

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA VÝPOČETNÍ A DIDAKTICKÉ TECHNIKY

**SADA ÚLOH SOUVISEJÍCÍCH S KONEČNÝMI AUTOMATY**

**PRO RVP ZV**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Bc. Viola Vrbová**

*Učitelství pro základní školy, obor Učitelství informatiky pro základní školy*

Vedoucí práce: PhDr. Zbyněk Filipi, Ph.D.

**Plzeň 2023**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 30. června 2023

.....  
vlastnoruční podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat všem v mém okolí za neskutečnou trpělivost, kterou se mnou v době zpracovávání diplomové práce měli, jelikož jsem stále mluvila o teoretické informatice, konečných automatech a vnucovala jim na vyzkoušení vzniklé úlohy.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	3
ÚVOD .....	4
1 TEORIE INFORMATIKY A KONEČNÝCH AUTOMATŮ .....	6
1.1 HISTORICKÝ ZÁKLAD INFORMATIKY .....	6
1.1.1 Definice informatiky .....	9
1.1.2 Obory informatiky .....	11
1.2 TEORETICKÁ INFORMATIKA.....	14
1.3 KONEČNÉ AUTOMATY .....	17
1.3.1 Formální definice konečného automatu .....	19
1.3.2 Reprezentace konečného automatu .....	22
1.3.3 Konečné automaty s výstupem .....	25
1.3.4 Porovnání konečného automatu a Turingova stroje .....	26
2 VÝUKA INFORMATIKY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE PODLE RVP ZV .....	28
2.1 VZDĚLÁVACÍ OBOR INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE.....	28
2.1.1 Tematické celky v oboru Informační a komunikační technologie .....	29
2.2 DŮVODY REVIZE RVP ZV V OBLASTI INFORMATIKY.....	31
2.3 VZDĚLÁVACÍ OBOR INFORMATIKA .....	36
2.3.1 Tematické celky v oboru Informatika .....	37
3 KONEČNÉ AUTOMATY VE VÝUCE NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE .....	43
3.1 VÝSTUPY V RVP ZV SOUVISEJÍCÍ S TEORIÍ AUTOMATŮ.....	43
3.2 VYBRANÉ UČEBNÍ MATERIÁLY SOUVISEJÍCÍ S KONEČNÝMI AUTOMATY PRO 2. STUPEŇ ZÁKLADNÍ ŠKOLY ....	45
3.2.1 Základy informatiky pro 2. stupeň.....	45
3.2.2 Bobřík informatiky – ibobr.cz.....	46
3.2.3 Classic CS Unplugged .....	50
4 SADA ÚLOH SOUVISEJÍCÍCH S KONEČNÝMI AUTOMATY.....	52
4.1 ČASOVÁ NÁROČNOST .....	52
4.2 PŘEDSTAVENÍ ÚLOH V PŮVODNÍ PODOBĚ .....	53
4.2.1 Survive(r) KA! a Survive(R) KA! – next level .....	54
4.2.2 Meziplanetární lety.....	56
4.2.3 Automatické dveře .....	56
4.2.4 Zámek na PIN a Mixér .....	58
4.2.5 Automat na limonádu .....	60
4.2.6 Vlaková síť.....	60
4.2.7 Návrh trasy stopovačky .....	63
5 OVĚŘENÍ ÚLOH A DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	65
5.1 DESIGN OVĚŘENÍ ÚLOH .....	65
5.1.1 Vzorek .....	67
5.2 DISKUZE VÝSLEDKŮ .....	69
5.2.1 Výsledky pozorování .....	69
5.2.2 Zpětná vazba od žáků.....	78
5.2.3 Ukázka některých řešení od žáků .....	91
5.3 UPRAVENÁ PODOBA ÚLOH S DOPLNĚNÝMI METODIKAMI.....	101
5.3.1 Survive(r) KA! .....	101
5.3.2 Survive(r) KA! – next level .....	102
5.3.3 Meziplanetární lety.....	104
5.3.4 Automatické dveře .....	104

---

5.3.5	Ověření kódu.....	105
5.3.6	Mixér .....	107
5.3.7	Vlaková síť.....	108
5.3.8	Triple Vlaková síť .....	109
5.3.9	Návrh trasy stopovačky .....	111
ZÁVĚR.....		112
RESUMÉ .....		114
SEZNAM LITERATURY .....		115
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ .....		119
PŘÍLOHY .....		I

## **SEZNAM ZKRATEK**

CS – Computer Science

ICILS – International Computer and Information Literacy Study

ICT – Informační a komunikační technologie

MŠMT – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

NÚV – Národní ústav pro vzdělávání

PIAAC – Program for the International Assessment of Adult Competencies

PRIM – Podpora rozvíjení infromatického myšlení

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP – Školní vzdělávací program

## Úvod

V roce 2021 vyšla v platnost revize rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), která zavádí novou povinnou vzdělávací oblast Informatika, která nahrazuje původní oblast Informační a komunikační technologie. Školy a učitelé musí tuto vzdělávací oblast nejpozději od září 2023 začlenit do výuky na 1. stupni, od září 2024 do výuky na 2. stupni. Revize vnímá informatiku již více jako vědní obor a ne jako předmět určený pro práci s počítačem, což mění původní pojetí vyučovacího předmětu.

Revizi doprovázely různé projekty, které měly za cíl vytvořit materiály, které pomohou školám s výukou nové informatiky. V rámci projektu PRIM (Podpora rozvíjení informatického myšlení) vznikly učebnice Základů informatiky pro 1. a 2. stupeň, v nichž jsou žáci seznamováni s některými pojmy z oblasti informatiky, které dosud v základní škole zavedeny nebyly, ačkoli se s nimi pracuje i v běžném životě. Zcela nově se jedná se i o modelování a grafy z teorie grafů. Informatika jako vědní obor obsahuje spoustu dalších oblastí, které pracují s modely. Jednou z nich je teorie automatů, kde jejím hlavním předmětem zájmu jsou základní výpočetní modely, přičemž nejjednodušším modelem idealizovaného počítače je deterministický konečný automat. A právě i tento model by bylo možné představit žákům na základní škole.

Cílem diplomové práce je vytvoření sady úloh souvisejících s konečnými automaty, které budou naplňovat některé výstupy vzdělávacího oboru Informatika na 2. stupni v RVP ZV v oblasti modelování. Následně budou úlohy ověřeny ve výuce a na základě získaných poznatků z pozorování a zpětné vazby od žáků úlohy upravíme či doplníme a opatříme metodikami. Aby bylo možné vytvořit úlohy související s konečnými automaty, je nutné konečné automaty a pojmy, které se k nim vážou, definovat a ukotvit v kontextu teoretické informatiky a celého oboru informatiky. Následně analyzujeme revizi RVP ZV v oblasti Informatiky a identifikujeme výstupy, které bude možné naplnit prostřednictvím výuky konečných automatů.

Diplomová práce je rozdělena do pěti kapitol. V první kapitole se čtenář seznámí s historií informatiky jako vědního oboru, její definicí a obory informatiky. Dále se zaměříme na teoretickou informatiku, jejíž součástí je teorie konečných automatů. V podkapitole

věnované konečným automatům je uvedeno vysvětlení pojmu konečný automat, formální definice a představujeme možné způsoby reprezentace konečných automatů.

Druhá kapitola charakterizuje informatiku na základní škole před revizí a po revizi vzdělávací oblasti. Uvádíme některé důvody revize RVP ZV v oblasti informatiky a rozdíly a podobnosti mezi starým a novým pojetím.

Třetí kapitola popisuje výstupy uvedené v RVP ZV, které je možné naplnit prostřednictvím výuky konečných automatů. Zároveň jsou zde představeny některé možné učební materiály přímo související s konečnými automaty a oblastí modelování.

Čtvrtá kapitola představuje sadu úloh souvisejících s konečnými automaty v původní navržené podobě. Je zde zdůvodněna odhadovaná časová náročnost a uvádíme návaznost na existující materiály či přímo možnost jejich nahrazení.

Pátá kapitola popisuje ověření úloh ve výuce a představuje vzorek, na kterém ověření proběhne. Shrňme zde výsledky pozorování, uvedeme zpětnou vazbu od samotných žáků a některé výtvary žáků, které v rámci ověření vzniknou. Nakonec zde představíme vytvořené metodiky a změny jednotlivých úloh i celé sady na základě provedeného ověření a poznatků z praxe.



## 1 TEORIE INFORMATIKY A KONEČNÝCH AUTOMATŮ

Informatika jako věda je stále poměrně nový obor, pokud ji porovnáme například s oborem jí nejbližším – matematikou. Mnoho vědních oborů vzniklo mnohem dříve, matematika sahá až do pravěku, fyzika má kořeny ve staré antice, ostatně z historických pramenů dokážeme jmenovat mnoho antických matematiků i fyziků, kteří položili základy těchto věd, které se využívají dodnes; ať již se jedná o některé axiomy či jednoduché zákony. O informatice v těchto dobách nikdo nemluvil. Co informatika je, kde vznikla a co vše je její součástí? Na základě zodpovězení těchto otázek se pak můžeme více specializovat na zvolené téma konečných automatů, které tímto budeme mít pevně ukotvené v kontextu celé informatiky.

### 1.1 HISTORICKÝ ZÁKLAD INFORMATIKY

Informatika je ve velmi úzkém vztahu s matematikou; dalo by se říct, že informatika je na matematice založená. Proto můžeme pracovat s tím, že prvotním základem pro evoluci informatiky bylo číslo (jelikož tomu tak bylo pro matematiku). Díky těmto číslům se postupně vyvinulo „početní myšlení“. Až poté na vyšším stupni se rozvinul matematika (Naumann, 2009, s. 25). Na základě práce s čísly byla stanovena jejich znázornění a číselné soustavy. Základní soustavou se stala decimální, ačkoli počítání s ní nebylo příliš výhodné. Proto vznikaly návrhy na jiné soustavy – dvanáctková, hexadecimální, šedesátková (Naumann, 2009, s. 29–30). O dvojkové soustavě, která je klíčová pro informatiku, se v této době neuvažovalo.

V rámci počtů bylo důležité i ukládat si zaznamenané výpočty, což jsou základy ukládání dat. Často se takto používala různá dřívka, do kterých byly vytvořeny zářezy, nebo uzly na provazech. Výhodou zářezů byla jejich stálost a možnost přiřazení jiného významu k různým druhům zářezů – vruby, řezy, polovruby, plné vruby a šikmé vruby. Tento systém uchování dat používala až do roku 1826 i anglická státní pokladna (Naumann, 2009, s. 44). Někdy však bylo nutné získat mezivýsledky počítání či vyřešit složitější výpočty ve větším rozsahu. K tomu sloužil abakus, starověká početní pomůcka. Jednou z více známých variant abaku je např. klasické počítadlo s kuličkami (Naumann, 2009, s. 46).

Postupně vznikaly další pomůcky k matematickým operacím, ať již se jednalo o různé návody či početní tabulky, které měly pomoci matematice v dalším rozvoji a zároveň

usnadnit práci matematikům. Zajímavé pomůcky vytvořil např. Skot lord John Napier, který se zabýval logaritmy a (co je již informatice velice blízké) duálním systémem. Vytvořil svůj binární abakus, kde základem byly speciálně vytvořené počítací tyčinky popsané mocninami dvou ve stoupajícím pořadí. Stejně tak navrhl Napier algoritmy k převodu mezi dvojkovou a desítkovou soustavou. O Napierově přínosu se však příliš nemluví, na jeho myšlenku se žádný z učenců, kteří se zabývali stavbou počítacích strojů, neodvolával (Naumann, 2009, s. 60–62).

Počítací stroje začaly nejvíce vznikat v období renesance. Nejvíce pokrokovým se stal jeden ze strojů od Gottfrieda Wilhelma Leibnize, který umožňoval uskutečnit všechny čtyři základní početní úkony. Sice se o skutečné funkčnosti a spolehlivosti Leibnizova stroje dlouho pochybovalo, obzvláště co se týče přenosových procesů, ale roku 1990 se podařilo vytvořit precizní kopii, díky které byla prokázána bezchybnost Leibnizova konceptu. Leibniz přispěl ke vzniku informatiky nejen svým strojem, ale i zpopularizováním výhod binárního systému (o kterém již hovořil Napier, ale Leibniz se o jeho přínosu vůbec nezmiňoval). Podle Leibnize platí, že „*K vyvození všeho z ničeho stačí jedna*“. Zároveň tvrdil, že sčítání čísel v binární soustavě je velice snadné a tento způsob počítání by mohl být prováděn nějakým strojem bez kol. Této myšlenky se nepustil, ale již plně konkrétní aplikaci binárního systému nerealizoval, pouze jí na počátku 18. století věnoval pojednání (Naumann, 2009, s. 70–72).

Klíčovou postavou historie formování informatiky byl i Charles Babbage, britský matematik, kryptolog, filozof a vědecký organizátor. Jeho myšlenky na robustnější počítací stroje přišly ve chvíli, kdy měl vytvořit tabulková díla na logaritmické a trigonometrické počty. Zaměřil se na tvorbu stroje poháněného párou, který by mohl uskutečňovat různé výpočty a snažil se svou myšlenku uskutečnit, ačkoli nastalo ve vývoji mnoho problémů. Nakonec i z finančních důvodů nařídila vláda roku 1842 vývoj rozpracovaného stroje zastavit (Naumann, 2009, s. 96–100). Architektura Babbageova navrhovaného počítacího stroje však odpovídá ve všech komponentech stavbě moderního počítače. Můžeme tedy Babbage považovat za vynálezce univerzálního počítačového stroje, základního zájmu budoucí vědecké disciplíny informatiky, ačkoli bohužel on sám nebyl v jeho skutečné realizaci úspěšný (Naumann, 2009, s. 105).

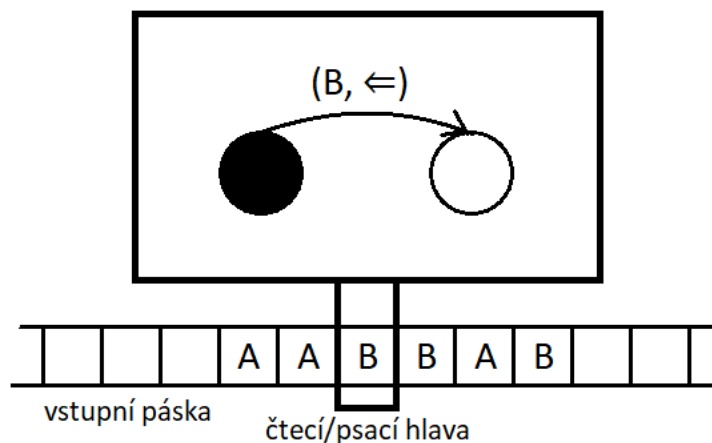
Vznik informatiky velmi ovlivnily právě snahy o zjednodušení matematických prací a zároveň i uchování výsledků, stejně tak i snaha o přenos informací (např. telegraf).

Podstatná je i teorie matematické logiky a matematických algoritmů, důležitým jménem pro historii informatiky je i George Boole, který popsal algebru jako strukturu dvou elementů – 1 a 0. Booleova algebra se stala základem pro logickou strukturu moderního počítače (Naumann, 2009, s. 370). Jedním z důležitých objevů bylo i tvrzení matematika Kurta Gödela ze začátku 30. let 20. století, že axiomatický základ matematiky není dosažitelný, což pomohlo k jistému zpřesnění pojmu algoritmus. Zároveň Gödelovy věty o neúplnosti pomohly formovat zjištění, že některé problémy nemohou být vyřešeny počítačem (Sipser, 1997, s. 2).

Na počátku 20. století se narodil jeden z nejdůležitějších informatiků, který je velmi úzce spjat s teoretickou informatikou – Alan Turing, který se podílel nejen na překonávání kryptologických problémů během druhé světové války, ale vyslovil důležité myšlenky k principu univerzálního počítače, a tím vytvořil model idealizovaného počítačového stroje (Naumann, 2009, s. 239). Roku 1936 představil koncept Turingova stroje a výsledky jeho výzkumu byly velmi významné pro budoucí vývoj moderních programovatelných počítačů (Barwise a Etchemendy, c1993, s. 7).

Turing přistoupil ke zkoumání algoritmů do té doby nezvyklým způsobem – jeho prvním krokem bylo přemýšlet o algoritmech, respektive o jeho zápisu, v symbolech. Každý algoritmický postup by mělo být možné popsat pomocí konečného řetězce symbolů či konečného seznamu instrukcí. Dalším krokem Turingovy analýzy bylo uvažování o algoritmech i jako o procedurách, které se symboly pracují deterministicky. Představil si, že by tento algoritmus mohlo provádět nějaké zařízení, stroj, který pracuje se symboly zapsanými na libovolně dlouhé pásce a zároveň může číst nebo psát pouze jeden symbol najednou na dané pásce. Nebylo podstatné v té době tento stroj sestrojít, ale bylo nutné předpokládat, že postupy prováděné tímto strojem fungují podle nějakého pevného seznamu instrukcí. Turing požadoval, aby každé takové zařízení mělo pouze konečný počet možných stavů a v každém okamžiku musí být přesně v jednom z těchto stavů. Na základě přečtení políčka (z pásky se vstupy) a stavu, ve kterém se nachází, může stroj vykonat jednu ze tří akcí možných akcí – napsat nějaký symbol na pásku, posunout se vlevo či posunout

se vpravo (Barwise a Etchemendy, c1993, s. 17–19). Páska s čtecí hlavou tohoto teoretického stroje je zobrazena na Obrázku 1.



