**Průmysl 4.0 a význam stavebnic Lego Education v obecně technickém vzdělávání**

**(průvodce studiem)**

**Martin Havelka a Jiří Kropáč**

**Úvod**

V textu předkládáme trendy a požadavky vyplývající z iniciativy Průmysl 4.0 na praxi obecně technického vzdělávání, v následné aplikaci se zaměříme na možnosti rozvoje technického systémového myšlení při činnosti dětí s rozšířenými stavebnicemi jak ve škole (formální vzdělávání), tak mimo školu (neformální, popř. informální vzdělávání). Uvádíme rovněž teorie pedagogiky, které považujeme za přínosné pro úvahy o dobrém koncipování výuky či jiné vzdělávací činnosti.

Textem sledujeme tyto cíle:

- Váš lepší přehled o požadavcích, které klade na technické vzdělávání soudobý rozvoj techniky, dnes popisovaný iniciativou Průmysl 4.0.

- Prezentovat pedagogické teorie podnětné pro Vaše přemýšlení o koncipování výuky (nejen se stavebnicemi).

- Zdůvodnění významu technického systémového myšlení a jeho členění.

- Přispět k Vašemu dobrému řízení činnosti dítěte s rozšířenými stavebnicemi (ve škole i mimo školu), aby tato herní činnost směřovala k rozvíjení technického systémového myšlení.

Provádíme teoretickou analýzu textů o problematice vlivu Průmyslu 4.0, analyzujeme výsledky především zahraniční, nejvíce německé, aplikujeme je do konkrétních návrhů činnosti žáka, které jsou příkladem dalších možností. Úmyslně se tedy neopíráme o obdobné práce kolegů zaměřených na výuku o technice či informatice, kteří tuto problematiku rozpracovali, jmenujme alespoň práci J. Dostála (2017). Předkládáme zde tedy spíš obecnější a jiné zdroje.

Pro vysvětlení - první průmyslová revoluce byla ve znamení mechanizace spojené především se „silou páry“ a industrializací přelom 18. a 19. století), druhá průmyslová revoluce je spojována s elektrickým pohonem a vznikem montážních linek (konec 19. století), třetí průmyslová revoluce je charakterizována automatizací, elektronikou a rozmachem informačních technologií (datována nejčastěji od 1969, byl vyroben první programovatelný logický automat).

Naše zacílení na vlivy Průmyslu 0.4 nesnižují význam jiných aktuálních témat pro výuku technických předmětů - zajištění energie, ochrany prostředí, nakládání s odpady, optimalizace činností s informacemi, dopravy, bezpečnosti, technické stránky lékařského pokroku atp.); přitom existence techniky představuje také riziko možností nevhodného využití nebo zneužití.

**1 Průmysl 4.0 a požadavky na obecně technické vzdělávání z něj plynoucí**

Označení Průmysl 4.0 je spojováno se slovy koncepce, trend, iniciativa, také upřesnění generace 4.0 je v ČR použito k některým souvisejícím/užším oblastem, především Práce 4.0, Kvalita 4.0, Údržba 4.0. Obsah těchto termínů je pomocí vyhledávače snadno dostupný, proto zde jen „hlavní zdroje a stručná charakteristika“. Dobře dosažitelné jsou také v němčině (Industrie 4.0), v jiných zemích se pro popisované trendy používají jiná označení.

Které zdroje doporučujeme - obsah a souvislosti Průmyslu 4. 0 jsou rozsáhle obsaženy např. v dokumentu Iniciativa Průmysl 4.0 (2016), rovněž v publikaci Národního vzdělávacího fondu, o.p.s. (2016) a na souvislosti vzdělávání je zaměřen stručný text z Newsletter EQF (2016). Tyto dokumenty vymezují „technický obsah“ Průmyslu 4.0 i vlivy na kvalifikaci a na vzdělávání, vč. formálního.

Základní charakteristiku Průmyslu 4.0 můžeme formulovat následovně - technika pracuje s informacemi, mechanické a elektronické komponenty jsou v rozsáhlé míře schopny výměny a využití dat či informací, tím mohou „relativně samostatně“ vykonávat i komplexní činnosti.

Podrobnější charakteristika trendů Průmyslu 4.0: - široká interoperabilita jakožto schopnost strojů i lidí komunikovat, - decentralizace až po úroveň jednotlivých strojů, - virtualizace, - činnost v reálném čase, - orientace na služby, - modularita jakožto schopností částí celku se adaptovat; upraveno podle Jsme připraveni na Průmysl 4.0 (2017).

