

NĚKTERÉ PSYCHOLOGICKÉ ASPEKTY PŘI ŘEŠENÍ KONSTRUKČNÍCH PROBLÉMŮ A JEJICH PROMÍTNUTÍ DO VÝUKY STUDENTŮ-KONSTRUKTÉRŮ

Ladislav Němec

ZČU v Plzni, FST-KKS, nemecl@kks.zcu.cz

SOME PSYCHOLOGICAL ASPECTS IN MACHINE DESIGNING AND THEIR PROJECTION INTO THE TEACHING OF STUDENTS-DESIGNERS

Abstract: *The paper deals with the scientific model of machine design, respecting the principle of natural brain activity, so-called „problem solving“ and its application in teaching of students at the Department of machine design. There are some psychological aspects of creative work as well that this model help to solve.*

Key words: *problem solving, model, design*

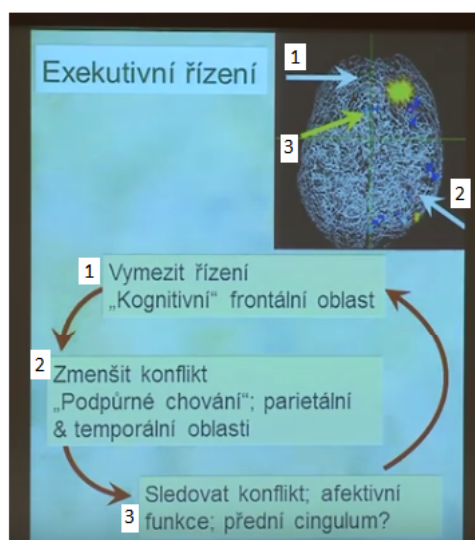
ÚVOD

Konstruování je obecně považováno za vysoce kreativní činnost. Současně s tímto faktem společnost požaduje, aby proces konstruování byl i maximálně efektivní. Zamysleme se krátce nad možnostmi, jakými prostředky zvýšit jak kreativitu při konstruování, tak i jeho efektivnost. Výzkumníci, uvažující v minulosti nad tímto problémem, tušili, že za zdánlivě zcela intuitivní a tvůrčí činností konstruktéra existují určitá pravidla, zákonitosti, snad i axiomy. Z toho důvodu vznikaly, typicky v druhé polovině minulého století, různé souhrny instrukcí, pokynů, pravidel a algoritmů, jak se má „racionálně konstruovat“. Lze konstatovat, že v komplexním zhodnocení tyto „způsoby racionálního konstruování“ přinášely pouze dílčí zkvalitnění výsledků konstruktérské práce.

„PROBLEM SOLVING“ JAKO PŘIROZENÁ ČINNOST LIDSKÉHO MOZKU I JAKO POSTUP ŘEŠENÍ KONSTRUKČNÍCH ÚLOH

Prof. Hubka [1] v osmdesátých letech min. století při úvahách o procesu konstruování se obrátil k přirozené podstatě řešení obecných problémů běžného života. V jeho pojetí „konstrukční proces“ je „obecný transformační proces, aplikovaný na konstruování, v němž se operand – konstruovaný produkt – transformuje z výchozího stavu (obecné idee, výkresy, ...) na konečný stav (fyzicky zrealizovaný produkt)“ a způsob hledání řešení je formalizován do algoritmu obecného

řešení problémů, tzv. „Problem solving“. Tento přístup se zcela ztotožňuje se závěry psychologů o činnosti mozku lidí při řešení úkolů. Dle nich se na veškeré úlohy, které lidský mozek řeší, můžeme dívat jako na obecné řešení problémů – „problem solving“. Při něm různé tzv. „exekutivní funkce myšlení“ (funkce, které se aktivují, když mozek řeší nějaký problém) probíhají v okruhu tzv. „exekutivního řízení“. Psychiatr Cyril Höschl uvádí i experimentální doložení procesu „problem solving“, odehrávající se v mozku, spolu s určením částí mozku, které se aktivují při jednotlivých krocích jeho „exekutivního řízení“, obr. 1.



