Elektrotechnické stavebnice ve výuce praktických činností na 2. stupni ZŠ

Josef Pecina

Všeobecné technické základní vzdělání si klade za cíl naučit žáky teoretickým principům výroby, plánování a promýšlení technické práce, řešení technických problémů, pracovat s jednoduchými nástroji a stroji . Je známo, že u dětí se inteligence nejvíce rozvíjí již v raném dětství. V literatuře se uvádí, že 40% je získáno do 4 let, 35% do 9 let a zbývajících 25% do věku 16 let. V raném dětství je třeba začít s polytechnickou výchovou a vytvořit tak u dětí aktivní vztah k technice. U malých dětí není možné aktivně začít s elektronikou. Začít je třeba s mechanickými stavebnicemi.

Stavebnice v obecné rovině lze vymezit jako sadu určitých předmětů k sestavování a spojování do libovolných nebo přesně vymezených celků, k jejich montáži a demontáži . **Elektrotechnickou stavebnici** potom lze chápat jako takovou soustavu nosných prvků, funkčních prvků a funkčních částí, určených k jednorázovému nebo opakovanému sestavení různého počtu obvodů, která je jako celek určena svými didaktickými a technickými parametry .

Mechanických stavebnic v dnešní době existuje velké množství od jednoduchých kostek až po propracované typy, které umožňují vytvářet modely složitých strojů a stavebních celků. U nás jsou rozšířeny stavebnice „Lego“ z Dánska, dále potom kovové stavebnice „Merkur“.

Elektrotechnické stavebnice jsou didaktické prostředky, které napomáhají dosahovat cílů technické výchovy v oblasti elektrotechniky a elektroniky. Tyto stavebnice zaujmou děti nejdříve ve věku 8 až 10 let. Je možné je tedy využít již na prvním stupni ZŠ. V tomto věku je třeba začít formou hry, aby byl podchycen zájem dítěte. Vhodné jsou univerzální stavebnice bez pájení, které umožňují vytvořit řadu zajímavých pokusů, doprovázených vhodnými světelnými a zvukovými efekty.

Využívání elektrotechnických stavebnic má u nás svoji historii i budoucnost. Jejich zařazení předpokládá aktuální základní dokument **Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.** Jsou to učební pomůcky pro oblast učiva o elektrotechnice a elektronice, které slouží ke zvýšení názornosti a usnadnění procesu učení. Jejich přínos je ve vytváření a podpoře technické gramotnosti, technického myšlení, k rozvoji dovedností i k rozvoji technické tvořivosti. Experimentování žáků s elektrotechnickými stavebnicemi je považováno za činnost komplexnějšího charakteru. Žáci si nevystačí pouze se zapamatovanými vědomostmi, ale musí uplatnit i praktické dovednosti a návyky. Žák musí analyzovat zadání a požadavky na funkci obvodu, vybrat potřebné součástky, navrhnout

funkční schéma zapojení, vytvořit technickou dokumentaci , prakticky realizovat el. obvod, provést funkční zkoušku, měřit fyzikální veličiny a výsledky zaznamenat do protokolu.

1. Základní pojmy z oblasti elektrotechnických stavebnic

Pro jednoznačné chápání používaných pojmů, které se váží na problematiku elektrotechnických stavebnic, je třeba ty stěžejní a často používané přesně vymezit. Vyskytují se zde pojmy příznačné pouze pro oblast elektrotechnických stavebnic i pojmy pouze elektrotechnické, které jsou definované v technických slovnících.

Elektrotechnika- tento pojem je třeba vymezit z toho důvodu, že je součástí víceslovného termínu „elektrotechnická stavebnice“. Elektrotechnika je vědní obor, který se zabývá účinky elektrického proudu v různých materiálech a v různém prostředí, přičemž nezkoumá příčiny existence elektrického proudu. Hledá vztahy mezi elektrickým proudem a napětím na různých pasivních vodivých prvcích, na polovodičových součástkách a na vodičích v magnetickém poli.

Zařízení je dohodnutý název pro výrobek, instalaci, elektrickou stanici, síť a pod, který je v této normě používán jako obecný pojem.

Elektrotechnické schéma je grafický podklad, na kterém jsou znázorněny pomocí značek elektrické funkční části zařízení a spoje mezi nimi. Výsledkem je obecné znázornění popisovaného stroje, přístroje nebo zařízení po elektrotechnické stránce. Při jejich tvorbě je třeba dodržovat zásady technického kreslení.