Ještě konkrétněji a snad srozumitelněji: v Průmyslu 4.0 nacházíme digitalizaci, 3D tisk, zřetězení objektů, robotizaci; jde tím o změny technologií a výrobních procesů, ty jsou hnacími silami ekonomických změn a práce se zákazníky a to vše má dopady na „zaměstnaneckou, spotřebitelskou a vzdělávací“ sféru.

Technickým základem trendů označovaných Průmysl 4.0 je vysokorychlostní internet.

Popsané trendy navozují vzdělávací požadavky již na nižší stupně vzdělávání, prioritně v oblastech odrážejících vztažné obory jako informatika, elektrotechnika, strojírenství, popř. i mechatronika, ale také na přírodovědné, ekonomické a další společenskovědní vzdělávání. Z hlediska vzdělávání je také důležité hledisko osvojení dobrých schopností komunikace (také při užití technických prostředků, mj. tablet nebo mobil), připravenost k celoživotnímu učení, posílení schopnosti interdisciplinárního myšlení a jednání, způsobilost řešení problémů a zvládání postupů optimalizace.

V uvedených souvislostech lze předpokládat inovaci vzdělávání jako postupný komplexní proces. Budou hledány optimální způsoby spojení teorie a praxe u pozorně vybraného obsahu, budou optimalizovány postupy myšlení žáka při učení (badatelsky orientovaná výuka), vzroste význam integrace obsahu vzdělávání, vertikální i horizontální.

Výuka o technice a informatice, jak ji Průmysl 4.0 „vyžaduje“, je ve všeobecném vzdělávání pointou či aplikací pro vyučovací předměty jako fyzika, chemie, biologie a mnohé další, i společenskovědní (Tenberg, 2016). Například pozornost věnovaná výuce programování musí být spojena se současnými závažnými a nadoborovými tématy - efektivnost, zajištění a úspory energie, bezpečnost při technických činnostech, požadavky na kvalitu, odpady; pro zvládnutí těchto témat jsou další vyučovací předměty nezbytné. Avšak každé rozhodnutí pro nový obsah znamená omezení něčeho jiného, což může být předmětem kritiky. (Binder, 2015, s. 5)

Vzdělávání o technice a informatice by mělo probíhat již na nižších stupních škol ve vzájemném sepětí, na výše uvedené musí reagovat z hlediska budoucího profesního

uplatnění, mimoprofesního života a také rozvoje osobnosti a myšlení dítěte. Jde o zohlednění řady faktorů Průmyslu 4.0, např. kromě internetu pro člověka bude i „internet věcí“, také porostou možnosti robotiky v profesní i neprofesní, občanské sféře. Jde i o bližší seznámení se senzory používanými v těchto souvislostech (inteligentní domy či domácnosti a tím dané požadavky na rozvoj měst). Pro ilustraci s tím spojené problémové okruhy - kdo bude výrobní i nevýrobní (domácí) spotřebiče programovat, jaký bude kontakt mezi naprogramovaným objektem a obsluhujícím pracovníkem či uživatelem, také 3D tisk pro širokou populaci bude vyžadovat zajištění, jak se tedy programování a obsluha naprogramovaných objektů projeví v uživatelství.

Co tedy bude po individuu vyžadovat život s technikou - v souladu s (Tenberg & Pittich, 2017, s. 33): - flexibilitu, interdisciplinární, nadoborové, systémové myšlení, vyšší kompetence v oblasti IT, schopnost kooperace se stroji a systémy objektů tvořících síť, aktivní řešení problémů a optimalizačních procesů a zvládnutí stále komplexnějších pracovních úkolů, připravenost pracovat v ad hoc týmech a k zapojení do inovačních procesů a jejich navrhování, schopnost spolupracovat při méně přímých kontaktech (propojení prostředky ICT) atp., podobně text publikace Národního vzdělávacího fondu, o.p.s. (2016).

I při výše popsaném zdůrazňování role znalostí (včetně jejich užití) je nezbytné osvojení praktických či motorických, popř. konativních dovedností s technikou a informatikou. Ve výuce tak jde o okamžitou a kontinuální implementaci konkrétních i více teoretických (abstraktních) informací souvisejících s prováděnými činnostmi a jejich souvislostmi do realizovaného obsahu výuky, o komplexnost vzdělávání a rovněž o vytváření všestranné schopnosti komunikovat pomocí soudobých prostředků i přímo.