Obrázek 1: Turingův stroj (zdroj: vytvořeno podle (Barwise a Etchemendy, c1993, s. 19)).

Poté již netrvalo dlouho a lidé se začali zabývat tvorbou samotných počítačů, přičemž ty první vznikající do roku 1947 (které by se daly zařadit do 0. generace počítačů) obsahovaly převážně mechanické a elektromechanické spínací prvky, sady spínačů a relé jako paměti. Neměly žádné interní programové ukládání a data byla zadávána pomocí přepínačů, děrných pásek či děrných štítků (Naumann, 2009, s. 197). Nové počítače vznikaly stále ze stejného důvodu – ulehčení práce, automatizace a urychlení výpočtů. Jedním z prvních, kdo se právě vývojem tehdejších počítačů zabýval, byl Němec Konrad Zuse, tvůrce prvního plně automatického, programově řízeného a volně programovatelného počítačového zařízení, jež pracovalo v binárním počtu s pohyblivou řadovou čárkou. Svou prací položil základy pro tvorbu moderních počítačů (Naumann, 2009, s. 199). Práci nejen Konrada Zuse na počítačích se postupně začala formovat a rozvíjet v té době nová vědecká disciplína s názvem *computer science*, jelikož vznikl její hlavní objekt zájmu – *computer*.

### 1.1.1 DEFINICE INFORMATIKY

Každá vědecká disciplína má svůj předmět, který zkoumá, má svou oblast zájmu – oblast zájmu informatiky jako vědecké disciplíny se zformovala v podobě prvního fungující počítače. Tomu všemu předcházely zmíněné historické milníky, díky kterým bylo vůbec možné zformovat novou disciplínu. I proto je velmi složité informatiku definovat (Naumann, 2009, s. 15–16).

Jedno z prvních vyjádření, které by mohlo přiblížit, čím se zabývá informatika, pochází z roku 1967 a bylo publikováno v prestižním akademickém časopise *Science*. Autoři Newell, Perlis a Simon v článku sdělují, že tehdejší profesori informatiky (*computer science*) byli tázáni, co je předmětem studia informatiky. Odpovídají prostě – počítače (*computers*). Odpovídají i na několik otázek skeptiků, přičemž jedna z nich se týká, že pojem počítače není sám o sobě dobře definován a na základě dalšího rozvoje se bude jeho význam dále měnit. To je však podle autorů správně, stejně tak se s postupujícím časem mění fenomény i jiných věd (fyzika 20. století se rovněž věnovala něčemu úplně jinému než antická fyzika, stále to však byla plnohodnotná věda). Z článku je také možné si odnést, že počítače v jejich „definici“ informatiky znamenají „živé počítače“, ve kterých skládáme dohromady hardware a jejich programy a algoritmy. Informatika je tedy podle autorů studium jevů, které se týkají počítačů (Newell, Perlis a Simon, 1967).

O několik let později v roce 1989 panoval podle vyjádření Petera Denninga mimo jiné názor, že „*computer science equals programming*“ (Denning, 1989, s. 9), což Denning rozporuje. Lidé pohybující se v oboru ví, že informatika zahrnuje mnohem více než jen programování – od návrhu hardwaru, architektury systému či strukturování databází, ověřování modelů ad. (Denning, 1989, s. 9). Tento pohled se velmi dotýká samotných počítačů. Denning dále uvádí některé definice, u kterých ale sám uznává, že jsou možná příliš abstraktní a daly by se aplikovat i na jiné obory, například matematiku – „*Informatika je studium reprezentací znalostí a jejich implementací.*“ a „*Informatika je studium abstrakce a zvládnutí složitosti*“ (Denning, 1989, s. 11).

Denning nakonec sám stanovuje svou krátkou definici, která je však podle něj dostatečně obsáhlá. Tato definice o informatice mluví jako o systematickém studování algoritmů, které popisují a transformují informace, ať již se jedná o jejich teorii, analýzu, návrh či kontrolu účinnosti, implementaci a aplikaci. Jako klíčová k určení informatiky se zde jeví základní otázka znějící „Co lze (efektivně) automatizovat?“ (Denning, 1989, s. 12).

Juraj Hromkovič roku 2004 uvádí, že odpověď na otázku „Co je informatika (počítačová věda)?“ je velmi složitá. Definice by měla být exaktní a kompletní, pokud má správně definovat vědeckou disciplínu. Seznamujeme nás tedy s běžně akceptovanou definicí, která v překladu může znít následovně: „*Informatika (počítačová věda) je věda o algoritmickém zpracování, reprezentaci, ukládání a přenosu informací.*“ (Hromkovič, 2004, s. 1). Definice

akcentuje informace a algoritmy jako hlavní objekty, se kterými se v rámci informatiky pracuje a zkoumají se. Ne všichni však mohou být s definicí spokojeni, jelikož zde není přímo zdůrazněna a řečena přesná podstata informatiky a metodologie s ní související (Hromkovič, 2004, s. 1). Definice sama o sobě je však velmi dobře formulovaná – vůbec se zde nehovoří již o samotném počítači (až na původní anglický název, computer science), naopak se zde pracuje se samotnými informacemi, což skvěle nahrává českému označení vědy – informatiky.

Jako poslední uvedeme definici uvedenou v českém IT slovníku: „*Informatika je vědní obor o zpracování a využití informací. V současnosti je však pojem informatika chápán jako věda o počítačích, jelikož ke zpracování informací se dnes používá výhradně výpočetní technika*“ (Co je to informatika?, 2022). Vidíme, že zde jsou uvedeny dva významy, přičemž druhý se týká již dříve zmíněného počítače. Ten je velkou součástí spousty „definic“ či popisů pravděpodobně i z důvodu historického vývoje informatiky, jelikož bez vzniku počítačového stroje, který měl usnadnit práci matematikům, by se pravděpodobně informatika sama o sobě nevyčlenila. Zároveň je však nutné podotknout, že počítače pracují s informacemi a daty, proto je náš český ustálený název informatika v tomto ohledu lepší, než anglický „computer science“, na který narážel i Edsger Wybe Dijkstra větou, která se již dnes stala citátem:

*„Computer Science is no more about computers than astronomy is about telescopes.“*

Pokusů o definování byla spousta, avšak ne všechny definice se shodují, jelikož obor informatiky se v podstatě od svého vzniku stále formuje (kde tento rozvoj je závislý i na státě, proto může být informatika vnímána mírně odlišně v USA a jinak např. v Německu). Informatika se spíše nedá popsat jednou větou, stejně tak každý v ní považuje jiný aspekt jako ten důležitý, který pak následně akcentuje ve své definici.

### **1.1.2 OBORY INFORMATIKY**

Již z toho, jak je složité definovat informatiku pouze jednou větou a jednoznačně, je jasné, že bude zahrnovat spoustu vlastních oborů či podoborů, přičemž každý se bude zaměřovat na mírně odlišnou oblast. Informatika totiž zahrnuje i aspekty matematiky, přírodních věd a např. inženýrství (Hromkovič, 2004, s. 2).

Podle Hromkoviče informatika vyšetřuje různé kategorie „problémů“ jako jsou determinismus a nedeterminismus, náhodnost, informace, pravdivost a nepravdivost, složitost, jazyky, důkazy, znalosti, komunikace, odhad, algoritmy, simulace atd. Velmi přispěla k lepšímu pochopení těchto oblastí (kterými se však nezabývá jako první – již z pohledu do historie víme, že se informatika vyvinula z matematiky, částečně se však těmito tématy zabývá i filozofie) a často i přinesla nový význam pro tyto kategorie (Hromkovič, 2004, s. 2). Kvůli této různé podstatě problémů se pak nabízí i samotné rozdělení informatiky, vědy, na menší obory, přičemž každý se věnuje důkladněji jiné oblasti.

V již zmiňovaném článku z roku 1989 Peter Denning uvedl jisté dělení informatiky<sup>1</sup> na 9 podoborů, které jsou podle něj v daném roce důležité a pokrývají celou oblast informatiky: Algoritmy a datové struktury, programovací jazyky, architektury (systémů), numerické a symbolické výpočty, operační systémy, softwarové inženýrství, databáze a systémy vyhledávání informací, umělá inteligence a robotika, komunikace člověk–počítač (Denning, 1989, s. 12). Toto dělení se spíše vztahuje k využití počítače.

My dále uvádíme dělení i na jiné specializované obory informatiky, které Denningem řečené oblasti rovněž pokrývají, zároveň však pokrývají specializace, kterým se mohou informatici věnovat.

Jeden z oborů informatiky, který je stále velmi blízký matematice, je **teoretická informatika**. Tento obor právě vychází z aplikované matematiky (programování, algebry a teorie rozhodování) a umožňuje mimo jiné i konstrukci překladačů a tvorbu specifických programovacích jazyků (Smutný a Doležel, 2017, s. 202). Do této teoretické části informatiky spadá teorie automatů s formálními jazyky, teorie programování, kódování a šifrování, dále rovněž komprese dat a teorie složitosti, vyčíslitelnosti a komplexnosti (Naumann, 2009, s. 409).

Dalším oborem by mohla být **technická informatika** (což je původně německé označení), který se zabývá spíše samotným technickým zázemím počítače – paměťovými strukturami,

---

<sup>1</sup> Denning v článku používá jak pojem „computer science“, tak „computing“, který je překládaný spíše jako věda o počítačích.

procesorovými strukturami, počítačovou architekturou, návrhy čipů, transakčními systémy a komunikačními sítěmi (Naumann, 2009, s. 409).

Dalším z oborů, které uvádí Naumann, by mohla být **problémově orientovaná informatika** zabývající se samotnými programovacími jazyky, metodami programování, základními datovými strukturami a algoritmy, specifikací a modelováním (Naumann, 2009, s. 409).

Posledním z těchto uvedených oborů je **strojově orientovaná informatika**, která již svým názvem sama říká, že se zabývá více stroji – spadá do ní systémové programování, operační systémy, mikroprogramování, zpracování informací v reálném čase, grafické systémy a rozhraní člověk–stroj) (Naumann, 2009, s. 409).

Nesmíme zapomenout na uživatelsky orientované oblasti informatiky, které propojují informatiku s dalšími disciplínami. Příkladem mohou být **ekonomická informatika, podniková informatika, medicínská informatika, bioinformatika, právní informatika**. Tato propojení spolu velmi efektivně fungují a posouvají limity oborů (Naumann, 2009, s. 410). Dalo by se říct, že dnes se již téměř každá z disciplín propojila s informatikou a vytvořila svůj podobor – **geoinformatika, chemoinformatika** ad.

Naumann ve svém výčtu na rozdělení podobory nezmiňuje například **teorii informace**, o jejíž největší rozvoj se nejvíce zasloužil v 30. letech C. E. Shannon, která se velmi zjednodušeně věnuje samotnému vyjádření míry informace měřené v jednotkách jako jsou byt a bite, přenosu a ukládání této informace (Cejpek, 2005, s. 24). Se samotnou informací pak dále souvisí i **informační věda**, která není přímo totéž, co informatika, ačkoli k tomu název svádí – v širším pojetí ji lze vnímat jako vědu o reprezentaci, prezentaci a recepci informace (Cejpek, 2005, s. 177).

Pro důkladné studium informatiky je nutné mít matematické znalosti a dovednosti, stejně tak je velmi důležité pochopit a ovládat způsob myšlení, který se aplikuje v přírodních vědách a k tomu by měl člověk být schopný pracovat jako inženýr<sup>2</sup> (jelikož informatika je obecně typicky problémově orientovaná a prakticky inženýrská disciplína a zahrnuje nejen technické aspekty inženýrství jako organizace vývojového procesu, formulace strategických cílů a limitů, modelování ad., ale i manažerské aspekty typu organizace a vedení týmu,

---

<sup>2</sup> Nejedná se o titul inženýr (Ing.), ale o překlad slova engineer a jeho význam – člověk, jehož prací je designovat či stavět objekty za použití vědeckých principů. (ENGINEER, 2023) Člověk vykonávající tuto práci však často titul inženýr má, ale někde nemusí být nutností.



plánování, odhad času a termínů apod.). To vše je obrovským požadavkem, avšak zároveň je to největší výhodou získaného vzdělání v informatice. Informatika je vskutku velmi multidisciplinární (Hromkovič, 2004, s. 5).

## 1.2 TEORETICKÁ INFORMATIKA

V předcházející podkapitole věnující se spíše vyjmenování oborů jsme zmínili teoretickou informatiku, která je pro téma této práce nejdůležitější.

Teoretická informatika je jakýmsi přirozeným mostem mezi matematikou a informatikou. Oba tyto obory zároveň profitují ze své propojenosti. Někdo může teoretickou informatiku i díky této úzké provázanosti nazývat královskou disciplínou informatiky, nedá se však přímo říct, který obor informatiky je nejdůležitější. Teoretická informatika se však velmi často potýká s velmi zajímavými výzvami a průlomovými informacemi, jelikož se zabývá téměř samotnou podstatou informatiky. Jednou z těchto výzev je například jeden z problémů tisíciletí („Millennium Problems“) vyhlášených Clayovým matematickým institutem v roce 2000 – problém P versus NP (Theoretical Computer Science, 2022). Ačkoli všechny ostatní problémy jsou spíše čistě matematické, P versus NP souvisí s řešitelností problémů, jejichž řešení lze nalézt deterministickým či nedeterministickým Turingovým strojem. Problém zatím stále nebyl vyřešen a dokázán, ačkoli existuje očekávané řešení. Nejen díky této výzvě je teoretická informatika podle Hromkoviče (2004) „*fascinating scientific discipline*“. V porovnání s technickými a aplikovanými oblastmi informatiky je teoretická informatika silně spjatá se základními otázkami o existenci algoritmických řešení, fyzických limitů vypočitatelnosti, metodologie designování algoritmů ad. Je velmi interdisciplinární, ale kvůli propojenosti s matematikou nemusí být velmi často pro studenty motivující, jelikož ji vnímají jako příliš složitou (Hromkovič, 2004, VII). Teoretická informatika však poskytuje nezbytné teoretické základy pro celou informatiku, což se dá doložit i několika důvody, které uvádí ve své publikaci Hromkovič (2004, s. 5).

Jedním z důvodů je *filozofická hloubka*. Ačkoli to zní zvláště, tak teoretická informatika dává částečné i kompletní odpovědi na filozofické otázky typu:

- Existují nějaké problémy, které nejsou automaticky (algoritmicky) řešitelné? Pokud ano, kde se nachází hranice mezi řešitelností a neřešitelností?
- Jsou nedeterministické a randomizované procesy schopné toho, čeho deterministické procesy ne? Je nedeterminismus lepší (efektivnější) než determinismus?
- Jak lze definovat obtížnost problémů?
- Kde jsou hranice „praktické“ algoritmické řešitelnosti?
- Co je matematický důkaz? Je složitější najít matematický důkaz algoritmicky než ověřit správnost daného důkazu algoritmicky?
- Jak definovat náhodný objekt? (Hromkovič, 2004, s. 6).

Důležité je mít v paměti, že spoustu ze zmíněných otázek není možné formulovat bez znalosti formálních pojmů algoritmus a vyčíslitelnost. Teoretická informatika tím pádem obohatila vědecký jazyk o nové termíny a jejich významy, čímž ovlivnila celkový pohled na svět (Hromkovič, 2004, s. 6).

Dalším z důvodů důležitosti teoretické informatiky je její *použitelnost a velkolepé výsledky*. Teoretická informatika je relevantní pro praxi. Poskytuje metodologické poznatky, které ovlivňují často první strategická rozhodnutí o zpracování algoritmických problémů. Na druhé straně nabízí i konkrétní koncepty a metody aplikovatelné v průběhu celého procesu návrhu a implementace problému. Bez znalostí a konceptů teoretické informatiky by mnoho aplikací a řešení problémů nebylo možných. Zajímavé je položit si otázku, zda je možné, aby dva lidi rozhodli, kdo z nich je starší, aniž by svůj věk prozradili tomu druhému? Je to možné, díky teoretické informatice. A proto je teoretická informatika plná překvapení, odhaluje často dříve neřešitelné problémy (Hromkovič, 2004, s. 6–7).

Znalosti získané v rámci teoretické informatiky jsou v podstatě „dlouhotrvající“, doslova je zde důležitá „*životnost znalostí*“. Ačkoli se celý obor převážně aplikované informatiky neustále vyvíjí na základě nových technologií, koncepty a metodologie teoretické informatiky může posloužit informatikovi podstatně déle, než třeba znalosti získané z oblasti moderního hardwaru (ty jsou v průměru již po 5 letech zastaralé) (Hromkovič, 2004, s. 7).

Nesmíme opomenout, že důležitost teoretické informatice dodává i její *mezipředmětová orientace*. Může být součástí mnoha zajímavých oblastí výzkumu a vývoje, jako mohou být např. lékařské diagnostiky, optimalizace v oblastech ekonomiky, automatické rozpoznávání textu a dalších. Samozřejmě informatika přispívá dalším oblastem, stejně tak ale tyto oblasti přispívají jí. Zajímavým příkladem může být informatické pracování s DNA molekulami – DNA molekuly jsou nositelé informace, zároveň se využívají i k ukládání a přenosu informace. Díky propojení věd jsme si dnes vědomi toho, že molekuly jsou schopny imitovat práci elektronických počítačů (Hromkovič, 2004, s. 7). Pokud se totiž porovná mechanismus buněk zpracovávajících DNA s Turingovým strojem, odhalí se velmi pozoruhodné podobnosti. To právě přivedlo informatiky na myšlenku, že by se biologické molekuly mohly jednoho dne stát surovinou pro nový počítač (Shapiro a Benenson, 2007).