Z elektrotechnických schémat nás pro potřeby výuky elektrotechniky budou zajímat tyto :

Přehledové schéma je schéma, které znázorňuje hlavní části zařízení, jejich účel a vzájemné spojení.

Funkční schéma je schéma, které objasňuje určité pochody, jež probíhají v jednotlivých funkčních částech zařízení nebo v celém zařízení. Jeho struktura musí jednoznačně vyjadřovat posloupnost zobrazených procesů.

Obvodové schéma je schéma, které obsahuje všechny funkční jednotky a spoje mezi nimi a dává podrobnou představu o činnosti zařízení.

Situační schéma je takové elektrotechnické schéma, které zobrazuje rozmístění jednotlivých částí zařízení a případně také elektrických spojů.

Funkční prvek je část elektrického obvodu schopná plnit některou základní elektrickou funkci (např. cívka relé, svorka apod.).

Funkční jednotka je součást zařízení, která má samostatnou značku, jakož i určitý funkční význam a nemá smysl ji dělit na části mající samostatný funkční účel (např. motor, tranzistor, integrovaný obvod).

Funkční celek je souhrn funkčních jednotek, které plní v zařízení určitou funkci a nemusí tvořit konstrukční celek.

Funkční blok je souhrn funkčních jednotek, které tvoří konstrukční celek, který má přesně stanovený funkční účel (např. usměrňovač nebo zesilovač).

Funkční část je funkční jednotka, funkční celek nebo souhrn funkčních jednotek, které mají v zařízení určitý přesně stanovený funkční účel. Mohou i nemusí tvořit konstrukční celek.

Zapojovací jednotka je funkční jednotka nebo funkční blok, který vytváří prostřednictvím nosných prvků samostatný konstrukční celek unifikovaného charakteru (zejména pokud jde o provedení spojů nebo i pokud jde o vnější vzhled, rozměry apod.).

Modul je součástka elektronického zařízení zvláštní konstrukce a normalizovaných rozměrů. Jde o označení samostatného, uceleného kompaktního souboru nebo sdružení nějakých elementů a to takového souboru, který funguje jako relativně samostatná složka elektronických přístrojů, v níž jsou sdruženy jednotlivé elementy v kompaktní montážní bloky.

Nosný prvek je část stavebnice, která je určena především pro přenos statických sil (např. šrouby a rozpěrky v zapojovacích jednotkách, desky plošných spojů nebo společné konstrukční elementy).

2. Kategorizace elektrotechnických stavebnic

Elektrotechnické stavebnice lze rozdělit podle více hledisek:

1. **Kategorizace podle způsobu využití ve výuce:**
   - Demonstrační (uzpůsobeny na demonstraci zapojovaných obvodů učitelem).
   - Žákovské.
2. **Kategorizace podle počtu oblastí, pro něž jsou určeny:**
   - Monotematické.
   - Polytematické.
3. **Kategorizace podle úrovně vzdělávání:**
   - Pro základní vzdělávání.

- Pro středoškolské vzdělávání.
- Pro vysokoškolské vzdělávání.

4. Kategorizace podle charakteru el. proudu

- Pro slaboproudou elektrotechniku.
- Pro silnoproudou elektrotechniku.

5. Kategorizace podle výrobce:

- Vyráběné profesionálně.
- Vyráběné amatérsky.

6. Kategorizace podle zaměření elektrotechniky:

- Pro obecnou elektrotechniku a elektroniku.
- Pro elektroinstalace.
- Pro měřicí a regulační techniku.
- Pro telekomunikační techniku.
- Pro výrobu a rozvod elektrické energie.
- Pro digitální a mikroprocesorovou techniku.
- Pro elektrické stroje.
- Pro automobilovou elektrotechniku.
- Pro výkonovou elektroniku.
- Pro jiné zaměření.

7. Kategorizace podle typu uživatele:

- Pro začátečníky.
- Pro pokročilé.
- Pro velmi pokročilé.

8. **Kategorizace podle umístění součástek**:

- Se součástkami pevně umístěnými na nosné desce.
- Se součástkami zapouzdřenými nebo na nosných štítcích.
- S volnými součástkami pro zapojování do propojovacích polí.

9. Kategorizace podle typu spojů mezi prvky:

- S nerozebíratelnými spoji.
- S rozebíratelnými spoji:
  - S ovíjenými spoji.
  - S pružinovými spoji.
  - S magnetickými spoji.
  - Se šroubovými spoji.

- Se zásuvkovými spoji.