Je zřejmé, že je třeba uvažovat o koncepci pro různé formy vzdělávání o technice (formální, neformální, informální). Proto předložíme s tím související tři vybrané obecnější teorie pedagogiky či didaktiky, jež se nám osvědčily. Tyto koncepční úvahy, popř. inovace, modernizace atp. se mohou týkat obsahu nebo postupů při vzdělávání, nejčastěji obojího.

**2 Pedagogika pro koncepci výuky**

Každý vyučovací předmět má specifický význam v rozvoji dítěte. Jsou proto užitečné otázky - co to vlastně učím, jaké činnosti vedou k osvojení obsahu a o jaké vzdělávací výsledky bych měl usilovat vzhledem k potřebám dítěte a toho, co učím atp. Pro takové „širší kurikulární úvahy“ pedagogika předložila řadu teorií, my oceňujeme tři následující.

M. Hejný a F. Kuřina (2000) upozornili na význam „tří světů Karla Poppera“ pro vzdělávací souvislosti. Karl Popper (1902-1994) vymezil ve filozofických pracích tři světy: Svět 1 je světem existujících fyzických objektů či stavů, těles, atomů, molekul, tedy svět fyzického prostředí, techniky, přírody. Svět 2 je světem individuálního vědomí, myšlenkových stavů, duševního obsahu, toho, co individuum ví, cítí, jak prožívá svět. Svět 3 je světem obsahu společného myšlení lidí, obsahu zaznamenaných vědeckých idejí a uměleckých děl, tedy svět výtvorů lidského ducha, vědy, kultury, umění.

Neprovádějme hlubší výklad této teorie, vznikla pro jiné souvislosti. Ve vztahu k technickému vzdělávání chápejme svět 2 jako technické vědomí a myšlení žáka. Ale odkud pramení obsah pro něj zamýšleného vzdělávání, poznání čeho je ve výuce preferováno či je východiskem - je to především realita, konkrétní situace žáka se týkající, teď nebo v budoucnu (svět 1), nebo především věda, teoretický, abstraktní systém pojmů (svět 3). V technickém vzdělávacím

obsahu je to samozřejmě obojí, na nižších stupních bývá odrážen dominantně svět 1 a také, a to s časem stále více, svět 3, tzn. žákovo osvojování reálné techniky je postupně stále více „organizováno“ pro vzdělávání transformovanými technickými teoriemi.

Pro úvahy o struktuře obsahu vzdělávání je podnětná teorie, prezentovaná S. Štechem (2009). Popisuje dva „kódy“ prezentace učiva. Kód seriální znamená, že učivo je odvíjeno od oborových (teoretických) poznatků (podle nás svět 3), přičemž základní charakteristikou je rozlišení a třídění kategorií „*jako jednotek majících vztahy k jiným jednotkám. Poznatky jsou v tomto kódu hierarchicky organizované* …“, uvádí S. Štech (2009, s. 109). Kód označený S. Štechem jako integrovaný je charakterizován podáním učiva „*v méně striktních, méně závazných rámcích. Spíše než o pojmech a jejich sítích se hovoří o tématech překračujících hranice jednotlivých předmětů …*“ (2009, s. 110). Poznatky jsou v podstatě segmentované podle oblastí reality (svět 1) a osvojovány v konkrétním kontextu. To je uplatňováno v technickém vzdělávání mladších dětí prioritně, navazuje se na dřívější zkušenosti v dané oblasti a nová zkušenost, pojatá pokud možno ve struktuře technických i netechnických souvislostí, má být uplatnitelná v co největším počtu situací (transfer).

B. Blížkovský (1996, s. 24) popsal „krajní směry“ při výběru základního učiva - pedagogický objektivismus a subjektivismus. Zde stručně - pedagogický subjektivismus, jednostranně chápaný, hledá východisko ve vnitřním světě člověka, usiluje „*o kultivaci individuálního lidského vědomí, prožívání, celkového bytí“*, smysl je ve vnitřním rozvoji člověka. Pedagogický objektivismus preferuje aspekt zvládání vnějšího světa, zaměřuje se na vnější souvislosti - společenské, technické a jiné. Má sklon „*k redukci výchovy na vnější působení, vyznačuje se přemírou učiva, …. učí o všem v podstatě bez člověka“.* Tak B. Blížkovský podle nás navázal na dvě tradice Evropského vzdělávání ­- demokritovskou (poznávání věcí, zákonitostí, zjevné skutečnosti – utváří člověka pro vysvětlování a zvládání světa) a platonskou (přetváření sebe, objevování vnitřních sil).