Posledním hlavním důvodem, proč se věnovat teoretické informatice, je *způsob myšlení*. Teoretická informatika povzbuzuje tvorbu a analýzu matematických modelů reálných systémů a povzbuzuje k hledání metod, které povedou k řešení konkrétních problémů. Přesné pochopení, které vlastnosti jsou naprosto přesně znázorněny v modelu (a které jsou pouze přibližné), je hlavním předpokladem k úspěchu ve vědě i v inženýrství. Proto teoretická informatika akcentuje vztahy mezi matematickými koncepty a modely a reálnými problémy. Na základě studia teoretické informatiky si právě může člověk osvojit, jak kombinovat teoretické znalosti s praktickými dovednostmi, a tím pádem rozvinout způsob myšlení, který nám pomůže s problémy reálného světa (Hromkovič, 2004, s. 8).

Vymezení toho, co vše je teoretická informatika, může být velmi složité, v dnešní době se může prolínat nejen s kybernetikou, ale i s umělou inteligencí. Podle Habibally (2021) lze vymežit tři hlavní disciplíny teoretické informatiky:

1. Teorii formálních jazyků a automatů,
2. teorii vyčíslitelnosti a složitosti (souhrnně se dá značit jako teorie algoritmů),
3. logiku (jedná se hlavně o její informatickou část zabývající se problematikou automatického odvozování) (Habiballa, 2021, s. 9).

Teorie formálních jazyků a automatů zkoumá matematické modely jazyků a ujasňuje a zavádí relativně intuitivní pojmy jako jsou abeceda, slova a jazyky. Zároveň definuje gramatiku jako jistý model generátoru jazyka a model, který jazyk vytvořený podle pravidel gramatiky akceptuje – automat. Poznatky z této teorie jsou velmi významné pro již

zmíněnou kybernetiku a umělou inteligenci, stejně tak i pro obory informatiky (Habiballa, 2021, s. 12).

Teorie vyčíslitelnosti a složitosti zkoumá, jak (a zda) jsou problémy řešitelné algoritmicky. Pojem algoritmus formuloval v souvislosti s Turingovým strojem Alan Turing, stejně tak i pojmy rozhodnutelnost a částečná rozhodnutelnost (Habiballa, 2021, s. 12–13). Teorie složitosti se oproti vyčíslitelnosti spíše zaměřuje na čas související s algoritmem a problémem – zjišťujeme, jaké problémy jsou řešitelné v „rozumném“ čase i prostoru (Shallit, 2009, s. 19). Obecně tedy zkoumají náročnost, složitost řešitelných problémů, a to buď přímo v podobě náhledu na složitost konkrétních algoritmů nebo vlastnosti tříd, do kterých se dají problémy rozdělit. Do této oblasti spadá např. již zmíněný P versus NP problém (Habiballa, 2021, s. 13).

Logika v matematice silně pomohla s výstavbou jejích teorií, velký význam mají axiomatické systémy i pro informatiku. Význam roste již od 60. let díky umělé inteligenci (Habiballa, 2021, s. 15). Axiomatický systém logiky umožnil vyslovit teoremy vymezené teorií, kalkulem či logikou, přičemž některé z teoremů jsou brány jako základní, axiomy, a umožňují další odvozování nových teoremů (Bokr a Matoušek, 2003, s. 60–61).

### 1.3 KONEČNÉ AUTOMATY

Přiblížili jsme všechny hlavní oblasti teoretické informatiky a důvody, proč má teoretická informatika i přes svou obtížnost a komplexnost smysl a velký význam nejen pro informatiku.

Jedna ze zmíněných tří hlavních oblastí teoretické informatiky, teorie automatů, je pravděpodobně jedna z nejstarších oblastí informatiky. V posledních 60 letech teorie automatů získala prostor v četných oblastech, přičemž rané aplikace teorie automatů zahrnovaly porovnávání vzorů, analýzu syntaxe a ověření softwaru. To vše vyústilo v to, že některé teorie byly aplikovány i do problémů reálného života (D'Souza a Shankar, 2012, ix).

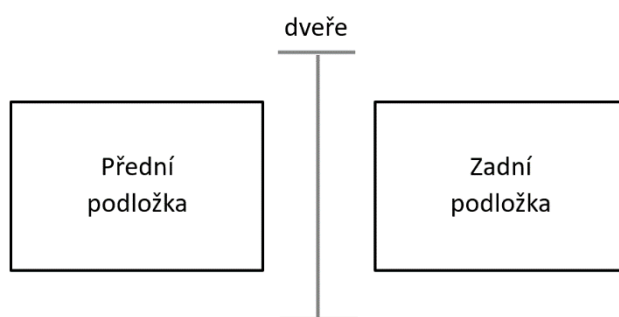
Je dobré hned na začátek poznamenat, že konečným automatem, kterému se budeme z různých existujících druhů automatů<sup>3</sup> nyní věnovat, rozhodně nenazýváme fyzický stroj, který někde reálně existuje sestrojený. Jedná se o jeden z nejjednodušších a základních

---

<sup>3</sup> Všechny automaty závisí na základním nejjednodušším konečném automatu, příkladem rozšířeného automatu může být časovaný automat nebo vážený automat. Spousta dalších automatů může být ještě dalším vývojem v této oblasti nově objeveno a popsáno.

výpočetních modelů (idealizovaných počítačů), přičemž nejjednodušším je přímo specificky deterministický konečný automat. Model si můžeme představit jako konečný ovladač (angl. *finite control*) se čtecí hlavou a páskou s konečným vstupem, která je rozdělená do jednotlivých buněk, přičemž v každém kroku je čtena právě jedna buňka, která může ovlivnit vnitřní stav systému – pak se může čtecí hlava přesunout na další buňku na pásce (dopředu – není možné se vracet). Jakmile hlava naskenuje celý vstup, projde skrze všechny buňky, zjistíme, zde se stroj se nachází v některém ze stanovených konečných stavu. Pokud ano, vstup byl přijat (accepted), jinak dochází k jeho odmítnutí (rejected) (Shallit, 2009, s. 4).

Konečné automaty jsou dobrými modely znázorňující počítače s extrémně omezenou pamětí. S těmito počítači se člověk setkává v reálném životě poměrně často – díky nim fungují různá elektromechanická zařízení. Jednoduchým příkladem mohou být automaticky otevírané dveře v supermarketech či v nemocnicích, se kterými se setkal každý. Otevírají se ve chvíli, kdy zaznamenají přicházející osobu, kterou rozpoznají díky podložce pro detekci. Existuje zde ještě druhá podložka v zadní části dveří, aby ovládací jednotka udržela dveře otevřené přesně tak dlouho, aby osoba mohla bez problémů projít a aby dveře při otevření nenarazily do někoho stojícího za dveřmi (Sipser, 1997, s. 31–32). Na mysli máme automatické dveře, které se neotevírají posunem do strany, kde by nikomu nemusely ublížit, ale do prostoru k zadní detekční podložce, křídlové dveře. Na Obrázku 2 přikládáme náčrt pohledu shora na tyto dveře a detekční podložky.



Obrázek 2: Dveře a detekční podložky (zdroj: vytvořeno podle (Sipser, 1997, s. 31).

Ovládací jednotka může být vždy pouze v jednom ze dvou stavů – otevřené dveře (OTEVŘENÉ) či zavřené dveře (ZAVŘENÉ). Stejně tak existují čtyři různé vstupy, na jejichž základě se tato ovládací jednotka rozhodne, v jakém stavu bude. Vstupy jsou určovány díky podložkám u dveří – buď někdo stojí na přední podložce (PŘEDNÍ), na zadní podložce

(ZADNÍ), na obou podložkách (OBĚ) nebo na žádné z podložek nikdo nestojí (ŽÁDNÁ). Na základě těchto vstupů ovládací jednotka mění svůj stav (Sipser, 1997, s. 32).

V případě, že dveře budou zavřené a nikdo nebude stát ani na jedné z podložek (vstup ŽÁDNÁ) či někdo bude stát na zadní podložce (ZADNÍ), dveře dále zůstanou stále zavřené i v případě zjištěné detekce z přední i zadní podložky (OBĚ), aby se nestalo, že dveře srazí člověka stojícího na zadní podložce. Jakmile ale někdo dorazí pouze na přední podložku (PŘEDNÍ), změní se stav dveří na otevřené, a poté pokud získá nový vstup OBĚ, PŘEDNÍ či ZADNÍ, dveře stále zůstanou otevřené. Jakmile ovládací jednotka získá za sebou sérii různých vstupů, bude se na jejich základě měnit stav dveří (Sipser, 1997, s. 32).

Tento uvedený příklad má paměť opravdu extrémně malou, pouze jeden bit, která zaznamenává, v jakém stavu se ovladač nachází. Další zařízení již mají paměť i větší – příkladem může být ovládací jednotka výtahu, kde jednotlivé stavy mohou reprezentovat patro, ve kterém se výtah nachází a vstupy jsou signály z tlačítek uvnitř výtahu, které upřesní, do jakého patra má výtah jet či zda se mají například zavřít dveře. Myčka, elektronické termostaty, to vše může fungovat na principu konečného automatu, který je důležité při návrhu mít na paměti (Sipser, 1997, s. 33).

Sipser se vyjadřuje o termostatech z roku 1997, dnešní termostaty mohou fungovat již na sofistikovanějším principu a mohou být např. součástí chytré domácnosti, která již není ovládána jednodušším konečným automatem. Dalším příkladem konečného automatu kolem nás může být např. automat na nápoje – stav automatu určuje množství vhozených peněz.

V samotné informatice a výpočetní technice mají konečné automaty rozsáhlé využití např. při návrhu sekvenčních logických obvodů, protokolů pro komunikaci v počítačových sítích a distribuovaných systémech, v řídicích systémech logického typu nebo při modelování architektury softwarových komponent. Zároveň figurují i v oblasti umělé inteligence, alespoň co se týče jednodušších úloh (Vais, 2017, s. 4).

### **1.3.1 FORMÁLNÍ DEFINICE KONEČNÉHO AUTOMATU**

K přesnému vyjádření konečného automatu bylo nutné zavést definici, která vyřeší všechny nejasnosti ohledně toho, co je a není povoleno v konečném automatu. Formální matematická definice zdůrazňuje i to, že se nejedná o stroj, ale model.

**Deterministický konečný automat A** je uspořádaná pětice prvků,  $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ , kde

- $Q$  je konečná neprázdná množina stavů,
- $\Sigma$  je konečná neprázdná množina vstupních symbolů,
- $\delta$  je zobrazení  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ ,
- $q_0$  je počáteční stav;  $q_0 \in Q$ ,
- $F$  je množina koncových stavů;  $F \subseteq Q$ .

Abychom správně chápali definici, je nutné si dostatečně ujasnit prvky pětice.

$Q$  je množina všech stavů, kterých může konečný automat nabývat. Vrátime-li se k příkladu automatických dveří, jedná se o stav OTEVŘENÉ a ZAVŘENÉ, tedy  $Q = \{\text{OTEVŘENÉ}, \text{ZAVŘENÉ}\}$ . Množina  $Q$  se dá též nazývat jako stavový prostor.

Množina  $\Sigma$  se nazývá rovněž jako abeceda, kterou konečný automat přijímá. S pojmem abecedy souvisí i pojem řetězec  $\alpha$  z prvků konečné množiny  $\Sigma$ , což je libovolná konečná posloupnost prvků této množiny. Pokud budeme mít např. množinu  $\Sigma = \{0, 1\}$ , řetězci prvků této množiny budou binární čísla bez znaménka – může se jednat o řetězce  $\alpha = 0001$ ,  $\beta = 010011$  (Habiballa, 2021, s. 22). V případě automatických dveří vypadá množina  $\Sigma$  takto:  $\Sigma = \{\text{PŘEDNÍ}, \text{ZADNÍ}, \text{ŽÁDNÁ}, \text{OBĚ}\}$ .

Zobrazení  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$  se nazývá rovněž přechodovou funkcí konečného automatu. Tato funkce definuje pravidla pohybu konečného automatu mezi stavovým prostorem určeným množinou  $Q$ , což se děje na základě vstupních symbolů z množiny  $\Sigma$ . Pro příklad, zápis  $\delta(x, 1) = y$ , kde  $x, y \in Q$ ,  $1 \in \Sigma$ , popisuje pohyb ze stavu  $x$  do stavu  $y$ , pokud konečný automat přijme vstup 1 (Sipser, 1997, s. 35). V případě automatických dveří může být jedna z přechodových funkcí mezi stavy definována jako  $\delta(\text{OTEVŘENÉ}, \text{ŽÁDNÁ}) = \text{ZAVŘENÉ}$ . Nutno podotknout, že přechodová funkce nemusí být definována pro všechny dvojice stavů z množiny  $Q$  a vstupní symboly z množiny  $\Sigma$  – taková přechodová funkce  $\delta$  je parciální. Může totiž nastat situace, kdy konečný automat nemá definovaný přechod z daného stavu na základě příchozího vstupu. Vstup je poté zamítnut a konečný automat skončí s chybou. Naopak pokud je přechodová funkce  $\delta$  definována pro všechny dvojice stavů z  $Q$  a vstupy z  $\Sigma$ , deterministický konečný automat se označuje jako úplně určený (Šestáková, 2017, s. 23).

Deterministický konečný automat má vždy právě jeden počáteční stav  $q_0$ , tedy stav, ve kterém se nachází na počátku.

Oproti jednomu počátečnímu stavu však deterministický konečný automat může mít více koncových stavů, kterého pokud konečný automat dosáhne, signalizuje tím přijetí řetězce z abecedy.

Výše uvedená definice určuje deterministický konečný automat, ve kterém platí, že pokud je v daném stavu a přečte další vstupní symbol, naprosto přesně víme, jaký stav bude další – je přesně určen, determinován. Existuje však i nedeterministický konečný automat, který připouští nejednoznačnost stavů. V každém ze stavů může existovat několik možností pro následující stav (Sipser, 1997, s. 47). Nemusí u něj být možné jednoznačně určit, jaký stav bude další, ať již z důvodu, že to nebude vůbec definováno, či kvůli více různým možnostem. Automat může tedy vykonat libovolný z možných přechodů, v každém okamžiku se ale nachází právě v jednom stavu. Mohou existovat i další druhy nedeterminismu – nejednoznačně určený počáteční stav a možnost samovolných přechodů, aniž by automat zpracoval vstupní znak (Vais, 2017, s. 64–65).

Formální definice nedeterministického konečného automatu je velmi podobná definici deterministického konečného automatu. Každý deterministický konečný automat je rovněž i nedeterministickým konečným automatem, jelikož nedeterminismus je zobecněním determinismu. V jistých ohledech se jejich definice proto liší.

**Nedeterministický konečný automat** je uspořádaná pětice prvků,  $A = (Q, \Sigma, \delta, S, F)$ , kde

- $Q$  je konečná neprázdná množina stavů,
- $\Sigma$  je konečná neprázdná množina vstupních symbolů,
- $\delta$  je zobrazení  $\delta: Q \times (\Sigma \cup \{e\}) \rightarrow 2^Q$ ,
- $S$  je množina počátečních stavů;  $S \subseteq Q$ ,
- $F$  je množina koncových stavů;  $F \subseteq Q$ .

Automat se na počátku své činnosti nachází v jednom ze stavů definovaných množinou počátečních stavů  $S$ . Množinu stavů  $Q$  může mít stejnou s deterministickým konečným automatem, stejně tak i abecedu, množinu vstupních symbolů  $\Sigma$ .

V definičním oboru přechodové funkce  $\delta$  se však nenachází pouze množina  $\Sigma$ , ale i symbol prázdného řetězce  $e$ . Ten znázorňuje, že v nedeterministickém konečném automatu se



mohou vyskytovat samovolné přechody mezi stavy, aniž by zpracoval symbol ze vstupního řetězce. Jiný je rovněž obor hodnot přechodové funkce, který představuje množinu všech podmnožin množiny stavů  $Q - 2^Q$ . Uvedené zobrazení množiny všech dvojic do  $2^Q$  definuje možnou nejednoznačnost přechodu mezi stavy, tedy pro konkrétní stav a stejný vstup může být hodnotou přechodové funkce více než jeden stav (Vais, 2017, s. 65). Proto zde můžeme určit pouze to, v jakém stavu by se automat mohl nacházet.

Deterministický i nedeterministický konečný automat rozpoznávají stejnou třídu jazyků. Existuje prokazatelný teorém, který tvrdí, že každý nedeterministický konečný automat má svůj ekvivalentní deterministický konečný automat. I proto lze každý nedeterministický konečný automat převést na deterministický konečný automat, ačkoli může být značně složitější (Sipser, 1997, s. 54–55). Jednou z metod umožňující převod nedeterministického automatu na deterministický je determinizace, jež funguje na základě podmnožinové konstrukce. Vytvořené možné podmnožiny stavů poté prohlásíme za stavy ekvivalentního deterministického automatu. Nejsložitější převod nastane v případě, kdy nedeterministický automat bude mít  $n$  stavů, jemu ekvivalentní deterministický automat tak bude mít  $2^n$  stavů (Šestáková, 2017, s. 45).

Pokud budeme v této práci hovořit čistě o konečném automatu, máme na mysli právě deterministický konečný automat (i z důvodu, že právě z každého nedeterministického jsme schopni získat deterministický konečný automat).

### 1.3.2 REPREZENTACE KONEČNÉHO AUTOMATU

Matematické formální definice jsou podstatné, avšak ne vždy přehledné. Existují další různé možnosti reprezentace konečného automatu, které jsou přehlednější.