10. Kategorizace podle reálnosti sestavování obvodů a součástek:

- Využívající reálné prvky.
- Simulované počítačem.

11. Kategorizace podle oblasti aplikace:

- Pro obecně technické vzdělávání.
- Pro volný čas.
- Pro profesní vzdělávání.

3. Směry v konstruování elektrotechnických stavebnic

V průběhu svého vývoje se elektrotechnické stavebnice diverzifikovali do mnoha konstrukčních řešení. Elektrotechnika se vyvíjí velmi rychle, a proto lze i v oblasti elektrotechnických stavebnic pozorovat nové trendy. Lze popsat pět hlavních konstrukčních směrů elektrotechnických stavebnic, které označujeme takto:

- Směr“stacionární součástkový soubor“.
- Směr „propojovací pole“.
- Směr „součástky na zapojovacích jednotkách“.
- Směr „pájené spoje“.
- Směr“ simulace pomocí počítače“.

Směr „stacionární součástkový soubor“

Tento směr je charakteristický pevným umístěním elektrotechnických součástek na společné základní desce. Součástky jsou mechanicky připevněny a jejich vývody jsou vodivě připojeny ke kontaktům, které mají různé provedení. Součástky mohou být umístěny seshora nebo zespodu Pokud jsou součástky umístěny zespodu, je nutné z horní strany umístit do blízkosti kontaktů schematické značky pro jednotlivé součástky. Pokud jsou součástky seshora, záleží již na konstruktérovi, zda schematické značky na základní desku umístí. Z didaktického hlediska je vhodnější umístění součástek na horní straně společně se schematickými značkami. Provedení kontaktů je u tohoto typu stavebnic různé- zásuvné, pružinové, kolíčkové atd. Provedení kontaktů má vliv na kvalitu stavebnice. Základní deska je většinou umístěna v krabici nebo v kufříku. Při zapojování žáci propojují s pomocí vodičů a uzpůsobených kontaktů jednotlivé součástky. Tím vznikne požadovaný elektrický obvod.

Tyto stavebnice jsou cenově příznivé, ale nejsou pro školu zcela vhodné. Avšak svým řešením se přibližují praxi.

Směr „propojovací pole“

V tomto směru se klade důraz na bezprostřední manipulaci se součástkami tak , aby se činnost žáků přibližovala praxi. Součástky nejsou uchyceny na žádných nosných štítcích ani základových deskách a ani se primárně nepropojují vodiči. Pro jejich propojení se použijí pouze vývody jednotlivých součástek. Propojování se děje pomocí propojovacích polí. Jsou to pole s husto rozprostřenými a vhodně propojenými zásuvkovými kontakty. Do nich se zasouvají přímo vývody součástek. Vodiče se používají pouze v některých případech jako propojovací články.

Směr „ součástky na zapojovacích jednotkách“

Tyto stavebnice jsou charakteristické volností součástek, je možná jejich mobilita. Tento směr odstraňuje nedostatky pevného uchycení součástek na základní desce. Součástky mohou být připevněny na štítcích, nosných destičkách, modulech nebo kostkách i uvnitř nich. Tyto součástky jsou přizpůsobeny snadnějšímu a rychlejšímu zapojování a lze je podle aktuální potřeby v libovolném počtu extrahovat na pracovní plochu. Při sestavování obvodu je prvním krokem výběr vhodných prvků. Nepotřebné součástky jsou mimo pozornost a nerozptylují ji nesprávným směrem. V pracovním prostoru jsou tedy jen potřebné součástky, které jsou umístěny volně na pracovní plochu. Elektrické propojení je možné pomocí vodičů mezi jednotlivými zapojovacími jednotkami nebo se zasouvají kontakty do předem stabilně propojených zásuvek v zapojovacím panelu. Kontakty mohou být vytvořeny různě- v šroubovém, pružinovém nebo zásuvkovém provedení. Takto sestavené obvody jsou přehledné a snadno se u nich hledají chyby. To je velká přednost pro použití ve škole. Ovšem výroba je náročnější a tedy dražší. Proto jsou jejich ceny vyšší.

Směr“ pájené spoje“

Tento směr je velmi blízký k elektrotechnické praxi. Žáci pracují se součástkami, které jsou vybrány pro potřeby sestavení určitého obvodu. Tyto součástky osazují na připravenou desku plošného spoje a postupně je k ní pájejí. Tím vznikají nerozebíratelné spoje, proto se tento typ nemůže použít při nácviku zapojování. Vzniká jednorázový výrobek pro určitý účel. U tohoto typu stavebnic hrozí zničení součástek při pájení. Pájení je činnost, kterou žáci na

základní škole zpravidla plně nezvládají. Práce s tímto typem je vyvrcholením činností s elektrotechnickými stavebnicemi.