Je důležité, že přijetí obou krajností popsaných v předchozím odstavci v jejich „izolované“ podobě považuje B. Blížkovský za chybné, východisko vidí v propojení vnitřního a vnějšího světa, ve vytváření připravenosti žáků na vnější svět i ve vnitřní kultivaci. Pro nás z uvedených teorií plynou mj. požadavky souvislosti praktických činností s technikou v dané oblasti s obecnějším teoretickým poznáním a nezbytnost spojení užitečnosti technického vzdělání s rozvojem osobnosti žáka a jeho myšlení.

**3 Rozvíjení technického systémového myšlení dětí činností se stavebnicí Lego Education**

Nebudeme zde usilovat o vyčerpávající charakteristiku termínu technické systémové myšlení, znamená v potřebné míře znát principy funkce technických objektů a jejich systémů, souvislosti vedoucí k jejich potřebě a vzniku, způsoby jejich užití v souvislostech, s čím (s jakými důsledky) je jejich užití spojeno, jak se jich zbavovat (odpady); hlubší význam tohoto pojmu dále vyplyne z kontextu.

V technickém vzdělávání nastává požadovaný rozvoj dítěte (nejen) především při činnosti s technickými objekty (skutečnými a/nebo myšlenými). Z toho plyne užívání relativně vysokého podílu konkrétních, tj. smyslově uchopitelných pojmů a zřetelná přítomnost životu a práci blízkých širších souvislostí techniky (ekonomické, ekologické, bezpečnostní atp.). Ty jsou jak konkrétní a bezprostřední, tak širší, až celospolečenského dosahu.

Pojednání o rozvíjení technického systémového myšlení vyžaduje provést zde všeobecnou charakteristiku znalostí o technice. Zřejmé je vysoké zastoupení „operativních znalostí“ a s nimi spojených postupů - plánování práce, zacházení s nástroji vč. pravidel jejich volby, znalosti norem a předpisů, stálá potřeba zpětné vazby a reflexe vykonaného, tedy nezbytnost sebehodnocení a sebekritičnosti až po změnu dosavadního postupu.

Pro technické vzdělávání a popis myšlení při něm je účelné členění znalostí na deklarativní, jež zahrnují fakta, pojmy, objekty, situace nebo souvislosti aj., jsou dále členěny na znalosti o faktech, ty odpovídají na otázku - co?, a na znalosti o důvodech - proč? (zahrnující kauzální souvislosti, vzájemné vztahy). Navazovat na ně mohou znalosti označované jako procedurální, tedy o způsobech postupů a činností - jak? O tom, co z možných, zvládnutelných postupů bude v dané situaci a činnosti uplatněno, je rozhodováno využitím kondicionálních znalostí, jež mají charakter pravidel, blíže A. Riedl (2003, s. 4).

Podle J. Stemmann & M. Lang (2018) můžeme v jiné, pro nás důležité rovině rozlišovat technické znalosti a také myšlení (vč. systémového) podle zacílení na 1 - znalosti vnitřního systému technického objektu, jeho konstrukce, prvků, funkcí jeho prvků a jejich součinnosti. 2 - znalosti „vnější“ funkce objektu, znalosti ovládacích prvků a prvků prezentujících stavy objektu a rovněž znalosti o činnosti, řízení, o pravidlech této činnosti či „ovládání“. Zatímco znalosti ozn. 1 můžeme dnes pro uživatele, popř. žáka sekundárního vzdělávání, považovat pouze za „žádoucí“ (mnohá běžně dostupná technika je dnes velmi sofistikovaná a „pro neodborníky nezvládnutelná“), znalosti ozn. 2 jsou i pro uživatele „běžné techniky“ nezbytné. Vzhledem k této okolnosti právě systémové, koncepční myšlení vede ke zlepšené schopnosti zvládání stále se měnících situací spojených s pokročilou technikou, jejíž podstata je náročná. Jde především o „přenositelnost“ osvojeného.