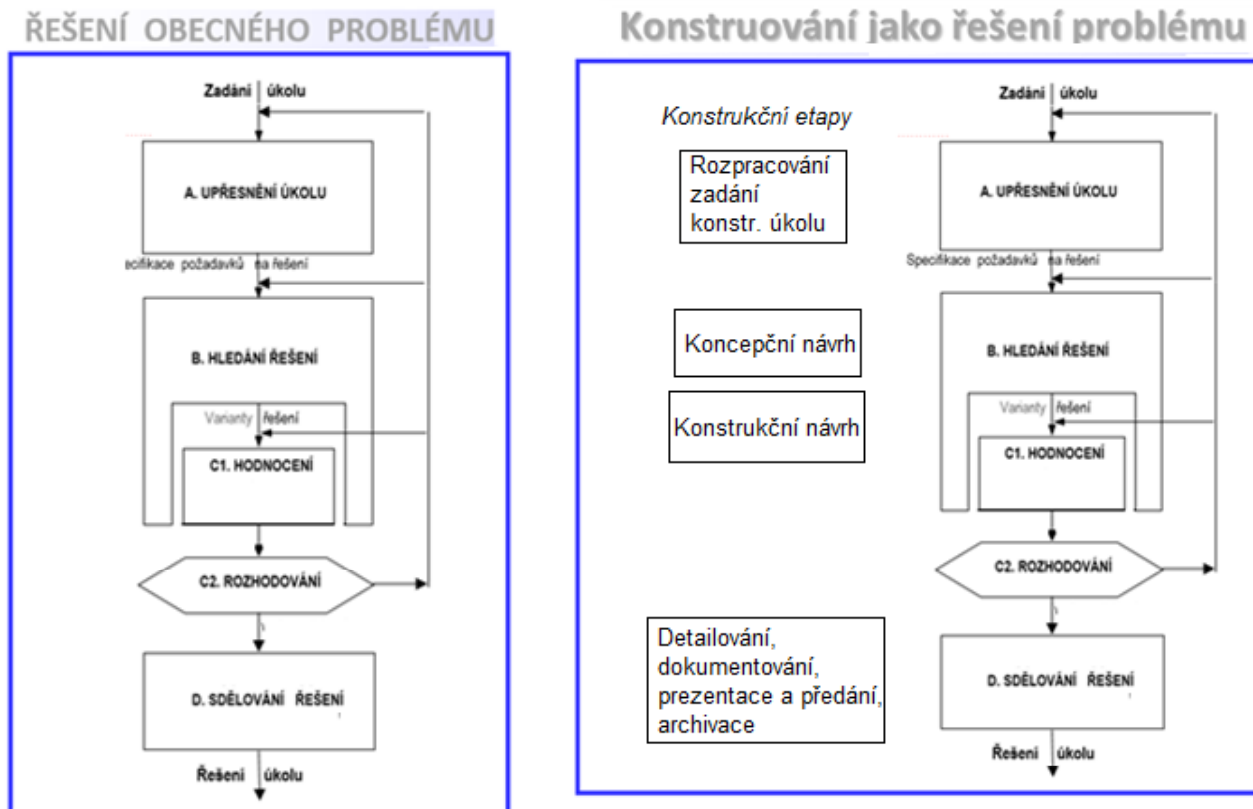
Obr. 1 Aktivace částí mozku při řešení jednotlivých částí algoritmu „problem solving“

„Vymezení řízení“ (neboli „definování problému“), provádí kognitivní oblast čelního laloku (která je u lidí značně větší a výkonnější než u ostatních živých tvorů). Pak se musí nedefinovaný problém nějakým způsobem vyřešit (v použité terminologii „zmenšit“), což patří do fáze „podpůrného chování“, které zajišťuje parietální a temporální lalok a v závěru se pak musí vyhodnotit úspěšnost řešení (tzv. „sledovat konflikt“), což je afektivní úloha, za níž zodpovídá přední cingulum. Toto se opakuje v cyklech a tvoří zmíněné exekutivní řízení, neboli cyklus „problem solving“. [2]

MODEL ŘEŠENÍ OBECNÉHO PROBLÉMU A ŘEŠENÍ KONSTRUKČNÍHO PROBLÉMU

Badatelé, zabývající se vědeckým zkoumáním procesu konstruování (Hubka, Birkhofer Eder, Hosnedl a další) nezávisle na medicínských výzkumech činnosti mozku, na základě racionální analýzy řešení problémů, teorie technických systémů, atd., postupně sestavili model řešení obecného problému, posléze z něj model řešení konstrukčního problému, který se v zcela shoduje s výše uvedeným fyziologickým modelem řešení obecných úloh v mozku. Pochopení procesu „problem solving“ v rámci řešení základních konstrukčních kroků a posléze až v řešení celé konstrukční úlohy pak umožnilo sestavit obecný model konstrukčního procesu, v němž se „problem solving“ fraktálně opakuje nad tématem konstruování nějakého produktu.