V podstatě se všechna zobrazení liší způsobem zápisu přechodové funkce  $\delta$ . Formální zápis jsme již použili v podkapitole o definici, jedná se např. o  $\delta(q, 0) = p$ , kde  $q, p \in Q$  a  $0 \in \Sigma$ .

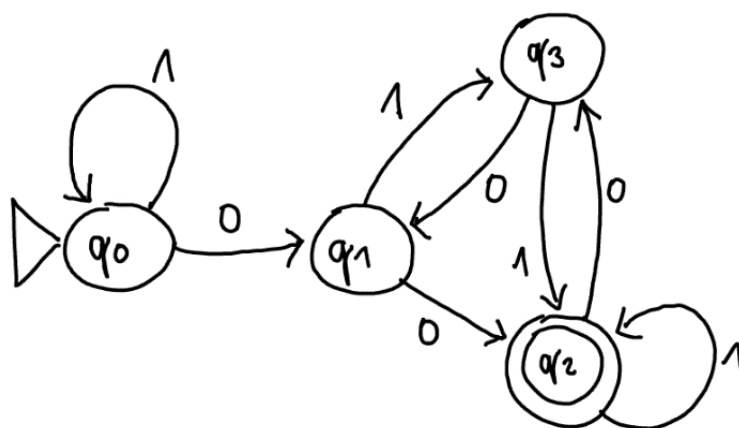
Dále existují tři možnosti popisu konečného automatu:

- stavový diagram,
- tabulka,
- stavový strom.

### Stavový diagram

Pro výukové účely je nejpřehlednější využít stavový diagram (jinak řečeno přechodový graf či stavový graf). Jedná se o grafickou reprezentaci v podobě orientovaného grafu. Vrcholy grafu znázorňují stavy. Pokud se jedná o počáteční stav, vede do něj šipka/trojúhelník. Dvojitě označený vrchol (dvojitý kruh) reprezentuje koncové stavy. Orientované hrany grafu reprezentují právě přechodovou funkci, vedou mezi vrcholy (stavy) a jsou ohodnocené symboly ze vstupní množiny  $\Sigma$ , abecedy (Šestáková, 2017, s. 24).

Mějme konečný automat A, kde  $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ ,  $\Sigma = \{0, 1\}$ ,  $q_0$  je počáteční stav,  $q_2$  koncový stav. Náčrtek stavového diagramu s přechodovými funkcemi je znázorněn na Obrázku 3.



Obrázek 3: Stavový diagram konečného automatu (zdroj: vlastní).

Uvedený stavový diagram znázorňuje úplný konečný automat – z každého vrcholu vychází dvě výstupní hrany, ve vstupní množině  $\Sigma$  jsou rovněž dva prvky.

### Tabulka přechodů

Tabulka přechodů přehledně zobrazuje v řádcích jednotlivé stavy z množiny  $Q$ , v záhlaví sloupců jsou uvedeny všechny vstupní stavy z množiny  $\Sigma$ . V každé buňce tabulky je pak zapsán stav, do jakého se dostaneme z určeného po přečtení daného symbolu (Vais, 2017, s. 10). Stav, který je počáteční, je označen šipkou vpravo, koncové stavy signalizuje šipka vlevo.

Na následující straně je uvedena Tabulka 1, která popisuje konečný automat A, kde  $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ ,  $\Sigma = \{0, 1\}$ ,  $q_0$  je počáteční stav,  $q_2$  koncový stav. Jedná se o stejný konečný automat, který je reprezentován výše stavovým diagramem.

Tabulka 1: Tabulka přechodů konečného automatu.

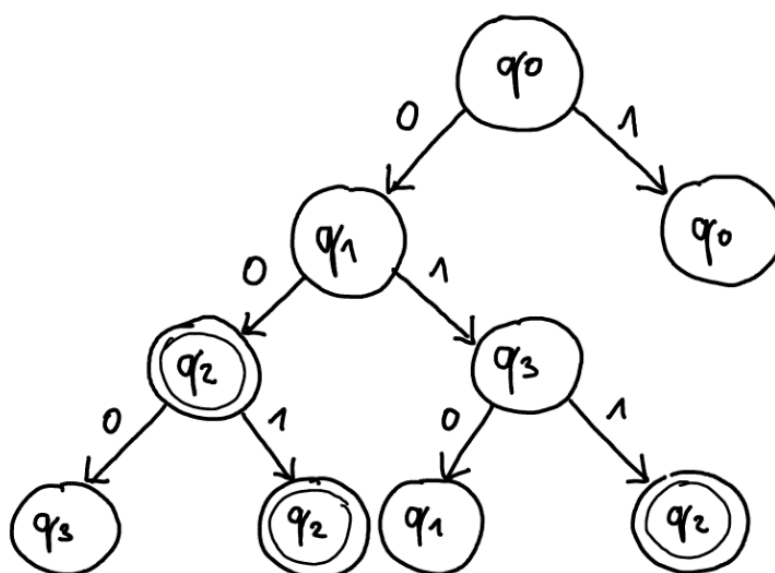
$\delta$ KA	0	1
$\rightarrow q_0$	$q_1$	$q_0$
$q_1$	$q_2$	$q_3$
$\leftarrow q_2$	$q_3$	$q_2$
$q_3$	$q_1$	$q_2$

Z Tabulky 1 lze snadno vyčíst, že např. ze stavu  $q_1$  po přečtení vstupního symbolu 0 konečný automat přejde do stavu  $q_2$ , po přečtení symbolu 1 do stavu  $q_3$ .

### Stavový strom

Strom je jakýsi kompromis mezi tabulkou a stavovým diagramem. Nejlépe se sestavuje na základě tabulky. První uzel symbolizuje počáteční stav, je umístěn nejvýše. Poté začneme tvořit listy stromu, ke kterým vedou orientované hrany, které opět znázorňují přechodovou funkci. Pro každý symbol z abecedy vznikne z každého stavu jedna hrana vedoucí k dalšímu stavu. Strom tvoříme, dokud v listech nevzniknou již jen stavy, které už jsou ve stromu zaznamenány (Vais, 2017, s. 11). Koncové stavy konečného automatu ve všech výskytech ve stromu označíme stejně jako ve stavovém diagramu – dvojitým kruhem.

Stavový strom konečného automatu A, kde  $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ ,  $\Sigma = \{0, 1\}$ ,  $q_0$  je počáteční stav,  $q_2$  koncový stav, je zobrazen na Obrázku 4.



Obrázek 4: Stavový strom konečného automatu (zdroj: vlastní).

### 1.3.3 KONEČNÉ AUTOMATY S VÝSTUPEM

Zatím jsme v definicích hovořili o konečných automatech, které na základě zpracování vstupních řetězců skončili v jistém stavu (přijali řetězec). Pokud se na automaty podíváme tak, že nás zajímá pouze komunikace automatu s okolím, lze rozlišit tři typy konečných automatů:

- Rozpoznávací konečný automat (jím jsme se zabývali nejvíce),
- klasifikační konečný automat (rozděluje řetězce do tříd, funguje jako více rozpoznávacích automatů v jednom),
- konečný automat s výstupní funkcí (Vais, 2017, s. 5).

První dva typy jsou bez výstupu, pracují pouze se vstupními řetězci z množiny vstupních znaků  $\Sigma$ . Konečný automat s výstupní funkcí však na základě vstupů vytvoří i výstup – řetězec, který je složen ze symbolů z množiny výstupních symbolů (Vais, 2017, s. 5).

Příkladem konečných automatů s výstupem mohou být dva podobné modely, Mealyho a Mooreův automat. Mealyho automat má své výstupy asociované s přechody mezi stavy, Mooreův automat oproti němu definuje své výstupy na základě stavů (Shallit, 2009, s. 49).

Pro porovnání s konečným automatem bez výstupu uvádíme definici:

**Konečný automat s výstupní funkcí** je uspořádaná šestice,  $A = (Q, \Sigma, O, \delta, q_0, \lambda)$ , kde

- $Q$  je konečná neprázdná množina stavů,
- $\Sigma$  je konečná neprázdná množina vstupních symbolů,
- $O$  je konečná neprázdná množina výstupních symbolů,
- $\delta$  je zobrazení  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$
- $q_0$  je počáteční stav;  $q_0 \in Q$ ,
- $\lambda$  je zobrazení; v případě Mealyho typu  $\lambda: Q \times \Sigma \rightarrow O$   
v případě Mooreova typu  $\lambda: Q \rightarrow O$

V definici konečného automatu s výstupem se vyskytuje navíc množina  $O$ , ze které se skládají řetězce výstupu. Stejně tak se zde oproti automatu bez výstupu nachází zobrazení  $\lambda$  (výstupní funkce), které může být dvojího typu. Díky této množině a výstupní funkci  $\lambda$  konečné automaty s výstupem mohou fungovat jak translátory; ze vstupního řetězce dokážou vygenerovat jiný výstupní řetězec.

Rozdíl mezi konečným automatem Mealyho typu a Moorova typu je určen tím, k čemu je přiřazen výstupní symbol. U Mealyho typu pracujeme se zobrazením  $\lambda: Q \times \Sigma \rightarrow O$ , které je shodné se zobrazením  $\delta$ , přechodovou funkcí – výstupní symbol tedy souvisí s přechodem z daného stavu do jiného stavu (v reprezentaci konečného automatu by byl výstupní symbol znázorněn u hrany znázorňující přechod). Moorův automat oproti tomu pracuje se zobrazením  $\lambda: Q \rightarrow O$ , výstup je závislý pouze na stavu, ve kterém se automat nachází (Vais, 2017, s. 7).

Z důvodu rozdílných výstupních funkcí jsou výstupy z těchto dvou typů automatů různě dlouhé. Výstupní řetězec z Mealyho automatu je stejně dlouhý jako zpracovaný vstupní řetězec, jelikož výstupní symbol je vygenerován během přechodu mezi stavy. Moorův automat má výstup právě o jeden větší, než je vstupní řetězec, jelikož první znak výstupu je generován na počátečním stavu (Vais, 2017, s. 7).

#### 1.3.4 POROVNÁNÍ KONEČNÉHO AUTOMATU A TURINGOVA STROJE

Turingův stroj je nejobecnější výpočetní model. Můžeme ho vnímat jako zobecnění konečného automatu. Podobnost tkví v konečném počtu stavů a pásce, která obsahuje vstupní slova, řetězce, na základě kterých se stroj rozhoduje, jaký bude jeho následující stav. Hlavním rozdílem je jejich práce právě s touto páskou a její vlastnosti (Hromkovič, 2004, s. 94).

Turingův stroj je více výstižným modelem počítače pro všeobecné použití na rozdíl od konečného automatu, který je více zjednodušený. I přesto však Turingův stroj nedokáže vyřešit určité problémy. V jistém smyslu jsou právě tyto problémy za teoretickými limity vypočitatelnosti (Sipser, 1997, s. 125).

Oproti konečnému automatu Turingův stroj využívá svou pásku jako neomezenou paměť. Jeho hlava není pouze čtecí, ale dokáže i zapisovat, a to v jakémkoli pořadí – hlava se může pohybovat dopředu i zpět. Na počátku páska obsahuje pouze vstupní řetězec. Pokud stroj potřebuje nějakou informaci uchovat, může ji na pásku zapsat. Turingův stroj také pokračuje ve výpočtech, dokud se nerozhodne vydat výstup. To, zda byl řetězec akceptován či odmítnut, je zajištěno vstupem do stanovených akceptujících či odmítajících stavů. Pokud stroj tohoto stavu nedosáhne, bude pokračovat v práci navždy, aniž by se zastavil (Sipser, 1997, s. 126).

Konečný automat si pamatuje pouze stav, ve kterém se nachází. Jelikož může mít pouze konečný počet stavů (pramení z formální definice, kdy množina  $Q$  je konečná neprázdná množina), jeho paměť je rovněž konečná oproti Turingovu stroji s neomezenou pracovní pamětí. Stejně tak konečný automat nemůže na svou pásku cokoli zapisovat, pouze čte jen v jednom směru, nemůže se vracet (Barwise a Etchemendy, c1993, s. 79).

## 2 VÝUKA INFORMATIKY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE PODLE RVP ZV

V České republice je povinná školní docházka trvající 9 let poskytující žákům základní vzdělávání. Během něj si mají žáci osvojit základní vědomosti a dovednosti a rozvíjet kompetence potřebné pro budoucí život. V počátcích povinné školní docházky bylo podstatné trivium – čtení, psaní a počítání. Postupně se přidávaly další důležité oblasti, které se řídily podle požadavků tehdejší společnosti. Se vznikem počítače a postupně se formující informatikou bylo téměř jasné, že práce s počítačem i tato věda bude dříve nebo později součástí základního vzdělávání.

V České republice před vznikem Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) obsah základního vzdělávání určovaly vzdělávací programy a učební osnovy. Informatika nebo výpočetní technika či práce s počítačem v některých byla zahrnuta, např. v *Kompletní pedagogická dokumentace vzdělávacího programu základní škola* z roku 1996 v úpravě z roku 2002, je tematický celek Práce s počítačem součástí povinného předmětu praktické činnosti. Informatika samotná byla pouze jako volitelný předmět a v charakteristice předmětu je uvedeno, že „...je důležité seznámit žáka se základy algoritmizace a programování a rozvinout u něho tvořivou schopnost uplatnit dosažené znalosti a dovednosti při řešení praktických problémů, s nimiž se setkává ve škole i mimo školu“ (MŠMT a kolektiv, 1996, s. 292). Dokument popisuje i učební plán pro třídy s rozšířenou výukou informatiky a výpočetní techniky, který zahrnuje celkem 11 hodin informatiky na 2. stupni ZŠ, jedná se však pouze o vybrané školy.

### 2.1 VZDĚLÁVACÍ OBOR INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE

Roku 2004 vyšel v platnost zákon č. 561/2004 Sb. Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), který zavádí místo původních celorepublikových učebních plánů a osnov rámcové vzdělávací programy (RVP). V nich jsou stanoveny mimo jiné konkrétní cíle a povinný obsah vzdělávání. Podle těchto rámců pak jednotlivé školy zpracovávají své vlastní specifické školní vzdělávací programy, ve kterém více rozpracovávají výstupy stanovené RVP pro daný vzdělávací stupeň a sami určují, jakým učivem plánují výstupy naplňovat (Zákon č. 561/2004 Sb., 2004). Zákon je účinný od roku 2005.

Díky novému RVP ZV byla zavedena vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie zahrnující stejnojmenný vzdělávací obor, který je povinný v základním vzdělávání na 1. i 2. stupni, nikoli volitelný, jako byl dříve předmět informatika. Práce s počítačem byla přesunuta z předmětu praktické činnosti právě do nově vzniklého vzdělávacího oboru.

Ve verzi RVP ZV z roku 2005 je vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie charakterizována jako oblast, která umožní žákům dosáhnout úrovně informační gramotnosti – sami by měli být díky ní schopni ovládat výpočetní techniku i moderní informační technologie, dále pracovat a využívat informace ve vzdělávání i v praktickém životě. Získané dovednosti žákům nadále pomohou k lepšímu uplatnění na trhu práce, stejně tak budou mít větší možnost efektivně rozvíjet své profesní i zájmové činnosti (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 34).

Zvládnutí práce s výpočetní technikou spolu s vyhledáváním a zpracováním informací má žákům pomoci k jistému odlehčení paměti i přesto, že budou mít k dispozici větší množství dat a informací. Výpočetní techniku žáci zároveň uplatní i v jiných vzdělávacích oblastech, ať již se jedná o vzdělávací software či využívání informačních zdrojů. Tato aplikační rovina je pro celý vzdělávací systém velmi důležitá (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 34).

### **2.1.1 TEMATICKÉ CELKY V OBORU INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE**

Obsah oboru Informační a komunikační technologie (ICT) je rozdělen na 1. a 2. stupeň základní školy. U každého tematického celku, které popisují obsah vzdělávání na daném stupni, jsou uvedené očekávané výstupy a možné učivo, kterým lze tyto výstupy naplnit.

Na 1. stupni je učivo rozděleno do tří tematických celků, na 2. stupni do dvou.

#### **Základy práce s počítačem**

Tematický celek Základy práce s počítačem nabízí jako učivo základní pojmy informační činnosti, dále strukturu a popis počítače, jeho periferií a zároveň i jeho funkci. Žáci se mají seznámit s existencí různých formátů souborů, s operačními systémy a jejich základní funkcí, měli by vědět, jak se multimediálně využít počítač a také by měli ovládat základy bezpečnosti práce s využíváním výpočetní techniky a její údržbu. Tento tematický celek je realizován podle RVP ZV pouze na 1. stupni.



Níže uvádíme očekávané výstupy:

- „využívá základní standardní funkce počítače a jeho nejběžnější periferie
- *respektuje pravidla bezpečné práce s hardware i software a postupuje poučeně v případě jejich závady*
- *chrání data před poškozením, ztrátou a zneužitím“ (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 35).*

### **Vyhledávání informací a komunikace**

Tematický celek Vyhledávání informací a komunikace je obsažen na 1. stupni i na 2. stupni.

Očekávané výstupy na 1. stupni zní:

- „při vyhledávání informací na internetu používá jednoduché a vhodné cesty
- *vyhledává informace na portálech, v knihovnách a databázích*
- *komunikuje pomocí internetu či jiných běžných komunikačních zařízení“ (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 35).*

Učivo by mělo zahrnovat základní způsoby komunikace, žáci by se měli seznámit s různými metodami a nástroji vyhledávání informací a jak mají správně formulovat svůj požadavek při vyhledávání na internetu (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 35).