Druhé uvedené znalosti, ozn. 2, tedy znalosti vnější stránky objektu - lze logicky dělit na: 2A - znalosti o vnějších, pro řízení významných prvcích a o „jejich uspořádání“, tedy znalosti „vnější stránky technického objektu“, a na: 2B - znalosti o řízení či obslužných činnostech, o zasahování do činnosti objektu (znalosti když - potom), jde tedy především o znalosti postupů, způsobů činnosti.

Potřebné výchozí znalosti je možno ve výuce i v praxi získat obvyklými způsoby - sdělením ústním, pozorováním, četbou (návod k obsluze, postup práce), vlastními pokusy atp. Následná žákova praktická činnost, reakce na signály technického systému či objektu, je nenahraditelná. Až při dostatečně rozvinuté činnosti nastává přechod od znalostí deklarativních k procedurálním a kondicionálním (dle A. Riedl, viz výše) a samozřejmě také k dovednostem, proto je dostatečně rozvinutá činnost potřebná, podrobněji J. Stemmann & M. Lang (2018).

Nyní již můžeme uvést základní koncepty systémového pojednání techniky či systémového myšlení o technice. Autoři S. Fletcher & A. Kleinteich (2018) formulovali koncepční teze, v souladu s nimi a s cíli stati je předkládáme takto:

* Technický systém je „ohraničená technická jednotka“ (*abgeschlossene technische Einheit*) propojená s okolím, struktura technického systému (objektu) je tvořena uspořádáním jeho elementů.
* Technickými systémy a jejich elementy procházejí „toky“: -látka, -energie, -informace či signál; tyto toky navzájem souvisejí, technické systémy a jejich elementy propojují, představují také vstupy a výstupy technických systémů (strojů, zařízení, aparatur atp.).
* Zpravidla bývá jeden z těchto toků „hlavní“, spojený s účelem činnosti či objektu, další, vedlejší, podmiňují činnost objektu, jeho řízení atp. Transformace vstupů (-látka, -energie, -informace či signál) na výstupy je funkcí systému a týká se především „hlavního“ toku.
* Všechny možné technické funkce lze přiřadit k některé ze základních funkcí. Zde S. Fletcher & A. Kleinteich, (2018) uvádějí: -uložení, -vedení či přemístění, -přeměna, - spojování (*Speichern, Leiten, Wandeln und Verknüpfen zurückführen*). Nám se i ve výuce osvědčilo pojetí H. Wolffgramma (1994): změna tvaru (formy), změna podstaty, změna místa (vč. uložení). Všechny tyto základní funkce souvisejí s uvedenými toky, tedy např. uložení informací, změna místa energie, jindy informace (vedení nebo přenos), změna podstaty látky (změna chemická či podle nás podstatná změna složení směsi) nebo změna tvaru látky, změna místa látky atp. Tyto změny mohou být funkcí systému, představují-li výsledky působení technologií a činnosti techniky.
* Technické systémy ve vzájemné interakci mohou být chápány jako jeden „vyšší“ systém - existují tedy hierarchie systémů.

Kromě uvedeného považujeme pro rozvoj žákova systémového myšlení o technice za potřebné uplatnění některých „dalších obecnějších“ hledisek. Významné požadavky formuluje G. Graube (2014), jde o nezbytnost identifikovat koncepty typické pro techniku – potřeba (účel), prostředek, činnost, sestavování či skládání, tváření, stavění, vyrábění aj.; některé tyto koncepty lze dobře rozvíjet především při práci na výrobcích, jiné právě se stavebnicemi.

V technickém systémovém myšlení je významné rozlišovat také analytické a syntetické postupy. Analytické postupy myšlení jsou ponejvíce uplatněny při hledání či volbě vhodných principů činností pro realizaci funkce nebo dílčích funkcí systému, také při volbě vhodných elementů či objektu pro realizaci funkce nebo dílčích funkcí systému. K syntetickým postupům myšlení patří především postupy při sestavení elementů technického objektu z hlediska jejich součinnosti pro dosažení funkce systému, určení jejich pořadí, popř. také otázky volby vhodných vstupních a výstupních veličin mezi elementy objektu, blíže S. Fletcher & A. Kleinteich, (2018). Uvedení autoři doporučují pro rozvoj systémového myšlení o technice a technologiích objekty a s nimi prováděné činnosti dobře strukturované, pro žáky uchopitelné, s jasně odlišitelnými prvky (např. vodní elektrárna - turbína, generátor, transformátor …) a zahrnující širší souvislosti přírodní i společenské (význam a náklady na zbudování vodní elektrárny, dopady na přírodu, další možnosti využití). S tím souvisí i vhodnost návaznosti technických objektů a činností uplatněných ve výuce na předchozí herní činnost žáků; což bylo konstatováno v řadě oborově didaktických prací (i autory v této stati uvedenými).