Prof. Hosnedl ve svých pracech, např. v [3], uvádí tento model řešení obecného tvůrčího problému, který je ve zjednodušené podobě prezentován na obr. 2. Z tohoto modelu řešení obecného tvůrčího problému byl odvozen model řešení konstrukčního problému.



Obr. 2 Model (algoritmus) řešení obecného problému a konstrukčního problému

Vzhledem k tomu, že uvedený model konstrukčního procesu využívá pro mozek přirozený cyklus „problem solving“, připadá studentům použití tohoto modelu v jejich konstrukčních úlohách přirozené, samozřejmé. Tento obecný model konstrukčního procesu navíc studenty obohatí o další postupy a návyky, které by z běžného „intuitivního“ postupu konstruování jinak nezískali. Např. studenti jsou obvykle zvyklí na začátku řešení k obligatorně zadaným požadavkům od zadavatele úkolu si na základě své intuice a svých zkušeností stanovit případně ještě „nějaké“ své (intuitivní, náhodně zvolené) požadavky na konstruovaný produkt. Dotyčný produkt pak zkonstruují a pokud kromě oněch zadaných obligatorních a dodatečných intuitivních požadavků produkt vyhoví i pevnostně, deformačně a cenově, a priori předpokládají, že zkonstruovaný produkt je zkonstruován dobře. Komplexní řešení konstrukčního úkolu dle naznačeného vědeckého modelu konstrukčního procesu umožní v konstrukčním procesu zohlednit širokou škálu vlastností, zahrnout tyto vlastnosti do komplexní specifikace požadavků na konstruovaný produkt a jak v průběhu, tak na konci konstrukčního procesu vyhodnotit úroveň splnění všech stanovených požadavků. Nutno zopakovat, že základním funkčním schématem v tomto konstrukčním procesu je zmíněný cyklus „problem solving“, jehož soustavná aplikace na všech úrovních detailnosti řešení je podmínkou uvedených modelů.

VLIV „PROBLEM SOLVING“ A KONSTRUKČNÍHO MODELU NA NĚKTERÉ PSYCHOLOGICKÉ ASPEKTY KONSTRUOVÁNÍ

Je nutné zdůraznit, že ve zmíněném obecném modelu konstrukčního procesu se principiálně nejedná o souhrn zkušenostních pravidel a instrukcí ve smyslu někdejších obvykle publikovaných „metodik racionálního konstruování“ z éry počátečních snah zracionalizovat konstruování v druhé polovině minulého století. Toto je klíčový fakt, neb mnoho konstruktérů má názor, že schopnost konstruování je výhradně věcí talentu a získaných zkušeností, odmítají proto jakékoliv „návody a instrukce“ a spoléhají se na zkušenosti buď své, nebo převzaté. Kromě adorování intuice a zkušeností je rovněž tak mýtem i opačný názor, že různé „tvůrčí techniky“, např. brainstorming apod., zvýší úspěšnost konstruování! Brainstorming, ani žádná podobná tvůrčí technika sama o sobě člověku nedává jistotu dosažení tvůrčího výsledku. Tyto metody slouží především ke správnému nasměrování v průběhu kreativního procesu, nelze však od nich očekávat vyvolání tvořivosti. Výzkumy rovněž odhalily, že na kreativní potenciál má vliv i druh osobnosti. Být introvertním, flegmatickým či melancholickým jedincem se ukazuje z hlediska míry tvořivosti jako nevýhoda (Žák, 2004) in [4]. Budeme-li považovat konstruování za čistě tvůrčí činnost a zkombinujeme-li je s osobnostními rysy konstruktéra, které příliš nepodporují kreativitu, pak výsledky jeho práce nejspíše nebudou výtečné. Využití vědecky zdůvodněného modelu konstrukčního procesu do značné míry pomáhá **dosahovat výborných konstrukčních výsledků i lidem s přirozeně nižším tvůrčím potenciálem**, ať už z důvodu menší konstrukční fantazie, zkušenosti, momentálního tvůrčího útlumu či z charakteru osobnosti tvůrce.