Na 2. stupni tato oblast obsahuje jeden očekávaný výstup:

- „*ověřuje věrohodnost informací a informačních zdrojů, posuzuje jejich závažnost a vzájemnou návaznost“ (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 36).*

Žáci by se zde měli dozvědět např. o vývojových trendech informačních technologií, o hodnotě a relevanci informací a měli by být vedeni k ověřování informací na internetu (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 36).

### **Zpracování a využití informací**

Tematický celek Zpracování a využití informací je co se týče výstupů a učiva na 1. stupni stručný – navržené učivo zahrnuje používání textového a grafického editoru, výstup formuluje práci žáka s textem a obrázkem v textovém a grafickém editoru (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 35).

Na 2. stupni je výstupů pět:

- „*ovládá práci s textovými a grafickými editory i tabulkovými editory a využívá vhodných aplikací*
- *uplatňuje základní estetická a typografická pravidla pro práci s textem a obrazem*

- *pracuje s informacemi v souladu se zákony o duševním vlastnictví*
- *používá informace z různých informačních zdrojů a vyhodnocuje jednoduché vztahy mezi údaji*
- *zpracuje a prezentuje na uživatelské úrovni informace v textové, grafické a multimediální formě“ (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 36).*

Doporučené učivo zahrnuje rastrové a vektorové programy, využití tabulkových editorů, prezentaci informací prostřednictvím např. prezentačních programů, webových stránek a různých multimédií) a informační etiku a ochranu práv (VÚP Praha a kolektiv, 2005, s. 36).

Představené výstupy popisují práci s informacemi a s výpočetní technikou, o které uvažují jako o informační a komunikační technologii. Pokud obsah předmětu porovnáme s definicemi informatiky z podkapitoly 1.1.1, zjistíme, že tento předmět má se samotnou informatikou jako vědou málo společného, většinou pouze prvotní objekt zájmu, který umožnil informatice počáteční vyčlenění – počítač.

Výše uvedené výstupy ve vzdělávacím oboru Informační a komunikační technologie jsou z roku 2005. Podle přehledu úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti neproběhla do roku 2021 žádná úprava<sup>4</sup> vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie, až právě roku 2021 proběhla revize této oblasti a začalo se pracovat s novým pojetím informatiky (Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti, 2022).

Je zajímavé, že školský zákon v paragrafu 4 obsahuje informaci o tom, že „*Rámcové vzdělávací programy musí odpovídat nejnovějším poznatkům: a) vědních disciplín, jejichž základy a praktické využití má vzdělávání zprostředkovat...*“ (Zákon č. 561/2004 Sb., 2004). Informatika, a tedy i oblast informačních technologií, je velmi dynamický obor, který se rychle rozvíjí, i přesto zůstaly výstupy a doporučené učivo po dlouhou dobu beze změny.

## 2.2 DŮVODY REVIZE RVP ZV V OBLASTI INFORMATIKY

Od zavedení RVP ZV měly školy povinnost vyučovat obor Informatika a komunikační technologie, aby reflektovaly svou výukou požadavky dnešní společnosti. Pro tento obor byly vyčleněny celkem 2 povinné vyučovací hodiny, z toho 1 hodina týdně na celý 1. stupeň a 1 hodina týdně na 2. stupeň. Vše se točilo převážně kolem práce s počítačem, ovládnání

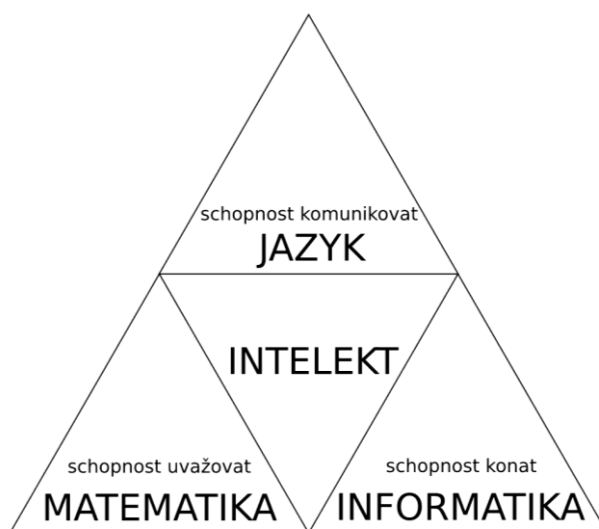
---

<sup>4</sup> Jedno doplnění proběhlo – doplnění o minimální doporučené úrovni pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.

softwaru a vyhledávání informací na internetu. Informatika jako vědní disciplína nebyla přímo brána v potaz, obsah předmětu směřoval spíše k získání jistého druhu gramotnosti.

Drlík a Hvorecký (1992) o více než 10 let dříve před zavedením povinného předmětu Informační a komunikační technologie opakují myšlenku Seymoura Paperta o potenciálu výpočetní techniky podpořit zájem nejen o matematiku. Papert je spoluautorem programovacího jazyka LOGO, který byl původně určen jako pomocník pro výuku dětí, zároveň měl rozvíjet způsob jejich myšlení, které už tehdy Papert označil jako informatické myšlení (Professor Seymour Papert, 2000). Jazyk LOGO je nyní spojován hlavně s výukou programování dětí.

Programování cílí na větší kreativitu a rozvoj myšlení však v povinné oblasti Informační a komunikační technologie není obsaženo (v osnovách před rokem 2004 existoval volitelný předmět Informatika, který mimo jiné právě zmíněné programování a algoritmizaci zahrnoval). Informatika nebyla povinnou součástí, i přesto, že je velmi podstatná i pro formování lidského intelektu. Drlík a Hvorecký (1992) tvrdí, že spolu s matematikou a přirozeným jazykem tvoří „základní trojúhelník“ lidského intelektu (Obrázek 5).



Obrázek 5: "Základní trojúhelník" lidského intelektu (zdroj: vytvořeno podle (Drlík a Hvorecký, 1992, s. 15)).

Autoři spojují „schopnost konat“ s počítačem a výpočetní technikou, zároveň zdůrazňují, že pokud se člověk učí ovládat počítač, rozvíjí schopnost poznávat sebe samého. Pokud totiž pochopí, jak počítač může daný problém řešit, měl by si uvědomit i to, jak by se daný problém obecně dal vyřešit. Pokud člověk bude modelovat různé děje, lépe je pochopí a zároveň si může vyzkoušet řešení problému dřív, než jej bude realizovat ve skutečnosti.

S informatikou právě souvisí i to, že ne všechny problémy je nutné a možné řešit pomocí počítačů (Drlík a Hvorecký, 1992, s. 15) – a o tom by informatika rovněž měla být. Měla by být o modelování situací, o uvědomění si, jaké problémy se řeší, o úvahách o řešitelnosti, o způsobech řešení a použití algoritmů, o lepším zpracování dat apod.; nikoli o nácviku používání aplikací, ale o pochopení principu, jak všechno funguje. K pochopení může pomoci mimo jiné využití digitálních technologií – díky nim můžeme dále rozvíjet osobnost (a výše uvedenou schopnost konat z trojúhelníku lidského intelektu) a zajistit tím prostor pro rozvoj dalšího druhu myšlení – informatického myšlení (Vrbová, 2021, s. 15).

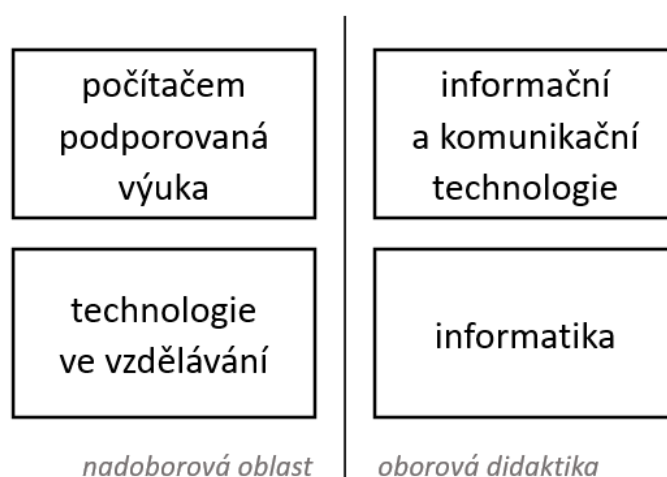
Neumajer (2008) se proti pojetí informatiky ve školství v podobě vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie ohradil předložením několika mýtů a polopravd. Zdůraznil, že ačkoli je informatika jako vědní obor mladá, již je zde přes půl století, a snaží se vyvrátit možný mýtus: „*Informatika je příliš mladá na to, aby mohla mít standardní vzdělávací obsah.*“ Stejně tak zde hovoří o tom, že informatika by rozhodně neměla být zúžena pouze na textový a tabulkový procesor, často přímo pouze na Microsoft Word a Excel, i když si to veřejnost v dané době většinově myslela (Neumajer, 2008).

Neumajer také zmínil, že nízká hodinová dotace informatiky sice může informatiku omezovat, ale školy, které by se v ní chtěly profilovat, mohou její výuku rozšířit díky disponibilním hodinám nebo ji integrovat do jiných vzdělávacích oblastí. Problémem by však bylo v RVP ZV nastavení výstupů, které by již s vyšší hodinovou dotací počítaly, ačkoli by ji ne všechny školy realizovaly i z důvodu absence aprobovaných učitelů. Neumajer v článku předpověděl, že část oblasti Informační a komunikační technologie bude později realizována v jiných vzdělávacích oblastech (např. práce s textovým editorem v jazykových předmětech, tabulkové editory do matematiky apod.). Z uvedených i dalších důvodů je podle něj inovace oblasti a pojetí Informačních a komunikačních technologií v RVP potřeba (Neumajer, 2008).

Štípek a Vaňková (2014, s. 48) zmiňují, že způsob pojetí školské informatiky by měl podporovat rozvoj kompetencí týkajících se nejen schopností učit se v rychle a stále měnícím se prostředí. Žáci by si zde mohli osvojit schopnost rozhodovat a argumentovat, řešit problémy, rozvíjelo by se jejich kritické, informatické a algoritmické myšlení a zároveň by informační předměty měly podpořit i kreativitu samotných žáků. Pojetí oblasti Informační a komunikační technologie bylo podle výzkumu Štípka a Vaňkové (2014, s. 63)

učiteli považováno za nejasné co se týče koncepce a zastaralé – nereflektuje vývoj v oblasti technologií i informatiky – a směřuje více k zaměření obsahu předmětu na uživatelské dovednosti a ovládání kancelářských aplikací a pak na vyhledávání informací (Štípek a Vaňková, 2014).

Vaníček a Černochová (2015, s. 161) zdůrazňují nutnost rozlišení pojmů počítače a informatika. Vymezují čtyři různé oblasti, které všechny souvisí s počítačem a postupně se zformovaly v rámci školské informatiky, jejíž byly původní součástí. Toto rozdělení oblastí mimo jiné pomohlo zformovat i oborovou didaktiku informatiky, jelikož zde rozlišujeme oblasti nadoborové a oblasti oborové didaktiky (Obrázek 6).



Obrázek 6: Oblasti zabývající se počítači v kontextu vzdělávání (zdroj: vytvořeno podle (Vaníček a Černochová, 2015, s. 161)).

*Počítačem podporovaná výuka* se zabývá využitím digitálních technologií ve výuce běžných předmětů, přičemž tyto technologie mají sloužit jako pomůcka k vyučování jiného předmětu, než je informatika – např. digitální učební materiály (Vaníček a Černochová, 2015, s. 161).

*Technologie ve vzdělávání* zkoumají úpravu vzdělávání na základě začlenění technologií do výukového procesu a procesu učení – sem můžeme zařadit např. e-learning, osobní vzdělávací prostředí. Tato oblast se někdy označuje jako digitální pedagogika (Vaníček a Černochová, 2015, s. 162).

*Informační a komunikační technologie (ICT)* se jako obor zaměřuje na uživatelskou dovednost a ovládání digitálních technologií, což vede k digitální gramotnosti. Patří sem např. ovládání kancelářských aplikací, prezentování a úprava počítačové grafiky, což

odpovídá tehdejšímu nejčastějšímu pojetí výuky na školách, zároveň je však odlišné od čtvrté oblasti, *informatiky*, která je ve školním prostředí realizována jen doplňkově a v nepovinných předmětech hlavně v podobě předání základů algoritmizace programováním (Vaníček a Černochová, 2015, s. 162).

Pokud porovnáme poslední dvě oblasti, ICT se zabývá více uživatelským přístupem a ovládním počítače, zatímco informatiku zprostředkovává větší snahu o porozumění počítači (Vaníček a Černochová, 2015, s. 163).

Roku 2016 začal inovace ICT kurikula řešit Národní ústav pro vzdělávání (NÚV), který již odlišuje digitální gramotnost od informatického myšlení s informatikou. Zdůvodňují nutné inovace kurikula tím, že od vzniku RVP ZV zůstávala vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie jako jedna z mála nezměněná v původní verzi. V průběhu let NÚV obdržel několik podnětů, jak oblast upravit a přizpůsobit, ale i z důvodu velké dynamičnosti oboru v průběhu let některé podněty zastaraly (RVP V OBLASTI INFORMATIKY A ICT, © 2011 – 2022).

Tyto podněty byly postupně shrnuty do podoby studie, která zahrnovala analýzu mezinárodních šetření (ICILS, PIAAC), školních vzdělávacích programů, zahraničních kurikul a strategických dokumentů. Pracovali rovněž s analýzou výsledků pedagogického výzkumu v oborových didaktikách a studiem veřejných postojů ke vzdělávání. Na revizi oblasti Informační a komunikační technologie navazuje komplexní revize vzdělávacích oblastí v RVP ZV, kdy se v rámci dílčí revize pokryly základy pro rozvoj digitálních kompetencí v jiných oblastech (PRŮBĚH REVIZÍ ICT KURIKULA, © 2011 – 2022). Následně byl v roce 2018 představen návrh revizí RVP v oblasti informatiky a ICT (RVP V OBLASTI INFORMATIKY A ICT, © 2011 – 2022).

NÚV uvádí několik základních východisek a tezí revize v této oblasti. Jedná se například o zdůraznění nároků na časovou dotaci v učebním plánu, jelikož digitální gramotnost a informatické myšlení není možné úspěšně rozvíjet izolovaně v jednom předmětu ani v jen v některých ročnících – je nutné se rozvoji věnovat v podstatě nepřetržitě během celé školní docházky. Zmiňuje se zde význam informatiky a informatických kompetencí, jelikož informatika se začíná stávat součástí stále více profesí, ale zároveň porozumění informatice uplatní žáci i v každodenních problémech (PRŮBĚH REVIZÍ ICT KURIKULA, © 2011 – 2022).

## 2.3 VZDĚLÁVACÍ OBOR INFORMATIKA

Až do konce roku 2020 se pracovalo na nové koncepci vzdělávací oblasti a vzdělávacího oboru Informatika. Byly zveřejněny a ověřovány alfa verze učebních materiálů, např. vznikly stránky [imysleni.cz](https://imysleni.cz)<sup>5</sup> jako součást projektu *Podpora rozvíjení informatického myšlení* (PRIM) s materiály, na jejichž tvorbě se podílelo 9 univerzit – cílem bylo inovovat obsah původní vzdělávací oblasti a popularizovat vše související s informatickým myšlením ([imysleni.cz](https://imysleni.cz), 2018a).

V lednu 2021 vydal ministr školství Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, jehož přílohou bylo nové znění RVP ZV, který již obsahuje novou digitální kompetenci a vzdělávací oblast Informatika se stejnojmenným vzdělávacím oborem. Opatření nabylo účinnosti 1. září 2021 a školy musí podle nového RVP ZV zahájit vzdělávání nejpozději 1. září 2023, pokud se jedná o 1. stupeň, a 1. září 2024 ve všech ročnících 2. stupně (Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, 2021).

Oznámení této revize vyvolalo diskuze mezi některými odborníky, učiteli i veřejností. Často rezonovala otázka, kde školy seženou tolik aprobovaných učitelů informatiky, jelikož se značně rozšířila povinná hodinová dotace (2 hodiny na 1. stupni a 4 hodiny na 2. stupni). Podstatné bylo také, kde školy seženou vybavení a podle jakých materiálů budou vyučovat, aby byly naplněny požadované výstupy uvedené v RVP ZV. Vybavení však není tím největším problémem – mnoho informatických dovedností se dá rozvíjet i bez počítače, stejně tak se mohou žáci seznámit s koncepty a postupy informatiky jako vědy (Elznicová, 2021).

Revize však již lépe reflektuje požadavky dnešní doby i zavedením digitální kompetence. Užívání digitálních technologií se stává běžnou součástí různých profesí a jejich ovládnutí a pochopení bude základním požadavkem na trhu práce. Tato nezbytná změna oblasti, ačkoli s sebou nese různé překážky v podobě nedostatku metodických materiálů a učitelů informatiky, byla nezbytná. Nesmí se hlavně zapomínat na to, že nově pojatá informatika nemá za cíl vychovat ze všech budoucí programátory, nýbrž naučit je lépe myslet

---

<sup>5</sup> <https://imysleni.cz/>

a rozvinout informatické myšlení, které jim může sloužit jako nástroj k řešení problémů (Elznicová, 2021).

Cílem oblasti Informatika je rozvoj informatického myšlení, stejně tak porozumění základním principům digitálních technologií, čímž se liší od původní oblasti ICT – ta cílila hlavně na získání elementárních dovedností v ovládní technologií. Právě pochopení funkcí digitálních technologií nejlépe přispívá k lepší orientaci v digitálním světě.