Tyto teze či principy technického systémového myšlení jsou/mohou být uplatňovány postupy spočívající v analýze problematiky a získávání informací a následně vyúsťující v syntetizující návrhy řešení či postupu a ve výběr optimálního řešení - pokud možno dle explicitně formulovaných kritérií (formulovaných na základě výsledků činnosti analytické). Činnosti s technikou a technické systémové myšlení se tedy lze naučit prováděním těchto činností na objektech „originálních“, na vhodných „trenažerech“ nebo také činností s objekty blízkými. Proto zaměřujeme pozornost na rozvíjení žákova technického systémového myšlení a užití jmenovaných stavebnic považujeme za přínosné.

Jedním z důvodů je, že žákova práce se stavebnicemi i ve výuce může navázat na předchozí herní činnosti se stavebnicemi. V takových hrách jsou již obsaženy prvky „technického charakteru“ - vzniká produkt, což je spojeno ve hře i ve výuce s emotivními prožitky (někdy dítě produkt - sestavu stavebnice rozebere, někdy vidíme dlouhou dobu sestavu uloženu, stává se „jeho prostředím“). Je-li běžně uváděno, že hra má vnitřní motivaci prožitkem, ale nemá vnější smysl, tak toto dle G. Graube (2014) v popisovaných „technických hrách“ plně neplatí.

**4 Rozvíjení žákova technického systémového myšlení při činnostech se stavebnicí LEGO**

U námětů k rozvíjení žákova technického systémového myšlení při činnostech se stavebnicí LEGO sledujeme či zohledňujeme, v souladu s J. Stemmann & M. Lang (2018), zda je obsah žákova myšlení zacílen na:

* znalosti vnějších, pro řízení významných prvků systému a jejich uspořádání (tvoří „vnější stranu“ technického objektu),
* znalosti o řízení a zasahování do činnosti objektu.

Jde dále o to, zda v činnosti žáka jde o získávání znalostí nebo o uplatňování znalostí pro oblasti dle tohoto rozčlenění.

Při volbě námětů pro činnost žáků se stavebnicí LEGO tedy usilujeme, aby žák získal koncepční, systémové znalosti, relativně invariantní znalosti o provozu jisté třídy technických objektů či technologických činností. Proto jsou interakce se stavebnicemi ve výuce utvářeny tak, aby pro žáka generovaly dostatek informací o stávajících stavech systému, o souvisejících proměnných a způsobech jejich signalizace. Čím častěji jsou tedy zdůvodněně prováděny změny stavů při manipulaci s technickým systémem, tím větší by měly být získány znalosti o řízení a zasahování do činnosti objektu - v tom spočívají předpoklady pro rozvíjení žákova technického systémového myšlení. S tím pochopitelně souvisí i rozvíjení významného aspektu - schopnost systematické kontroly systému.

***Výchozí technická část:***

* Důležité je vymezení technického systému, hlavního toku, funkce systému, popř. vedlejších toků, přiřadit uvedené k některé základní funkci dle H. Wolffgramma nebo dle S. Fletcher & A. Kleinteich (je třeba provádět jako vysvětlení pro žáky, tedy v didaktických souvislostech).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Metodická část*** (obsahuje náměty k diskusi s ohledem na specifika prezentovaných materiálních didaktických prostředků):

* Jak žák získá potřebné výchozí znalosti (dle studentů).
* Postup výuky zajišťující maximum samostatné činnosti žáků - je prezentováno studentům, respektive oni nacházejí optimální způsob činnosti.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Konkrétní postupy rozvoje technického systémového myšlení***

* Získávané znalosti vnitřního systému technického objektu, jeho konstrukce, prvků, funkcí jeho prvků a jejich součinnosti.
* Získávané znalosti o vnějších, pro řízení významných prvcích a „jejich uspořádání“.
* Získávané znalosti o řízení či obslužných činnostech (*Eingriffswissen*), o zasahování do činnosti objektu (znalosti když - potom).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***Shrnutí***

* Vymezte analytické a syntetické postupy myšlení žáků při výše uváděných činnostech, jaké nachází žák souvislosti (příčinnost, účel - prostředek, pravidla řízení: když – potom).
* Uvažujte, kde je obdobný systém užíván, jaká je možnost vytvořit analogický systém, s totožnou funkcí.