Směr „simulace pomocí počítače“

Tento typ je novým trendem, kdy jsou tradiční stavebnice nahrazeny počítačovými programy. Ty umožňují simulovat činnosti spojené s elektrotechnickými stavebnicemi- výběr součástek, jejich propojování, oživování obvodu apod. Dnes již jsou programy na takové úrovni,že je možné omezit využití klasickým stavebnic a nahradit je počítačem s vhodným programem. Existuje mnoho elektrotechnických počítačových laboratoří, které dokáží simulovat elektrické obvody a studovat u nich všechny jevy a zákonitosti. Jsou to programy Edison, Electronics, Workbench a jiné. Není třeba ani žádných reálných měřicích přístrojů. Programy obsahují různé multimetry a osciloskopy. Součástková základna je velmi široká, což umožňuje realizaci i složitých elektrických obvodů. I cena těchto laboratoří je příznivá, mnohem nižší, než všech potřebných reálných přístrojů do laboratoře. Ovšem otázkou je, zda je vhodné z výchovně- vzdělávacího procesu odstranit skutečné prvky. Tím se od žáků oddaluje reálný svět elektrotechniky, protože manipulují pouze s jejich zobrazením a ne s reálnými součástkami.

4. Elektrotechnické stavebnice ve školní praxi

J. Dostál (2005) popisuje ve své studii nejpoužívanější elektrotechnické stavebnice ve školní praxi. Jsou to:

- Voltík I, II, III.
- Elektronická laboratoř.
- Merkur elektronic E2.
- Elektrotechnická stavebnice 500 v 1.
- Zkušební elektrický panel.
- Elektrotechnická stavebnice 75 v 1.
- Propojovací pole.
- Elektrotechnická stavebnice 50 v 1.
- Elektrotechnická stavebnice – Bytové rozvody.
- Elektrotechnická stavebnice 130 v 1.
- Elektrotechnická stavebnice TASK.
- Žákovský stavebnicový systém Elektřina /elektronika- PHYWE

- Stavebnice COM3Lab.
- Elektrotechnická stavebnice od Leybold Didactic.
- MEZ Elektronik 01 as 02.
- Orton ALFA.
- Logitronik 01 a 02.
- Elektromontážní souprava.
- Elektronik 1.
- Stavebnice Z 3/III.
- Stavebnice pro technické práce a základy techniky v 8. ročníku ZŠ.
- EMA.
- Pájené stavebnice EZK- blikač a akustický indikátor.
- Edison.
- Tina Pro.
- Stavebnicový systém Dominoputer.
- Stavebnice DIDAKTIK.
- Stavebnice LEGO Dacta řady ROBOLAB a e.LAB.

Všechny tyto typy nebudeme popisovat. Zaměříme se pouze na vybrané typy.

Voltík I, II, III(obr. 1.2.) je sada el. stavebnic, která se skládá ze tří na sebe navazujících typů. Součástky jsou pevně namontovány na základní desce. Součástky jsou namontovány až na výjimky zespodu. Seshora se provádí jejich propojování zasouváním odizolovaných vodičů do kovových zdířek a jejich mechanickým upevněním pomocí gumových kolíčků. Jsou to tedy rozebíratelné spoje. S těmito stavebnicemi je možné realizovat pro žáky zajímavá zapojení – telefon, poplašné zařízení, klavírek a jiné. Stavebnice Voltík I je určena již pro žáky 2.třídy. Od páté třídy je určena stavebnice Voltík II. Stavebnice Voltík III je zaměřena



na číslicovou techniku, proto nenachází na ZŠ širší uplatnění. Je probírána v rámci rozšiřujícího učiva.