Další příčina překážek kreativity souvisí s myšlenkovou nepružností a nazývá se **neschopnost změnit úhel pohledu**. Upne-li se řešitel na jeden nápad, nelze očekávat tvořivé řešení úlohy. Tato potíž se často objevuje u skupiny řešitelů. Zabránit upřednostňování jednoho úhlu pohledu nějakými novými podněty je v odpovědnosti facilitátora (Žák, 2004) in [4], resp učitele, vedoucího konstrukční skupinu studentů. Avšak řeší-li student svou úlohu samostatně, nikoliv ve skupině, i zde je nutné dát mu **nástroj, který ho nutí měnit úhel pohledu** na postup řešení úlohy. Zde může být rovněž nápomocen obecný vědecký model konstruování, nutící pohlížet na jednotlivé kroky „problem solvingu“ z více úhlů pohledu. Například při zadání konstrukčních výukových projektů byli studenti vyzváni, aby v rámci úvodní fáze konstruování stanovili požadavky na budoucí zkonstruovaný produkt. Všichni, tj. 100% sledovaných studentů, se při stanovení požadavků na budoucí produkt upnuli výhradně na požadavky na provoz a užívání produktu (tzn. např.: dodržet rozměry; zaručit pevnost vůči poruše, zaručit při provozu, apod.). Žádný student při svém intuitivním stanovení požadavků na konstruovaný produkt nerozšířil úhel svého pohledu z provozní etapy produktu a na další etapy životního cyklu produktu, až k likvidaci. Stejně tak žádný z testované skupiny studentů nezohlednil vstupní požadavky na budoucí produkt např. z hlediska patentové rešerše, z hlediska dostupných materiálů, z hlediska montáže a demontáže, z hlediska vlivu provozu na člověka a blízké i vzdálené okolní prostředí, atd. Studenti při stanovení požadavků na produkt automaticky zúžili úhel svého pohledu na nutnou pevnost a tuhost částí stroje, na výkon stroje, apod. Zohledňování mimoprovozních hledisek již ve svých úvodních úvahách se absolventi většinou učí až v praxi ze zkušeností, avšak při postupů dle vědeckého modelu konstruování je konstruktér zohlednit všechny požadavky včas.

Jedním ze základních aspektů kreativity je **nebát se selhání**. [5] a Pokud konstruktér má obavu, že přílišný výlet po cestě fantazie do pokusů o nová řešení mu v případě neúspěšného pokusu přinese nadměrnou ztrátu času a energie při hledání výchozího bodu a návratu k němu, nejspíše se o ty nové cesty příliš často nepokusí. Tím, že se konstruktér může opřít o **vyzkoušenou mapu konstrukčních kroků** v obecném vědeckém modelu konstrukčního procesu, tzn. že má utříděné a ujasněné jednotlivé kroky v jakési mapě činností a postupuje podle nich, neobává se pak tolik případných nezdarů ve smyslu neúspěšných variant v kterékoliv fázi řešení, neboť se může snadno vrátit k předchozímu výchozímu bodu. Dále pak při řešení konstrukční úlohy podle ověřené mapy činností se konstruktér opírá se o určitou jistotu, že v předchozích fázích **neopomněl respektovat či vyřešit nějaké podmiňující aspekty** úlohy, což by mohlo později vést k selhání při řešení konstrukční úlohy. Správně využívaný cyklus „problem solving“ může též konstruktérovi pomáhat překonávat i další psychologické překážky kreativity, např. respektovat příliš **svazující předpoklady**, „tunelové vidění“ tj. neschopnost **uvažovat v širších souvislostech**, sklon uvažovat **přehnaně „racionálně“**, již zmíněná **neochota tolerovat určitou nejistotu** a přijmout proto první vyhovující řešení, které tuto nejistotu ukončuje, atd. [6]