Ovšem ukázala se vyšší náročnost elektrotechniky, z podstaty abstraktní.

# *Soudobé požadavky na výuku robotiky, mj. z hlediska výuky technologie materiálů*

Robotika jakožto věda o robotech ani realita využívání těchto zařízení nezahrnuje pouze roboty ve výrobě, kde je ale zpravidla potřebná komunikace robotů s dalšími technickými objekty tvořícími síť (systém) „v jistém taktu“ a to ve větším rozsahu než při využití robotů v jiných situacích. Zde v oblasti výroby vzniká „výukový problém či rozpor“ - pokud se obecně uvádí, že aplikace robotů umožňující automatizaci je možná tam, kde jsou činnosti prováděny rutinně a opakovaně, potom toto tvrzení bez dalšího vysvětlení představuje výukový problém, popř. nepravdu, pokud si pro oblast výroby uvědomíme rozdíl mezi automatem a poloautomatem, jak je běžně uváděn (do poloautomatu je třeba vložit, popř. ustavit a vyjmout obrobek, tedy člověk provádí tyto rutinní činnosti, zdánlivě jednoduché, které se ale paradoxně daří automatizovat nejpozději).

Dalším problémem spojeným s výukou je, že potřebný „obsah výuky o robotech“ je méně, než by bylo třeba, nabízen didakticky transformován na střední úroveň výukové náročnosti a reálné technické aplikace. Na jedné straně tak spatřujeme dětské či školní stavebnice a velkou pozornost jim věnovanou, na druhé straně až učebnice pro odborníky psané spíš na úrovni studia vysoké školy, např. P. Blecha aj. (2008), J. Skařupa (2007), nově Z. Kolíbal (2016). Střední

úroveň problematiky je tak ve výše uvedeném smyslu relativně volná. Přitom oblasti, které roboty mohou využívat, jsou početné a rozsáhlé (kromě výroby a dalších očekávaných také stavebnictví, zemědělství, sociální služby i doprava) a z našeho hlediska je zajímavé, že můžeme očekávat jejich nástup i do domácností k nejrůznějším účelům.

Manipulace prováděná robotem se může týkat pracovního orgánu a tedy přímo souviset s průběhem technologie, nebo se může týkat manipulace s látkami, materiály či polotovary. I v tom případě lze přímo tuto činnost z hlediska všeobecné technologie (Allgemeine Technologie), mj. H. Wolffgramm (1994 a 1995), může jít o technologii změny místa látky.

Snahy o rozsáhlé začlenění produkční techniky - CNC strojů a jejich systémů se s ohledem na efektivitu využití vynaložených finančních prostředků nejeví jako reálné (vyjma specializovaných studijních a učebních oborů na středních školách připravujících pracovníky pro konkrétní výrobu a na odpovídajících VŠ). Zde je alternativou možnost zapojit do výuky vhodné materiální didaktické prostředky, jejichž pořizovací cena je podstatně nižší, a které na odpovídající úrovni umožňují seznámit studenty s podstatou těchto technologií. Zde se jako vhodné jeví vybrané sety Fischer Technic, robotické konstrukční stavebnice Lego Mindstorms /NXT či EV3/, aj. a dále pak využít např. platformu Arduino spolu s širokou paletou dostupných senzorů. Z hlediska CNC zařízení je dostupný také stavebnicový CNC systém Unimat (www.helago.cz), popř. vybrané stavebnice obráběcích strojů Merkur (www.merkurtoys.cz). Vhodnou alternativou umožňující zpřístupnit žákům a studentům vybrané pricipy využívané i v oblasti CNC zařízení je dnes již ve školství častěji se vyskytující technika 3D tisku, která také umožňuje organicky propojit problematiku ICT, CAD/CAM, grafické komunikace a materiálů a technologií.

Do systému pregraduální přípravy učitelů technických předmětů je vhodné začlenit vybrané partie zaměřené na možnosti využití vhodných robotických stavebnic ve výuce a dále o možnostech začlenění robotických soutěží do výuky, např. First Lego League, RoboCup, a další (týmová spolupráce, stavba a programování robota, využití široké škály senzorů).