Informatika má být založena na aktivních činnostech, kdy žáci budou pracovat s informatickými postupy, které jim usnadní řešení problémů. Díky rozvoji myšlení budou schopni uvažovat o řešitelnosti a nalezení optimálního řešení, zpracovávat data a následně je hlavně dále interpretovat. Podstatné bude i uvědomění si, kdy je vhodné práci přenechat přímo počítači, který může sloužit jako další nástroj k usnadnění práce. To vše bude na prvním stupni rozvíjeno prostřednictvím her, experimentů a dalších aktivit, na druhém stupni by se již mohlo pracovat více s hypotézami a klást důraz na porozumění základním informatickým konceptům a principům (MŠMT a kolektiv, 2021, s. 38).

### 2.3.1 TEMATICKÉ CELKY V OBORU INFORMATIKA

Obsah oboru Informatika je rozdělen na 1. a 2. stupeň základní školy. U každého tematického celku, které popisují obsah vzdělávání na daném stupni, jsou uvedené očekávané výstupy a možné učivo, kterým lze tyto výstupy naplnit. Tematické celky jsou celkem čtyři. Všechny jsou realizovány na 1. i 2. stupni základní školy.

#### **Data, informace a modelování**

Tematický celek Data, informace a modelování je dobře definován svým názvem. Cílí na to, aby žáci pochopili pojmy data a informace, pochopili podstatu kódování dat a osvojili si práci s modely a samotné modelování.

Níže uvádíme očekávané výstupy na 1. stupni:

- „I-5-1-01 uvede příklady dat, která ho obklopují a která mu mohou pomoci lépe se rozhodnout; vyslovuje odpovědi na základě dat
- I-5-1-02 popíše konkrétní situaci, určí, co k ní již ví, a znázorní ji
- I-5-1-03 vyčte informace z daného modelu“ (MŠMT, 2021, s. 39).

V rámci učiva je doporučen sběr dat pozorováním či realizace průzkumu v podobě jednoduchého dotazníku, s čímž souvisí zaznamenání dat různými formami a následné hodnocení dat a vyvození závěrů. Žáci se seznámí s využitím piktogramů a kódů k záznamu,



sdílení, přenosu a ochraně informace a budou jim představeny různé jednoduché modely (myšlenkové a pojmové mapy, schémata, tabulky ad.), které mohou sloužit ke zkoumání, porovnání a vysvětlování okolního světa (MŠMT, 2021, s. 39).

Očekávané výstupy na 2. stupni prohlubují a rozšiřují ty z 1. stupně:

- „I-9-1-01 získá z dat informace, interpretuje data, odhaluje chyby v cizích interpretacích dat
- I-9-1-02 navrhuje a porovnává různé způsoby kódování dat s cílem jejich uložení a přenosu
- I-9-1-03 vymezí problém a určí, jaké informace bude potřebovat k jeho řešení; situaci modeluje pomocí grafů, případně obdobných schémat; porovná svůj navržený model s jinými modely k řešení stejného problému a vybere vhodnější, svou volbu zdůvodní
- I-9-1-04 zhodnotí, zda jsou v modelu všechna data potřebná k řešení problému; vyhledá chybu v modelu a opraví ji“ (MŠMT, 2021, s. 41).

Zde se rozšiřuje práce s daty a klade důraz na získávání informací. Více se zde pracuje s vyhledáváním dat a ukládáním dat i v počítači a různými možnými chybami při interpretaci dat. Kódování má zde svůj samostatný výstup a žáci by se mohli seznámit se standardizovanými kódy a pojmy z informatiky a s jednoduchými šiframi. K modelům známým z prvního stupně (myšlenková mapa, schéma ad.) je možno přidat vývojový diagram a ohodnocené i orientované grafy (MŠMT, 2021, s. 41).

S původní oblastí Informační a komunikační technologie je zde podobnost díky vyhledávání informací a zaznamenávání dat (k čemuž se hodí např. tabulkový procesor).

### **Algoritmizace a programování**

Tematický celek Algoritmizace a programování na 1. stupni obsahuje následující výstupy:

- „I-5-2-01 sestavuje a testuje symbolické zápisy postupů
- I-5-2-02 popíše jednoduchý problém, navrhne a popíše jednotlivé kroky jeho řešení
- I-5-2-03 v blokově orientovaném programovacím jazyce sestaví program; rozpozná opakující se vzory, používá opakování a připravené podprogramy
- I-5-2-04 ověří správnost jím navrženého postupu či programu, najde a opraví v něm případnou chybu“ (MŠMT, 2021, s. 39).

Žáci si osvojí řešení problému krokováním – postup, jednotlivé kroky a různé možnosti zápisu (propojení s předchozím tematickým celkem Data, informace a modelování), uvědomění si opakovaně použitelných postupů v různých situacích. Zároveň by měli

porozumět krokům v postupu a algoritmu a umět je upravit, pak také zkontrolovat své řešení a porovnat s jiným a umět o něm diskutovat. Je zde prostor pro programování v blokově orientovaném programovacím prostředí, kde se spíše jedná o objevování a sestavení jednoduchého programu, u kterého by ale měli umět ověřit jeho funkčnost opakovaným spuštěním a nalézt v něm případné chyby (MŠMT, 2021, s. 40).

Prohlubující a rozšiřující výstupy na 2. stupni zní:

- „I-9-2-01 po přečtení jednotlivých kroků algoritmu nebo programu vysvětlí celý postup; určí problém, který je daným algoritmem řešen
- I-9-2-02 rozdělí problém na jednotlivě řešitelné části a navrhne a popíše kroky k jejich řešení
- I-9-2-03 vybere z více možností vhodný algoritmus pro řešený problém a svůj výběr zdůvodní; upraví daný algoritmus pro jiné problémy, navrhne různé algoritmy pro řešení problému
- I-9-2-05 v blokově orientovaném programovacím jazyce vytvoří přehledný program s ohledem na jeho možné důsledky a svou odpovědnost za ně; program vyzkouší a opraví v něm případné chyby; používá opakování, větvení programu, proměnné
- I-9-2-06 ověří správnost postupu, najde a opraví v něm případnou chybu“ (MŠMT, 2021, s. 41).

Žáci by se zde měli naučit koncepty algoritmizace a dekompozice úlohy, více si osvojit práci s programovacím prostředím (ať již budou programovat čistě softwarově či budou sestavovat program na ovládání robota), složitějšími programovacími strukturami (cykly, větvení) a proměnnými. Algoritmy a programy mají žáci ověřit i změnou vstupů a kontrolou výstupů (MŠMT, 2021, s. 42).

Tento tematický celek v podstatě nebyl vůbec zahrnut v původní vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie. Algoritmizace byla zmíněna pouze před rokem 2005 v obsahu volitelného předmětu Informatika.

### **Informační systémy**

Tematický celek Informační systémy sestává na 1. stupni pouze ze dvou výstupů:

- „I-5-3-01 v systémech, které ho obklopují, rozezná jednotlivé prvky a vztahy mezi nimi
- I-5-3-02 pro vymezený problém zaznamenává do existující tabulky nebo seznamu číselná i nečíselná data“ (MŠMT, 2021, s. 40).

Žáci mají rozpoznat v různých systémech objekty a vztahy mezi nimi a také znát příklady některých systémů z přírody, školy a blízkého okolí. Zároveň by si měli osvojit základy práce se strukturovanými daty (řady, seznamy, tabulky...) (MŠMT, 2021, s. 40).

Na 2. stupni jsou výstupy rozsáhlejší:

- „I-9-3-01 vysvětlí účel informačních systémů, které používá, identifikuje jejich jednotlivé prvky a vztahy mezi nimi; zvažuje možná rizika při navrhování i užívání informačních systémů
- I-9-3-02 nastavuje zobrazení, řazení a filtrování dat v tabulce, aby mohl odpovědět na položenou otázku; využívá funkce pro automatizaci zpracování dat
- I-9-3-03 vymezí problém a určí, jak při jeho řešení využije evidenci dat; na základě doporučeného i vlastního návrhu sestaví tabulku pro evidenci dat a nastaví pravidla a postupy pro práci se záznamy v evidenci dat
- I-9-3-04 sám evidenci vyzkouší a následně zhodnotí její funkčnost, případně navrhne její úpravu“ (MŠMT, 2021, s. 42).

Žáci si uvědomují informační systémy používané ve škole (např. Bakaláři, Škola OnLine), uživatele těchto systémů a jejich práva a činnosti. S tím souvisí vědomí účelu informačních systémů i ochrana dat a uživatelů. Sami žáci mají navrhovat a tvořit evidenci dat, kde budou pracovat s formulací požadavků a různými typy dat a struktur. Dále je součástí učiva hromadné zpracování dat, se kterým souvisí různé funkce, vzorce a řazení, filtrování, vizualizace dat a jistý odhad závislostí (MŠMT, 2021, s. 42).

Opět můžeme najít částečnou podobnost s původní oblastí Informační a komunikační technologie – zpracování dat za pomoci funkcí a vzorců je možné realizovat v tabulkovém procesoru. V novém pojetí se zde ale pracuje i se samotným pochopením informačních systémů a vztahů mezi nimi, nerozvíjí se zde pouze ovládání aplikačního softwaru.

### **Digitální technologie**

Práci s digitálními technologiemi sice žáci často mohou znát z domova, některá pravidla a bezpečnost je však vhodné jim vštípit i v rámci výuky. Stejně tak jim zde můžeme vysvětlit funkčnost jednotlivých zařízení, čímž mohou lépe pochopit efektivní využívání technologií, zároveň se mohou setkat s technologiemi, které neznají.

Tematický celek Digitální technologie velmi souvisí s digitální kompetencí a na 1. stupni obsahuje tyto výstupy:

- „I-5-4-01 najde a spustí aplikaci, pracuje s daty různého typu
- I-5-4-02 propojí digitální zařízení, uvede možná rizika, která s takovým propojením souvisejí
- I-5-4-03 dodržuje bezpečnostní a jiná pravidla pro práci s digitálními technologiemi“ (MŠMT, 2021, s. 40).

Žáci se seznámí s účelem digitálních zařízení a různými prvky v uživatelském rozhraní. Měli by se začít orientovat v souborovém systému počítačů a umět spouštět, přepínat a ovládat různé aplikace. Zároveň se seznámí se základními principy počítačových sítí (propojení), s internetem a využitím sdíleného prostředí. Začnou si osvojovat návyky související s bezpečnou prací s digitálním zařízením související i s důležitostí hesel k uživatelským účtům (MŠMT, 2021, 40).

Na 2. stupni je výstupů pět:

- „I-9-4-01 popíše, jak funguje počítač po stránce hardwaru i operačního systému; diskutuje o fungování digitálních technologií určujících trendy ve světě
- I-9-4-02 ukládá a spravuje svá data ve vhodném formátu s ohledem na jejich další zpracování či přenos
- I-9-4-03 vybírá nejvhodnější způsob připojení digitálních zařízení do počítačové sítě; uvede příklady sítí a popíše jejich charakteristické znaky
- I-9-4-04 poradí si s typickými závadami a chybovými stavy počítače
- I-9-4-05 dokáže usměrnit svoji činnost tak, aby minimalizoval riziko ztráty či zneužití dat; popíše fungování a diskutuje omezení zabezpečovacích řešení“ (MŠMT, 2021, s. 43).

Oproti 1. stupni je zde již zaměření přímo na pojmy hardware a software, části počítače a jejich fungování a využití operačních systémů. Žáci se dostávají více do hloubky a měli by si uvědomit, jak skutečně technologie fungují. Na základě pochopení by měli být schopni řešit jednoduché technické problémy. Žáci prohloubí znalost o principu počítačových sítí a jejich funkčnosti a prvků. Měli by poznat rizika související s počítači, cíle a metody útočníků, nebezpečné aplikace a zároveň znát, jak zabezpečit digitální zařízení i účty a zamezit ztrátě a zneužití dat. I v rámci bezpečnosti by si měli uvědomit svou digitální identitu (MŠMT, 2021, s. 43).

Tematický celek Digitální technologie navazuje na celek Základy práce s počítačem z původní vzdělávací oblasti a vzdělávacího oboru Informační a komunikační technologie, který byl dříve realizován pouze na 1. stupni. Nyní se tomuto věnují i žáci na 2. stupni a mají možnost digitální technologie lépe pochopit – díky jejich pochopení pak mohou zefektivnit jejich využití ve vlastní prospěch a lépe si uvědomovat některé hrozby, což povede k bezpečnějšímu chování v digitálním prostoru.

### 3 KONEČNÉ AUTOMATY VE VÝUCE NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

V RVP ZV jsou definované výstupy, které je nutné v rámci vzdělávání naplnit. Obsahuje i doporučené učivo, díky kterému mohou být výstupy naplňovány. Školy si mohou doporučené učivo různě upravit a doplnit podle vlastní potřeby, což dále specifikují ve svém ŠVP.

Nové pojetí informatiky v RVP ZV pracuje s rozvojem informatického myšlení díky zařazení konceptů informatické vědy. Žáci se v rámci školní informatiky setkají s různými problémy a budou se zabývat i jejich řešitelností, což je součástí nejen teoretické informatiky. V podkapitole 1.2 věnované teoretické informatice jsme uvedli, že teoretická informatika poskytuje nezbytné teoretické základy pro celou informatiku, ačkoli může být kvůli své propojenosti s matematikou studenty považována za příliš složitou. Znalosti z této oblasti mají dlouhou platnost i v dynamicky se měnícím oboru, proto by bylo vhodné některé z oblastí teoretické informatiky začlenit i do školství. Hromkovič (2004, s. 8) také zmiňuje, že teoretická informatika povzbuzuje tvorbu a analýzu matematických modelů, přičemž orientace v modelu (a samotné modelování) je důležitým předpokladem k úspěchu. Díky tomu dochází právě i k rozvoji myšlení potřebného k řešení problémů reálného světa.

Zařadit do výuky na 2. stupni základní školy vybrané kapitoly z teoretické informatiky nemusí být špatný nápad, pokud budou žákům podány přiměřeně a bude díky nim možné naplnit požadované očekávané výstupy. V této kapitole proto uvedeme, jaké výstupy z RVP ZV mají největší vazbu na teorii automatů.

#### 3.1 VÝSTUPY V RVP ZV SOUVISEJÍCÍ S TEORIÍ AUTOMATŮ

Teorie konečných automatů nachází uplatnění jak v problémech z oblasti informatiky, tak v problémech, se kterými se setkáváme v reálném životě kolem nás. Jak již bylo představeno v podkapitole 1.3, konečné automaty reprezentují model jednoduchého počítače s omezenou pamětí, který je využíván ve spoustě jednoduchých zařízení kolem nás. Tvorbou těchto modelů i díky uvědomění si jejich využití dochází k rozvoji myšlení u žáků. Zaměříme se na očekávané výstupy na 2. stupni základní školy.

Již z vyjádření, že konečný automat je výpočetní model, je viditelné propojení s tematickým celkem Data, informace a modelování, který se právě nejen modely a jejich tvorbou zabývá.

Výstupy, které mají největší spojení s teorií automatů a reprezentací automatů, jsou v této oblasti dva:

- „I-9-1-03 vymezí problém a určí, jaké informace bude potřebovat k jeho řešení; situaci modeluje pomocí grafů, případně obdobných schémat; porovná svůj navržený model s jinými modely k řešení stejného problému a vybere vhodnější, svou volbu zdůvodní
- I-9-1-04 zhodnotí, zda jsou v modelu všechna data potřebná k řešení problému; vyhledá chybu v modelu a opraví ji“ (MŠMT, 2021, s. 41).

Výstup I-9-1-03 obsahuje vymezení problémů a určení potřebných informací ke zdárnému řešení. Pokud bude žákům představeno, kde všude se mohou setkat s konečnými automaty, mohli by být schopni si osvojit způsob, jak popisovat funkčnost okolních předmětů. Konečné automaty je možné reprezentovat několika způsoby (podkapitola 1.3.2), jeden z nich je přímo stavový diagram nebo také stavový graf. Funkčnost nejen přístrojů ovládaných jednoduchým počítačem lze právě modelovat pomocí stavového grafu. Pokud žáky napadne jiný způsob popisu, je možné vzniklé modely porovnat, vyhodnotit případně jejich jednoznačnost a na základě toho vybrat vhodnější. Je také možné pracovat s tabulkou přechodů a uvědomit si, že konečný automat může být popsán oběma způsoby. Zde pak může být prostor pro převod mezi tabulkou a stavovým diagramem/grafem či stavovým stromem.

Výstup I-9-1-04 je možné realizovat předložením již vytvořeného stavového diagramu konečného automatu a požádat žáky o popsání daného modelu a jak se chová přístroj, který reprezentuje. Je možné žákům předat i neúplné varianty, např. pokud budeme pracovat s deterministickými konečnými automaty, je možné odstranit některé přechodové hrany a poté diskutovat, co v modelu chybí a jak to napravit, aby bylo vždy jednoznačně sděleno, jak se automat zachová.

Samozřejmě ze stejného tematického celku může s konečnými automaty souviset i výstup „I-9-1-01 získá z dat informace, interpretuje data, odhaluje chyby v cizích interpretacích dat“ (MŠMT, 2021, s. 41), přímo se získáváním dat z daného modelu (v našem případě jedna z reprezentací konečného automatu, ze které žáci vyčtou jeho funkčnost).

Svým způsobem můžeme najít vazbu i na tematický celek Algoritmizace a programování. Vytvoření vhodného modelu může žákům pomoci s rozdělením problému na části a navržením kroků, které povedou k jeho řešení (výstup I-9-2-02). Stejně tak je možné

uvažovat práci s tabulkou přechodů jako součást tematického celku Informační systémy, kde již na prvním stupni žáci pracují se strukturou tabulek a na druhém stupni s úpravou tabulek, avšak zde již k tomuto není výstup, který by měl přímou návaznost. Primárními prokazatelnými výstupy, které lze naplnit díky výuce konečných automatů a úloh s nimi souvisejícími, však zůstávají výstupy I-9-1-03 a I-9-1-04.

