo a druhá fólie bude v roli analyzátoru na otočném kole. Světelný senzor určí množství propuštěného světla v závislosti na úhlu pootočení servomotoru a tím i analyzátoru. Následně určí úhel, při němž naměřil největší intenzitu světla. Poslední experimentální zařízení je opět založené na „spektrální analýze“. Tentokrát zařízení určí absorpční spektrum roztoku, do něhož byl přidán roztok pH testu. Podle zjištěné barvy (velikosti RGB složek) určí pH roztoku. Všechny získané výsledky mohou žáci zpracovat v tabulkovém kalkulátoru, případně vytvořit prezentaci, ať už o provedeném experimentu, nebo o stavbě samotné měřící aparatury.

Jistě existuje mnoho dalších experimentů, kde se spolu s konstrukční robotickou stavebnicí (a nemusí to být zrovna Lego), uplatní zručnost a technické myšlení. Příprava takové vyučovací hodiny klade na učitele mnohem větší nároky, ale odměnou mu může být radost z opravdového zájmu, zaujetí a úspěchu svých žáků.

Metodické poznámky

- Při experimentech je nezbytné dbát na bezpečnost. Konstrukční stavebnice, dodávané certifikovanými výrobci, lze považovat za bezpečné, nebezpečnými je však může učinit manipulace žáků v rozporu s návodem.
- Žáci by měli být schopni vysvětlit podstatu fyzikálních, chemických i biologických jevů a zákonitostí, na jejichž základě měřící zařízení pracují.
- Doporučujeme hledat na Internetu a YouTube, kde jde najít spoustu inspirativních námětů.
- U ne zcela triviálních měřících zařízení, doporučujeme, zkusit si sestavit a otestovat, klíčové části předem.
- V nové verzi Lego Mindstorms Spike se nachází sice jen jedno „tlačítko“, ale ve skutečnosti se jedná o siloměr, gyroskop je integrován přímo do hlavní kostky, společně s akcelerometrem. To umožňuje realizovat další zajímavé experimenty, především z oblasti

dynamiky.

Hodnocení žáků

Při zkoušení se zaměřte na zjištění úrovně osvojených vědomostí, dovedností a postojů žáka. Následně formulujte hodnocení na základě porovnání skutečného stavu se stavem předpokládaným, formulovaným jako cíle výuky. Neznamená to, že všichni žáci mají mít z hlediska kvality a kvantity shodné cíle. Obecně je žádoucí, alespoň v některých vyučovacích hodinách, výuku diferencovat a rozbít tradiční model frontální výuky. Výuka se tím stane neobvyklou, nestereotypní, a pro žáky motivující. Hodnocení v takovém případě musí reflektovat různorodost žákovských aktivit a nezaměřovat se pouze na postižení kvantity v rovině znalostí.

Pokud žáci budou vytvářet vlastní experimentální zařízení, nezapomeňte ocenit jejich funkčnost, estetickou složku, originalitu řešení i kvalitu naměřených hodnot. Jedná se o jedinečnou příležitost vyzdvihnout i žáky, kteří tolik nevynikají při řešení teoretických úloh. Každý žák má mít příležitost ve škole prožít školní úspěch!

Specifikace podmínek výuky

Je nezbytná existence odborné učebny pro předmět Technika (dílny)?

- ano
- ne

Jaké vybavení, pomůcky a nástroje jsou nezbytné?

- dílenský pracovní stůl ponk
- svěrák, případně svěrky pro uchycení materiálu
- nářadí pro zpracování materiálů (pila, rašple, pilníky, vrtačka, hoblík...)
- montážní a demontážní nářadí (klíče na utahování šroubů a matic, šroubováky, kleště...)
- pomůcky na provádění povrchových úprav a nátěrové hmoty
- pomůcky ke spojování materiálů (pro lepené a šroubové spoje, pro spojování vruty a hřebíky...)
- pomůcky pro šití textilu
- 3D tiskárna
- laserová gravírka
- CNC frézka
- komponenty pro konstruování robotů
- počítač s připojením na internet
- soupravy a jiné pomůcky pro přírodovědné experimenty

Je nezbytné, aby byl k dispozici technický materiál nebo byla možnost ho bez problémů zakoupit z prostředků školy či jiné instituce?

- ano
- ne

Je nezbytné, aby výuku realizoval aprobovaný učitel:

- ano
- ne

Pokud výuku může realizovat neaprobovaný učitel, tak jakou by měl mít úroveň technických dovedností?

- nemusí být zručný
- měl by být schopen realizovat základní technické práce
- měl by to být profesionální řemeslník/technik/konstruktér

Je nezbytné, aby v okolí školy byla k dispozici veřejná dílna či technické centrum?

- ano
 ne

Je nezbytné, aby v okolí školy byla k dispozici jiná škola, která je ochotna sdílet svou dílnu?

- ano
 ne

Je nezbytné, aby byla v okolí školy, případně přiměřené dojezdové vzdálenosti, technická památka?

- ano
 ne

Lze realizovat aktivitu v rámci projektových dní?

- ano
 ne

Podporuje aktivita společné učení žáků různého věku?

- ano
 ne

Podporuje aktivita uplatňování mezipředmětových vztahů?

- ne
 ano, s matematikou
 ano, s fyzikou
 ano, s chemií
 ano, s informatikou
 ano, s občanskou naukou
 ano, s přírodopisem
 ano, s dějepisem
 ano, s výtvarnou výchovou
 ano, s doplňte

Literatura pro další inspiraci a použité zdroje

5 experiment s Legem, pro 1. stupeň ZŠ

<https://youtu.be/XPR2DKihltI>

EV3 – Data Logging

https://youtu.be/CW9_cCH8mpo

VYBÍRAL, Bohumil. *Kapitoly z experimentální fyziky: historie měření, fundamentální experimenty, zpracování fyzikálních měření, experimenty ve školské fyzice*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2014. 236 s. ISBN 978-80-7435-545-5.

SIEGLOVÁ, Dagmar. *Konec školní nudy: didaktické metody pro 21. století*. První vydání. Praha: Grada, 2019. 336 stran. ISBN 978-80-271-2254-7.

KASÍKOVÁ, Hana. *Kooperativní učení, kooperativní škola*. Vydání 3., rozšířené a aktualizované. Praha: Portál, 2016. 157 stran. ISBN 978-80-262-0983-6.

ČAPEK, Robert. *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnoticích metod*. Vydání 1. Praha: Grada, 2015. 604 stran, 16 nečíslovaných stran obrazových příloh. Pedagogika. ISBN 978-80-247-3450-7.

Vytvořeno v rámci projektu TAČR TL03000535 Vývoj systému podpory implementace inovativní koncepce technického vzdělávání na základních školách v České republice.

T A

Č R

Technologická
agentura
České republiky

Program **Éta**