Obr. 1. Elektrotechnická stavebnice „Voltík I“

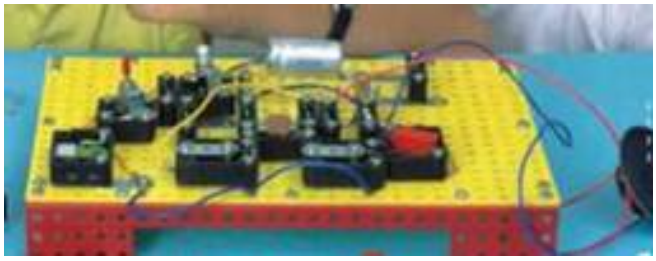


Obr. 2. Elektrotechnická stavebnice „Voltík II“

Elektronická laboratoř je stavebnice zajímavé konstrukce. Realizace el. obvodů může nastat několika možnými způsoby. Je možné propojovat základní součástky umístěné vně plastového obalu pomocí pružin, dále potom lze sestavovat obvody zasouváním součástek do propojovacího pole umístěného uprostřed panelu. Při propojování pěvně uchycených součástek pomocí pružin nemá žák možnost bezprostředně manipulovat se zapojovanými součástkami. To však zcela nahrazuje zapojování přes propojovací pole. Žák si vytvoří nezprostředkovanou představu o velikosti a tvaru příslušné součástky. Protože se zapojují do propojovacího pole součástky, je možná jejich snadná výměna za jiné.

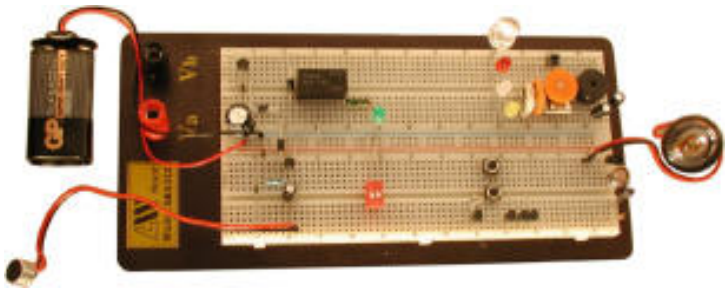
Merkur elektronic E2 (obr.3). Tato stavebnice je určena pro děti od 10 let. Zčásti vychází ze známých konstrukčních stavebnic MERKUR. Zaměřena je na oblast slaboproudé elektrotechniky. Tvoří doplněk stavebnice Elektromerkur E1, která má za cíl seznámit uživatele s podstatou elektrostatiky, vznikem elektrického proudu a magnetizmu, principem jednoduchých el. strojů, měřicími přístroji a poznatky elektrochemie. Základem je perforovaná deska z novoplastu, na kterou se připevňují elektronické součástky pomocí šroubků a speciálních nosných modulů. Upevněné součástky se propojují pomocí ocelových

pásků nebo vodičů. Kvůli zdlouhavé montáži a způsobu použití spojů není tato stavebnice přiliž vhodná pro práci s žáky na druhém stupni ZŠ.



Obr. 3. Elektrotechnická stavebnice „Merkur elektronic E2“

Propojovací pole (obr.4) je typ stavebnice, která umožňuje žákům bezprostřední přímou manipulaci se součástkami. Spoje jsou zásuvkové, a proto je možné součástky opětovně použít. Je však třeba, aby si žáci na tento způsob řešení přivykli.