Pokud odbočíme od přímé vazby na definované výstupy a zaměříme se na popis vzdělávací oblasti Informatika, nalezneme v *cílovém zaměření vzdělávací oblasti* na straně 38 sdělení, že vzdělávání v této vzdělávací oblasti vede žáka k: „• *komunikaci pomocí formálních jazyků, kterým porozumí i stroje*“ (MŠMT, 2021, s. 38), což směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí. V podkapitole 1.2 jsme uvedli, že teorie automatů je spojována s teorií formálních jazyků, přičemž formální jazyk je to, co konečný automat rozpozná a akceptuje podle svých vnitřních pravidel – gramatiky, která umožňuje popsat strukturu vět formálního jazyka (Habiballa, 2021, s. 10).

## 3.2 VYBRANÉ UČEBNÍ MATERIÁLY SOUVISEJÍCÍ S KONEČNÝMI AUTOMATY PRO 2. STUPEŇ ZÁKLADNÍ ŠKOLY

Materiály související s konečnými automaty, které by byly zaměřeny na výuku na základních školách a zároveň jsou v českém jazyce, se složitě vyhledávají, jelikož jich moc není. Během vyhledávání je nutné se zaměřit na způsoby reprezentace konečných automatů (stavový diagram/graf), nikoli pouze na seznámení s pojmem konečný automat a vysvětlení jeho významu. Materiálů, úloh a cvičení zabývajících se pouze grafy je více, zmíníme např. stránku *umimeinformatiku.cz*<sup>6</sup>, na které se nachází různá cvičení týkající se grafů, nebo připravovanou pracovní učebnici od Taktiku *Informatika v pohodě 7*<sup>7</sup> obsahující modelování pomocí grafů a schémat.

Níže uvádíme zdroje, které mají ke konečným automatům blíž.

### 3.2.1 ZÁKLADY INFORMATIKY PRO 2. STUPEŇ

V rámci projektu PRIM vzniklo několik učebnic, které získaly schvalovací doložku pro základní vzdělávání od MŠMT. Jednou z nich je učebnice *Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ* (Berki a Drábková, 2020). Tato učebnice je primárně určena učiteli, jelikož

<sup>6</sup> <https://www.umimeinformatiku.cz/cviceni-modelovani-grafy>

<sup>7</sup> <https://www.etaktik.cz/informatika-v-pohode-7-pracovni-ucebnice/>



zahrnuje metodické poznámky, doporučení a řešení. Obsahuje aktivity, které se dají realizovat „unplugged“, bez počítačů. Pro nás je nejzásadnější jednotka učebnice s názvem *Modely*, která začíná na straně 36. V ní jsou uvedeny související očekávané výstupy z RVP ZV (I-9-1-03 a I-9-1-04) a představuje zde modely a grafy jako jedny z modelů. V souvislosti s konečnými automaty je nutné znát ohodnocené i orientované grafy, se kterými učebnice seznamuje. Právě díky znalosti konstrukce grafů budou žáci schopni reprezentovat konečné automaty stavovým diagramem či stavovým stromem.

Aktivita 10.4 na straně 43 přímo znázorňuje konečný automat popisující jednoduchý automat na limonádu, který přijímá tři druhy mincí – 1 Kč, 2 Kč a 5 Kč. V samotné učebnici není metodika příliš rozsáhlá a poukazuje na dřívější práci jednoho z autorů učebnice – v té je již skutečně popsán tento model jako konečný automat, kde vrcholy grafu znázorňují jednotlivé stavy automatu a orientované ohodnocené hrany v grafu určují směr přechodu (Berki, 2012, s. 15).

V učebnici jsou zmíněny i další úlohy, u kterých by se dala najít souvislost s konečnými automaty – nachází se v kapitole *Paralelní činnosti*, kterou však sami autoři považují za náročnější a jako nadstavbu (Berki a Drábková, 2020, s. 46). Odkazují zde opět na dříve zmíněný materiál věnující se využití Petriho sítí ve výuce na základní i střední škole (Berki, 2012). Kapitola je v učebnici koncipována na 3 vyučovací hodiny, což bude pro nás odrazovým můstkem pro tvorbu a sestavení sady úloh souvisejících s konečnými automaty a její časovou náročnost, jelikož by právě tato sada mohla figurovat jako jisté „nahrazení“ náročné kapitoly a doplnění učebnice.

### 3.2.2 BOBŘÍK INFORMATIKY – IBOBR.CZ

Českou databázi úloh z mezinárodní soutěže Bobřík informatiky (Bobřík informatiky archiv, 2008 – 2023) zmiňují Berki a Drábková (2020) jako zdroj zajímavých úloh na podobná témata, jako jsou řešena v jejich učebnici. Vybrané úlohy v učebnici i rozebrali, souvisí více s tvorbou samotných grafů či vyznání se v binárním stromě.

My se zaměříme, zda v databázi českých úloh nalezneme některé, které budou přímo pod otázkou zmiňovat souvislost s konečnými automaty (přičemž popis jako grafu neznamena souvislost s konečnými automaty). V archivu testů<sup>8</sup> je možné najít testy z minulých ročníků

---

<sup>8</sup> <https://ibobr.cz/test/archiv>

od roku 2008. Nejvíce nás budou zajímat kategorie Benjamin a Kadet, které zahrnují 6. a 7. ročník ZŠ (Benjamin) a 8. a 9. ročník ZŠ (Kadet). Nahlížet však budeme i do kategorií Junior a Senior, které jsou určeny pro střední školy, jelikož v dobách před revizí informatiky byly některé úlohy pro žáky náročné, avšak některé úlohy snad brzy budou moct řešit žáci i v nižších ročnících jako rozšiřující, jelikož budou disponovat potřebnými znalostmi a dovednostmi díky cílenému rozvoji informatického myšlení.

Následující popsané úlohy jsou všechny brány z archivu (ibobr.cz, 2023), je vždy specifikována kategorie a název úlohy, uveden stručný popis a část vyjádření autorů na otázku „*Co má tato úloha společného s informatikou*“, která uvádí souvislost s konečnými automaty. Není bohužel možné přímo přidat odkaz na řešení dané úlohy v archivu, pouze na spuštění testu v dané kategorii.

Úloha z kategorie *Senior 2010* s názvem *Angličtina* ukazuje vytvořený diagram s kolečky a šipkami, který má studentům pomoci s tvorbou anglických frází. Orientované hrany jsou ohodnoceny různými anglickými slovíčky, je zde určen počáteční stav i konečný stav. Sami tvůrci uvedli u řešení úlohy, že představený diagram reprezentuje schéma podobné konečnému diagramu. Další úlohou z této kategorie je *OX*, kdy je předána řada písmen a instrukcí, které mohou přepisovat již zapsané znaky. Tvůrci uvádí, že to vše reprezentuje konečný automat. Nepracuje se zde však s žádným grafovým modelem, pouze je zde popsán princip funkce.

Kategorie *Junior 2011* nabízí úlohu *Heslostroj*, kde je vytvořen graf s vyznačeným počátkem a koncem. Každá šipka znamená přidání jednoho znaku k heslu. Je zde popsána funkčnost a pravidla, jak se mají písmena v hesle přidávat podle přechodů mezi vrcholy/stavy. Autoři model v úloze popisují jako grafické zobrazení abstraktního stroje.

Úloha *Míchačka textu* v kategoriích *Benjamin 2012*, *Kadet 2012* a *Junior 2012* představuje úlohu, kdy jsou v grafech zobrazeny dva stroje, kdy jeden „slepuje“ zadaná slova a druhý napíše dané slovo pozpátku. Úkolem je doplnit model znázorňující spojené stroje. Autoři zmiňují, že tato úloha patří do kategorie formálních jazyků a automatů. Úloha se v různých kategoriích liší rozdílným popisem svého propojení s informatikou.

V úloze *Sklenice* z kategorie *Junior 2012* chceme po žácích odpověď na otázku, kolik nejméně kroků je potřeba, aby 5 sklenic stálo, když začínáme s jednou překlopenou

a musíme následovat určená pravidla. Ve zdůvodnění správné odpovědi je překlápění sklenic znázorněno grafem, který znázorňuje konečný deterministický automat. Není od žáků požadováno, aby se v tomto grafu vyznali.

V kategorii *Junior 2014* je úloha *Detekce pohybu* s diagramem se třemi stavy počítače popisujícího kontrolu snímků z bezpečnostní kamery. Jedná se o orientaci v modelu a sledování přechodů a autoři popisují, že kontrolní programy spjaté s bezpečnostními kamerami využívají princip stavových přechodových diagramů.

Úloha *Segway* z kategorie *Junior 2016* a *Senior 2016* popisuje ovládání vozítka typu Segway, které je ovládáno mačkáním dvou tlačítek. Toto vozítko může být chápáno jako konečný automat. V úloze se setkáváme s odlišným znázorněním – v podobě časového záznamu, jak dlouho byla která tlačítka na ovládání stisknuta.

Kategorie *Senior 2017* představila úlohu *Robotí cesty I*, kde je uveden diagram popisující povolené kroky pohybu robota. Diagram znázorňuje stavy jako různé polohy robota (včetně korektního označení počátečního a koncového stavu), hrany jsou ohodnoceny možným způsobem pohybu (S nebo V). Diagramy v této úloze jsou stavové diagramy konečných automatů.

Úlohu *Meziplanetární lety* z kategorie *Benjamin 2019* osobně považujeme za graficky nejzdařilejší a nejvhodnější pro nižší věkovou kategorii na 2. stupni základní školy. Úkolem je vyznat se v grafu popisujícím možné trasy mezi planetami pro vesmírné turisty, přičemž každá trasa může být realizována různým dopravním prostředkem. Autoři uvádí, že otázka je založena na pojmu konečný automat, kdy tato mapa je příkladem (deterministického) automatu.

V kategorii *Junior 2019* se nachází otázka *Zbloudilý vysavač*, která je principem podobná již zmíněné úloze *Robotí cesty I* z kategorie *Senior 2017*, zde se však nemusí žáci vyznat v diagramu. Stavový diagram je pak uveden až ve vyjádření autorů (zde je totiž více možných vstupů, než v úloze *Robotí cesty I*), kde je toto znázornění označeno za konečný automat.

Kategorie *Senior 2020* obsahuje úlohu *Zabezpečení heslem*. Úloha je podobná úloze z kategorie *Junior 2011 Heslostroj*, úloha *Zabezpečení heslem* je však atraktivněji graficky zpracována a působí jako snazší než *Heslostroj*. Zde skládáme heslo pouze ze dvou symbolů

a podle znázorněného grafu vyhodnocujeme, která předkládaná hesla jsou v pořádku. Kontrola hesel je zde podle autorů modelována jako deterministický konečný stavový automat.

Tabulka 2 shrnuje všechny výše popsané úlohy a uvádí odkazy na dané kategorie v archivu testů. Úlohy řadíme od nejmladší kategorie.

Tabulka 2: Úlohy z Bobříka informatiky zmiňující konečné automaty.

Název úlohy	Kategorie	Odkaz na kategorii
<b>Míchačka textu</b>	Benjamin 2012	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/413">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/413</a>
<b>Meziplanetární lety</b>	Benjamin 2019	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2019/465">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2019/465</a>
<b>Míchačka textu</b>	Kadet 2012	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/414">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/414</a>
<b>Heslostroj</b>	Junior 2011	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2011/407">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2011/407</a>
<b>Míchačka textu</b>	Junior 2012	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/415">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/415</a>
<b>Sklenice</b>	Junior 2012	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/415">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2012/415</a>
<b>Detekce pohybu</b>	Junior 2014	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2014/430">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2014/430</a>
<b>Segway</b>	Junior 2016	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2016/444">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2016/444</a>
<b>Zbloudilý vysavač</b>	Junior 2019	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2019/467">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2019/467</a>
<b>Angličtina</b>	Senior 2010	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2010/401">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2010/401</a>
<b>OX</b>	Senior 2010	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2010/401">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2010/401</a>
<b>Segway</b>	Senior 2016	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2016/445">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2016/445</a>
<b>Robotí cesty I</b>	Senior 2017	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2017/454">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2017/454</a>
<b>Zabezpečení heslem</b>	Senior 2020	<a href="https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2020/482">https://ibobr.cz/test/archiv-pred-spustenim/2020/482</a>

Zajímavou úlohou, která přímo nezmiňuje konečné automaty, ale je této tématice velmi blízká, je také úloha *Páska* z kategorie *Senior 2009*, kde je v podstatě popsána funkčnost Turingova stroje. Úloha spočívá v určení, co bude zapsáno na pásce po proběhnutí programu zapsaného v tabulce, kdy zapisovací pero může přepisovat symboly na pásce a pohybovat se dopředu i dozadu. Autoři sami úlohu popsali tak, že jde o algoritmickou úlohu a uvažování nad podobnými problémy patří do teoretické informatiky. Dalšími úlohami zmiňující Turingův stroj jsou *Automat na zjednodušení jazyka* v kategorii *Senior 2014* a *Robot a barevné čtverce* v kategorii *Senior 2017*.

### 3.2.3 CLASSIC CS UNPLUGGED

Poslední materiál již není v českém jazyce, ale stojí za popsání. Jedná se o kolekci vzdělávacích aktivit s názvem *Classic Computer Science Unplugged*, které vyučují *computer science* prostřednictvím řešení různých her a hlavolamů, přičemž není nutné během nich pracovat s počítačem. Tímto konceptem se inspirovali mimo jiné i Berki a Drábková (2020). Žáci zde mají možnosti rozvíjet informatické myšlení prostřednictvím přímé vazby na pojmy z informatiky (Classic CS Unplugged, 2022).

Na stránce se seznamem aktivit<sup>9</sup> je několik okruhů. V okruhu s názvem přeloženým jako *Procedury: Říkáme počítačům, co mají dělat* je uvedena aktivita vztahující se přímo ke konečným automatům (*Finite state automata*) s názvem *Treasure Hunt*. Sami autoři zde zmiňují, že základní myšlenka konečných automatů je snadná jako kreslení mapy k pokladu. Uvádí zde i vazbu na *ACM K12 Curriculum – Level I (Grades 6-8)*, přičemž v těchto stupních vzdělávání bývají většinou žáci ve věku 11–14 let, což odpovídá našemu 2. stupni základní školy (Finite State Automata, 2021).

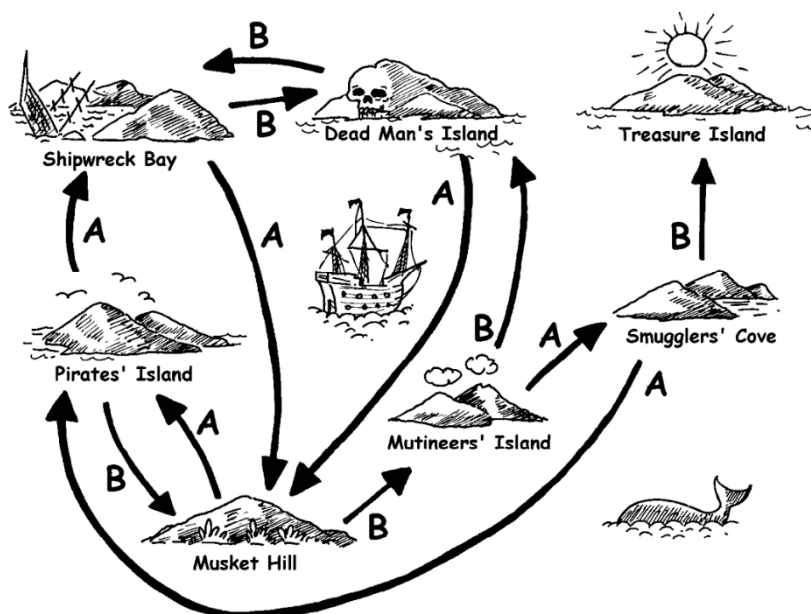
Aktivita *Treasure Hunt* (Bell, Witten a Fellows, 2015, s. 107) požaduje po žácích, aby našli *ostrov pokladů* za pomoci dříve získaných instrukcí, které popisují cesty mezi jednotlivými ostrovy. Z každého ostrovu je možné vydat se dvěma různými cestami. Cílem je najít nejlepší (nejkratší) cestu na *ostrov pokladů*.

Aby bylo hledání snazší, je aktivita pojata jako pohybová – na každém ze sedmi ostrovů bude stát jeden z žáků, který u sebe bude mít obrázkové instrukce popisující, na který ostrov je možné dostat se prostřednictvím jaké trasy z tohoto místa (např. po trase A se z *pirátského ostrova* dostaneme do *ztroskotané zátoky*). Ostatní žáci obdrží mapu, která znázorňuje pouze ostrovy bez znázorněných lodních tras. Poté je cílem žákům ukázat i zjednodušené (bez obrázků ostrovů) a korektní zakreslení grafu. Žáci by si také měli osvojit orientaci v tomto modelu konečného automatu. V rámci navazující aktivity je pak zde popsán konečný automat popisující skládání různých vět a návrh na nakreslení grafu znázorňujícího pravidla „hrys mincí“ na základě vyčtení z opakujícího se vzoru písmenek.

---

<sup>9</sup> <https://classic.csunplugged.org/activities/>

Ukázka mapy se zaznamenanými trasami je na Obrázku 7.



Obrázek 7: Úloha z Computer Science Unplugged – Treasure Hunt (zdroj: (Bell, Witten a Fellows, s. 112)).