Uvedené poznatky se snažíme aplikovat do výuky konstruktérů na naší katedře, tzn. konstruktérů v oboru Výrobních strojů a zařízení a v oboru Dopravní a manipulační technika. Dlouhodobě se to týkalo jen studentů navazujícího magisterského studia, kteří mají povinný předmět o konstrukční nauce. Nyní, již třetím rokem, jsme vhodným způsobem rozšířili výuku o vybrané a upravené partie z této konstrukční nauky i pro studenty bakalářského studia. V obou případech se tímto postupem, čím dál častěji, promítají postupy naznačeného vědeckého modelu konstruování i do magisterských a bakalářských kvalifikačních prací. Zde využívání těchto postupů jednak studenty vede k tvůrčím krokům ve smyslu překonávání výše uvedených psychologických zábran a využívání kladných psychologických a metodických podnětů, rovněž i k tvorbě konstrukčních variant, jejich hodnocení a kvalifikovanému výběru suboptimální z nich pro další pokračování práce a v neposlední řadě pak toto umožňuje studentům zaplnit požadovaný počet stran kvalifikační práce smysluplným textem o průběhu konstrukční práce, na úkor nouzového úniku k psaní balastu a la „historie tramvaje“, staženého z internetu.

Ještě důležitějším přínosem tohoto výukového „experimentu“ je to, že absolventi si odnesou příslušné teoretické i praktické znalosti a dovednosti z využívání vědeckého modelu konstruování i do své další konstruktérské praxe.

ZÁVĚR

Z výše uvedeného lze soudit, že optimální činnost mozku při strategii řešení konstrukčního problému je v souladu s jeho přirozenou činností. Základním aspektem, na který je třeba při správném řešení konstrukčních (a obecně všech) úloh se zaměřit, je na jedné straně nutnost s využitím známých psychologických postupů odstranit všechny (resp. co největší jejich počet) brzdící vlivy tvůrčího myšlení, uvolnit mysl od nežádoucích stereotypů, bloků, tj. nejrůznějších psychologických malfunkcí, neboli – respektovat přírodu a připravit mozku podmínky na kreativní myšlení během konstruování (viz např. [7] „bariéry tvůrčí činnosti“ v [8]). Na druhé straně odlehčit mysl od zbytečných „starostí“ s řízením a s režií svých kreativních činností. Jako nástroj dostatečně obecný a s velkým potenciálem aplikovatelnosti v konstrukčních úlohách se jeví vědomá aplikace vědomé aplikování cyklu „problem solving“ a využívání obecného vědeckého modelu konstrukčního procesu. Toto je např. zahrnuto v „konstrukční nauce EDS“ (Engineering

Design Science), nauce zcela racionální, systematické, přitom však nesvazující tvůrčí potenciál konstruktéra.

LITERATURA

- [1] HUBKA, V.: Allgemeines Vorgehensmodell des Konstruierens. Zürich: Fachpresse Goldach, 1980, ISBN 3-85738-012-8, překl. Konstrukční nauka (přel. Hosnedl), Praha: Konservis 1992 a Zürich: Heurista 1995, ISBN 80-901135-0-8
- [2] HOSCHL, C.: *Chemie duše*. Přednáška na Přírodovědecké fakultě UP [online] 14.05.2013 [cit. 20.9.2018]. Dostupné z <https://www.youtube.com/watch?v=SRD4Z9mjGwk&t=3756s>
- [3] HOSNEDL, S.: *Podklady k přednáškám v předmětu KKS/DFX*. Interní materiály, Katedra KKS, ZČU v Plzni, 2016
- [4] JANDÁKOVÁ, J.: *Tvořivost studentů a studentek VŠE*. Bakalářská práce, VŠE Praha, 2011
- [5] RYCHLÝ, J.: *Tvořivost je základ úspěšného podnikání* [online] 4.3.2007 [cit. 24.9.2018]. Dostupné z <https://www.vlastnicesta.cz/clanky/tvorivost-je-zaklad-uspesneho-podnikani/>
- [6] URBAN, J.: *Co omezuje tvořivost a jak ji podpořit?* [online]. 5.4.2017. [Cit. 21.9.2018]. Dostupné z: <https://ebschool.cz/co-omezuje-tvorivost-a-jak-ji-podporit>
- [7] Články. Investiční web: Poznejte největší překážky kreativního myšlení. [online] [cit. 22.9.2018] Dos. <https://www.investicniweb.cz/2012-5-30-poznejte-nejvetsi-prekazky-kreativniho-mysleni/>.
- [8] Články. *Univerzita-Online.cz: Tvořivost a kreativita* [online]. 8.1.2012. [Cit. 2.10.2018] Dostup. <http://www.univerzita-online.cz/mng/psychologie-v-ekonomicke-praxi/tvorivost-a-kreativita/>

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu MSM - SGS - 2019 - 001 "Komplexní podpora konstruování technických zařízení III"