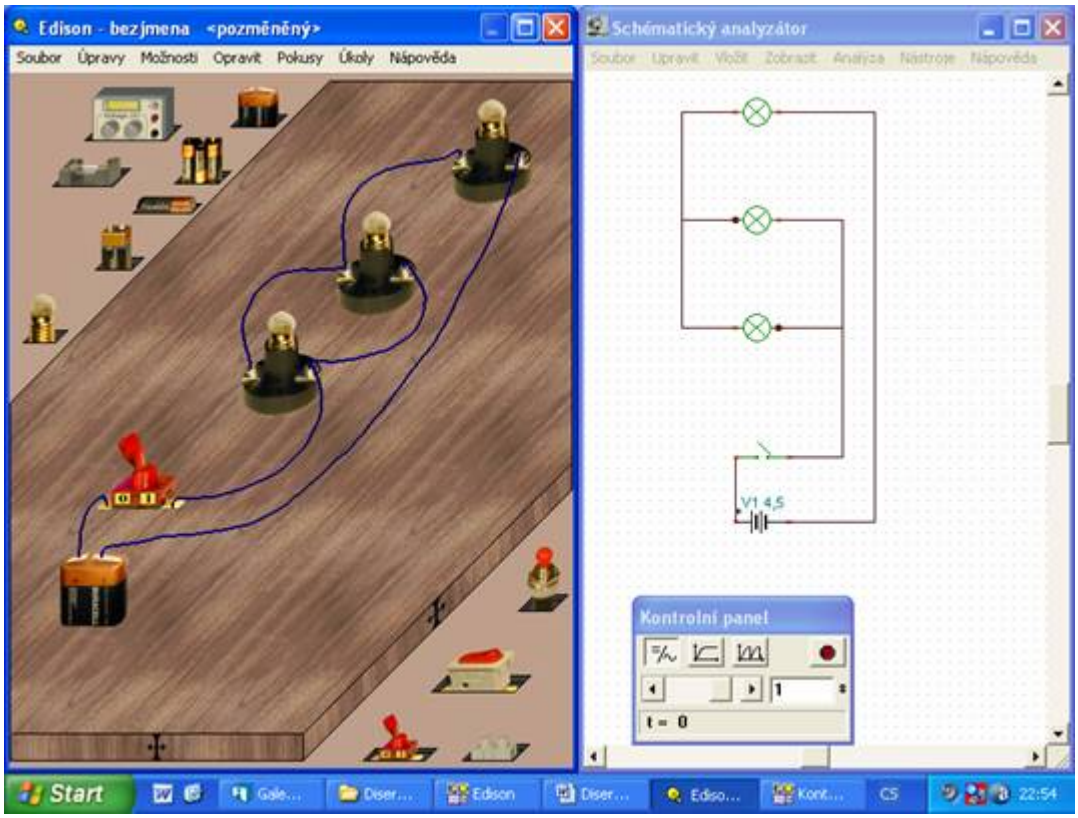


Obr. 4. Elektrotechnická stavebnice“ Propojovací pole“

Elektronik 1 je stavebnice se součástkami umístěnými uvnitř plastových kostek Na plastových kostkách.jsou znázorněny i vodivé cesty, které jsou ve skutečnosti tvořeny speciálními zásuvkovými kontakty. Tato stavebnice je určena pro začátečníky a je velmi

vhodná pro použití ve škole i v zájmových kroužcích. Umožňuje zrealizovat 40 různých obvodů. Práce se stavebnicí je jednoduchá a nenáročná.

Edison (obr.5) je stavebnicí simulovanou počítačem. Je to výukový počítačový program, který umožňuje realizovat el. obvody. Po spuštění se otevřou dvě okna. Jedno je určeno pro umísťování součástek a jejich propojování. V druhém okně je zobrazování schematické zapojení právě realizovaného el. obvodu ve vedlejším okně. Zobrazení probíhá automaticky společně se zapojováním obvodu. Program je vhodný pro žáky základních škol.



Obr. 5. Prostředí programu „Edison“

Je jen na učiteli, kterou stavebnici pro práci s žáky zvolí. Použití se také odvíjí od materiálního vybavení školy a případné ochotě a možnostech ze strany vedení školy investovat potřebné finance. Iniciativní učitelé si mohou stavebnici zhotovit sami. Inspirovat se mohou existujícími typy stavebnic.

Elektrotechnické stavebnice umožňují vnášet do výuky herní činnost, čímž ji pro žáky vytváří atraktivnější a přirozenější. Avšak v této souvislosti je třeba rozlišovat el. stavebnici jako hračku nebo jako učební pomůcku. V prvním případě slouží žákům na hraní. V druhém případě je využívána v procesu učení.

Ve světě se vyrábí celá řada různých stavebnic vhodných k využití na různých typech škol. Významné jsou zejména ty, které obsahují záznamník, do kterého se vepisuje a kreslí. Záznamník je současně průvodcem i pracovním sešitem.Spolu se stavebnicí se žák naučí nahlížet na okolní svět jako na soustavu různě složitých a různě rozsáhlých systémů, které jsou mezi sebou propojeny četným množstvím vazeb. Nejde zpravidla jen o ryze technické systémy.Je třeba, aby žáci, právě pomocí kvalitních stavebnic, nacházeli systémový přístup v přírodovědných i společenskovědních oborech.

SYSTÉM – chápeme jako množinu prvků s určitými charakteristickými vlastnostmi.Mezi prvky existují vždy vzájemné vazby.Někdy je již umíme určit, pojmenovat a ovlivňovat, například v elektronických systémech.Potíže se vyskytují v biologických nebo společenských systémech. Typické elektronické stavebnice jako systém vyrábí například britská firma E&L Instruments. Stavebnice obsahují elektronické moduly, které reprezentují základní elektronické obvody, jak se běžně používají ve skutečných elektronických systémech.

Literatura:

DOSTÁL, J. *Elektrotechnické stavebnice ve školní praxi (teorie a výsledky výzkumu).*Zábřeh: Vydáno vlastním nákladem, 2005-

NOVÁK, D. *Elektrotechnické stavebnice ve technické výchově.* Praha: PdF UK, 1997.
ISBN 80-86039-37-4.