**Závěr**

To, čím je Průmysl 4.0 charakterizován, „objektivně“ probíhá a bude nastupovat zrychleně. Nejde tedy o to, zda iniciativa tohoto názvu je pozitivně a „celosvětově“ přijímána nebo není. Průmysl 4.0 a s ním spojené jevy nemůžeme proto z hlediska technického vzdělávání považovat jen za účelovou kampaň. Zatímco změny v průmyslu a ve výrobě lze očekávat jako relativně rychlé a změny v občanském životě a technice v domácnosti budou následovat, jakmile se „vyrobí a restrukturalizují“, bude školství reagovat na tyto změny s jistým zpožděním a je třeba, aby nebylo nadměrné. Je tedy třeba obezřetnost a nepodcenění přicházejících změn.

S těmito změnami bude spojena intelektualizace práce, manuální dovednosti budou vyžadovány především v „nepravidelných, mimořádných“ podmínkách. Vzroste proto význam celoživotního, neformálního a informálního vzdělávání.

**Literatura**

Binder, M. (2015). Inhalt und Thema im Technikunterricht – Eine begriffliche klärung. *Technik im Unterricht*, 40(155), 5-11.

Blížkovský, B. (1996). Úvod do systémové metodologie. In Maňák, J. (ed.) *Kapitoly z metodologie pedagogiky.* Brno: TEMPUS.

Dostál, J. (2017). Průmysl 4.0 a Společnost 5.0 – výzvy pro změnu (nejen) technického vzdělávání. *Technika a vzdelávanie*, 6(1), 49 -54.

Fletcher, S. & A. Kleinteich (2018). Die Entwicklung des technischen Systemdenkens im Übergang von der Primar zur Sekundarstufe. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(1), 85–100.

Graube, G. (2014). Spielen, Lernen und Technik - Das Konstruktionsspiel. *Technik im Unterricht*, 39(151), S. 12 - 16.

Hejný, M. & F. Kuřina (2000). Tři světy Karla Poppera a vzdělávací proces. *Pedagogika*, 50(1), 38-50.

[*Iniciativa Průmysl 4.0*](https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf) (2016). Praha: MPO ČR. Dostupné na: https://www.mpo.cz//dokument176055.html, popř. https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf

Iniciativy Průmysl 4.0, Práce 4.0 a Vzdělávání 4.0. (2016). *Newsletter EQF,* 3(2). Dostupné na: http://www.nuv.cz/eqf/iniciativy-prumysl-4-0-prace-4-0-a-vzdelavani-4-0

*Jsme připraveni na Průmysl 4.0.* (2017). Dostupné na: http://ezu.cz/prumysl-4-0-2/

Národní vzdělávací fond, o.p.s. (2016). *Iniciativa práce 4.0*. Praha: MPSV ČR. Dostupné na: https://portal.mpsv.cz/sz/politikazamest/prace\_4\_0

Riedl, A. (2003). *Didaktik II – Berufliche Bildung* [online]. München: Technische Universität, [cit. 2004-11-15]. Již nedostupné.

Stemmann, J. & M. Lang. (2018). Eignet sich die logfilegenerierte Explorationsvollständigkeit als Prozessindikator für den Wissenserwerb im problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten? *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(1), 185–199.

Štech, S. (2009). Zřetel k učivu a problém dvou modelů kurikula. *Pedagogika*, 59(2), 105-115.

Tenberg, R. (2016). Wie kommt die Technik in die Schule. *Journal of Technical Education (JOTED),* 4(1), 11-21.

Tenberg, R. & Pittich, D. (2017). Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die technische Berufsausbildung. *Journal of Technical Education (JOTED),* 5(1), 27-46.

Wolffgramm, H. (1994). *Allgemeine Technologie. Band 1. Teil 1.* Hildesheim: Verlag Franzbecker.

**Kontaktní adresa:**

Martin Havelka, Mgr., Ph.D.,
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, tel.: 00420 585 635 812, fax +420 585 231 400, e-mail: martin.havelka@upol.cz

Jiří Kropáč, doc. PaedDr., CSc.,
Katedra technické a informační výchovy, Pedagogická fakulta UP, Žižkovo nám. 5, 771 40 Olomouc, ČR, tel.: +420 585 635 803, e-mail: jiri.kropac@upol.cz