Na novějších stránkách stejného kolektivu autorů (Computer Science Education Research Group) nalezneme ještě prezentaci věnující se představení konečných automatů s odkazem na aktivitu *Trainsylvania*, kde mají žáci opět nakreslit mapu, tentokrát mezi devíti vlakovými stanicemi (Finite State Automata – CS Unplugged, 2023). Opět je zde možnost cestovat po jedné ze dvou tras (A nebo B). Tato aktivita se stala velkou inspirací pro tvorbu jedné z našich vlastních úloh do vznikající sady úloh.

## 4 SADA ÚLOH SOUVISEJÍCÍCH S KONEČNÝMI AUTOMATY

V minulých kapitolách jsme představili teoretická východiska informatiky a teorie automatů, očekávané výstupy stále relativně nového vzdělávacího oboru Informatika a propojení některých výstupů s konečnými automaty. Představili jsme některé z učebních materiálů v českém jazyce, které se věnují tematickému celku Data, informace a modelování a souvisí nejen s grafy, ale i s konečnými automaty. Zmínili jsme i zdroj v anglickém jazyce, který posloužil jako značná inspirace k jedné ze vzniklých úloh zařazených do vytvořené sady úloh souvisejících s konečnými automaty, která bude použitelná na 2. stupni základních škol a nižším gymnáziu, které je vázáno stejným RVP.

S ohledem na věk žáků, se kterým souvisí jejich rozumové a kognitivní schopnosti, je nutné provést didaktickou transformaci obsahu vědeckého oboru až do podoby srozumitelné žákům. V úlohách a aktivitách proto nebudou žáci seznámeni s formální definicí konečných automatů a nebudeme trvat na použití některých pojmů (např. deterministický, nedeterministický). Zůstane však zachována hlavní myšlenka konečného automatu jako nejjednoduššího modelu počítače s malou pamětí, který se vyskytuje kolem nás nejen v počítačové technice.

Žáci by měli být seznámeni s některými oblastmi, kde se konečné automaty využívají, a měli by umět vytvořit stavový diagram jednoduchých konečných automatů popisující jim známé věci. Stejně tak by si mohli osvojit i práci s tabulkou přechodů, která jim často může tvorbu přehledného stavového diagramu usnadnit. Úlohy by měly být proloženy jak vysvětlováním od vyučujícího, které by mělo vést ke korektnímu používání pojmů stavy (počáteční a konečný) a přechody i k pochopení různých reprezentací konečných automatů (stavový diagram, tabulka přechodů), tak aktivitami, kdy žáci samostatně objevují, pokouší se popsat předložený model a vyčíst z něj informace či jej upravit nebo dokonce vytvořit podle definované funkčnosti.

### 4.1 ČASOVÁ NÁROČNOST

Při vzniku každého dalšího materiálu do výuky mohou přijít na mysl otázky typu „Kam tyto aktivity do hodin přidat? Je pro ně nějaký prostor?“. Často je potřeba něco z původního plánu odebrat či upravit a zkrátit.

Školy, které vytvářely svůj nový ŠVP za pomoci vzorových ŠVP uveřejněných na stránkách [imysleni.cz](http://imysleni.cz) ([imysleni.cz](http://imysleni.cz), 2018b), mají pravděpodobně zahrnuto modelování z tematického celku Data, informace a modelování v 7. ročníku základní školy s šesti až sedmi vyhrazenými vyučovacími hodinami (z celkem 33 na celý školní rok). V těchto modelových ŠVP je doporučen zdroj Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ.

V podkapitole 3.2.1 jsme uvedli vyjádření autorů učebnice Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ k jejich vlastní kapitole *Paralelní činnosti*. Kapitola *Paralelní činnosti* je podle nich pro žáky náročnější a brána jako nadstavba. V učebnici je u této kapitoly znázorněna odhadovaná časová náročnost tři vyučovací hodiny (Berki a Drábková, 2020). Pokud je však i samotnými autory považována za náročnou a nadstavbu, je možné se ji pokusit nahradit nějakými jinými aktivitami – např. těmi, co souvisí s konečnými automaty. Tolik k našim východiskům, kolik vyučovacích hodin by měla sada úloh minimálně obsáhnout – minimálně tři vyučovací hodiny.

Znázornění konečných automatů stavovým diagramem/grafem přímo souvisí s učivem v oblasti ohodnocených a orientovaných grafů. Úlohy s konečnými automaty je tak vhodné zařadit za vyučovací celky věnované této problematice či jimi tyto celky prolnout.

## 4.2 PŘEDSTAVENÍ ÚLOH V PŮVODNÍ PODOBĚ

Předkládaná sada úloh není použitelná ve výuce bez předchozího seznámení s tvorbou grafů jakožto jednoduchých modelů – úlohy v ní počítají s tím, že žáci se již s grafem setkali a uvědomují si, co znamenají pojmy vrchol a hrana, přičemž znají způsob použití ohodnocených i orientovaných hran a jejich význam s důrazem na propojení s reálným světem.

Během navrhování úloh bylo z výše uvedených důvodů pracováno s časovým odhadem minimálně tři vyučovací hodiny, časovou náročnost může upřesnit až ověření sady úloh v praxi.

Byla navržena sada 9 úloh, které na sebe mohou navazovat:

1. Survive(r) KA!
2. Survive(r) KA! – next level
3. Meziplanetární lety ([ibobr.cz](http://ibobr.cz), kategorie *Benjamin 2019*)
4. Automatické dveře



5. Zámek na PIN
6. Mixér
7. Automat na limonádu (*Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ*)
8. Vlaková síť
9. Návrh trasy stopovačky

Číslování úloh je dále zachováno v celé kapitole 4 a podkapitole 5.2.

Úlohy 3 a 7 jsou převzaté z jiných zdrojů, přičemž úloha 3 je dále rozšířena o vlastní doplňující otázky. Úloha 4 je typický příklad použití konečného automatu v reálném světě a úloha 8 byla velmi inspirována úlohou zmíněnou v podkapitole 3.1.3, která byla původně určena pro středoškolské studenty, my jsme ji však zjednodušili a převedli do jiné podoby.

#### **4.2.1 SURVIVE(R) KA! A SURVIVE(R) KA! – NEXT LEVEL**

Úlohy 1 a 2 nesou název *Survive(r) KA!* a *Survive(r) KA! – next level*. Jedná se o slovní hříčku, která bude žákům po obou úlohách vysvětlena – *Survive(r)* jako *surviver* evokuje různé názvy počítačových her, ve kterých je cílem přežít; *KA* jsou počáteční písmena pojmu konečný automat. Samotné *Survive KA!* tedy přikazuje žákům, aby „přežili“ následující úlohy, které budou věnované konečným automatům, *Survive(r) KA!* označuje přeživší.

V těchto úlohách jsou žákům předány stavové diagramy reprezentující deterministický konečný automat, který znázorňuje chování postavy ve hře v reakci na stisk tří různých kláves – D, K a mezerník (*space*). Nejprve žáci obdrží zadání, které se pokusí sami pochopit a diskuzí s učitelem si poté ujasní správnost svých úvah.

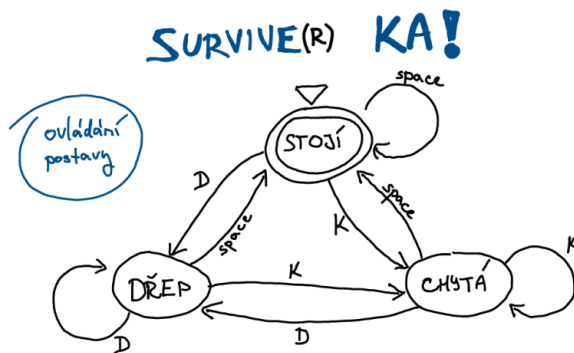
První snazší a úvodní varianta, úloha 1, pracuje s konečným automatem se třemi stavy. Žáci dostanou stavový diagram, který má znázorňovat ovládání jednoduché počítačové hry, a mají se mu pokusit porozumět, aby dokázali odpovědět na otázky uvedené na vytištěném zadání. Přechodové hrany se stejným ohodnocením mohou žáci pro přehlednost obtáhnout stejnými barvami.

Druhá varianta, úloha 2 *Survive(r) KA! – next level* znázorňuje konečný automat s pěti stavy a více přechodovými hranami, který je nedeterministický. Žáci mají za úkol pokusit se odhalit možné úpravy ovládání, upravit tedy tento konečný automat případně na deterministický automat. Je podstatné se poté o možných úpravách hromadně pobavit – každý žák může mít návrh jiný. Učitel může také představit tabulku přechodů, ve které

snadno žáci uvidí nejednoznačnost některých přechodů (ze stavu CHYTÁ po obdržení vstupu K) nebo nedefinovanost (co se stane po vstupu K, když bude automat ve stavu LEH). Jedná se tedy o vyznání v modelu a zároveň zaměření na opravení chyby v modelu.

Na Obrázku 8 je znázorněno zadání úlohy 1, na Obrázku 9 zadání úlohy 2 v podobě, v jaké je určeno pro žáky.

Filipův kamarád Zbyněk naprogramoval hru, kterou dal Filipovi na vyzkoušení. Spolu s kódem hry dostal i papír s nějakou kresbou. Filip si s ovládním hry lámal hlavu celé odpoledne. Nechápal způsob, jak se postava ve hře chová – občas si dřepla, pak nastavila ruce, jako by něco chytala a nakonec někdy jen stála. Nic víc postava neuměla. Filip se tedy pokusil vyznat v papíru, který od Zbyňka obdržel:



Co je na něm znázorněno?

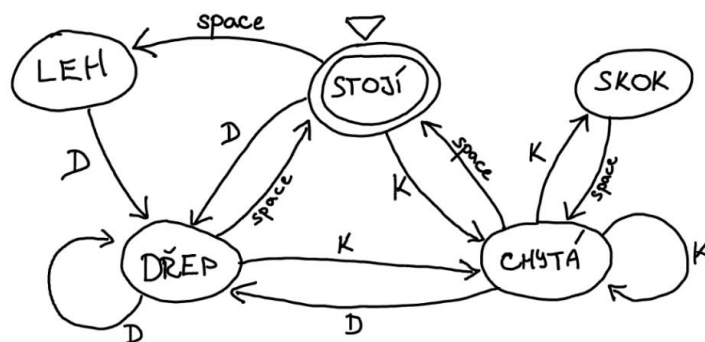
Jak se postava chová?

Kdy mění svůj postoj?

*Obtáhni pro přehlednost stejnou barvou stejně označené hrany.*

Obrázek 8: Zadání úlohy 1 (zdroj: vlastní).

Zbyněk měl radost, že Filip pochopil graf, který si Zbyněk zakreslil, aby mu pomohl s naprogramováním ovládním. Nyní by chtěl svou hru rozšířit, aby mohla být postava ve více stavech (nově bude umět skákat a lehnout), a potřebuje zkontrolovat, zda je graf dalšího ovládním v pořádku. Je nutné něco upravit?



Obrázek 9: Zadání úlohy 2 (zdroj: vlastní).

Po vyřešení těchto úloh jsou žáci seznámeni s pojmem konečný automat a dalšími pojmy (stav, vstup, přechod mezi stavy), což je propojeno s předkládanými stavovými diagramy. Rovněž se žáci dozví, že nadále budeme pracovat s konečnými automaty, u kterých je vždy jasné, jak se dále zachovají (s deterministickými, ale tento výraz pro ně není podstatný).





### 4.2.2 MEZIPLANETÁRNÍ LETY

Úloha 3 s názvem Meziplanetární lety je převzata z Bobříka informatiky z kategorie Benjamin 2019. Byla rovnou určena pro žáky 6. a 7. tříd s odhadovanou náročností „těžká“. Žáci dostanou k dispozici plné znění otázky z Bobříka informatiky (vytištěné či na počítači v samostatném souboru) s doplňujícími otázkami, které jsme dodali my.

Úloha spočívá v tom, že se mají žáci vyznat ve znázorněném modelu, který i podle autorů znázorňuje deterministický konečný automat. Je zde v podobě stavového diagramu zobrazeno, jak mohou vesmírní turisté cestovat mezi planetami Sluneční soustavy a žáci mají v Otázce 1 z uvedených návrhů zvolit jediný špatný. Odpověď dokážou až ve chvíli, kdy se budou správně orientovat ve znázorněném grafu. Otázky 2, 3 a 4 jsou doplněné námi a více podněcují porozumění danému stavovému diagramu. Zadání je vidět na Obrázku 10.

#### Meziplanetární lety

Vesmírní turisté mohou cestovat mezi planetami Sluneční soustavy pomocí rakety nebo vesmírní lodi, jak můžeš vidět na grafu.





Když je turista na Venuši  a chce se dostat na Saturn , nejprve musí doletět raketou nebo vesmírnou lodí na Jupiter , poté vesmírnou lodí na Neptun  a odtud na Saturn.

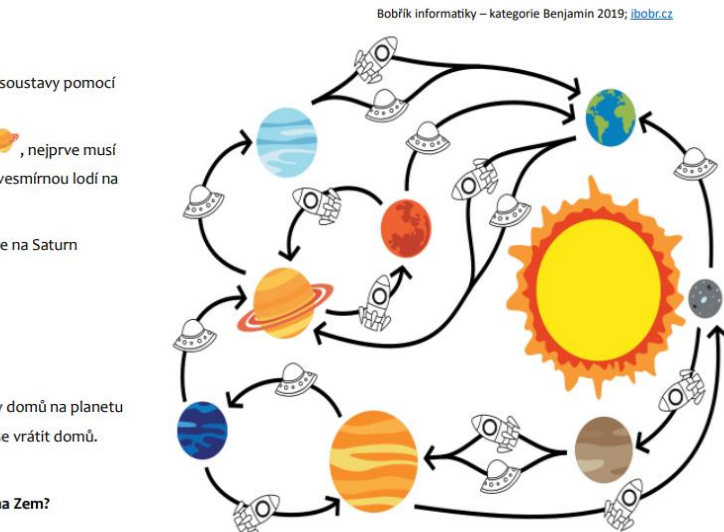
Pokud turista letěl na Jupiter raketou, zapíše si let z Venuše na Saturn následovně:



Turista Tína je na planetě Neptun  a chce se vrátit zpátky domů na planetu Zemi . Vesmírná agentura mu zaslala čtyři návrhy, jak se vrátit domů.

Otázka 1: Který z návrhů je špatný a NEdovede Tína zpět na Zemi?

- 
- 
- 
- 



Otázka 2: Kam se dostane turista, pokud bude cestovat z Neptunu v tomto pořadí:



Otázka 3: Jak se může dostat turista z Venuše na Neptun? Najdi 2 různé cesty a zapiš je (raketu zapiš jako R a vesmírnou loď jako V).

Otázka 4: Najdi všechny cesty z Jupiteru na Zemi, zapiš je. Najdi poté i cestu ze Země na Jupiter.

Obrázek 10: Zadání úlohy 3 (zdroj: podle (Bobřík informatiky archiv, 2008 – 2023), kategorie Benjamin 2019).

### 4.2.3 AUTOMATICKÉ DVEŘE

Úloha 4 nesoucí název Automatické dveře popisuje funkčnost automaticky otevíraných dveří, které jsou používány např. v supermarketech nebo nemocnicích. Již jsme o nich hovořili a blíže je představili v podkapitole 1.3, nyní jejich popis předáme žákům. Zadání je určeno na promítnutí učitelem před celou třídou či případně může být předáno i žákům.

Úloha je více vysvětlovací – chceme, aby sami žáci pochopili princip, jak jsou dveře ovládány a podle jakých vstupů mění svůj stav. V zadání je znázorněna tabulka přechodů konečného automatu, ve které se žáci společně s učitelem mají zorientovat a ověřit, že vskutku popisuje činnost automatických dveří. Tím si mohou více uvědomit, že dveře mají dva různé stavy (zavřené, otevřené) a jednotlivé signály z nášlapných podložek (žádná, přední, zadní, obě). Níže v zadání jsou uvedeny upřesňující otázky sloužící k ujasnění, zda žáci tento konečný automat pochopili. Obrázek 11 ukazuje podobu promítaného zadání.

### Automatické dveře

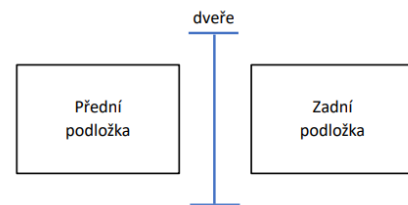
Pokud zaznamenají člověka jen na přední podložce, otevrou se.

Pokud zaznamenají člověka na zadní podložce, nic se nestane.

Pokud jsou dveře **otevřené** a zaznamenají člověka na zadní podložce, zůstanou otevřené.

Pokud jsou dveře **otevřené** a na žádné z podložek nikdo nestojí, zavřou se.

Pokud jsou dveře **zavřené** a na obou podložkách někdo stojí, zůstanou zavřené.



Dotek na podložce Stav dveří	žádná	přední	zadní	obě
←→ <b>zavřené</b>	zavřené	otevřené	zavřené	zavřené
<b>otevřené</b>	zavřené	otevřené	otevřené	otevřené

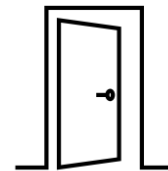
← tabulka přechodů

Kolik stavů mají dveře?

Na základě čeho se mění stav dveří?

Co dveře ovládá?

V jakém stavu se dveře nachází na začátku? V jakém stavu se dveře nachází na konci?



Obrázek 11: Zadání úlohy 4. (zdroj: vlastní)

K této úloze vznikl i program v softwaru Minecraft Education. V něm je možné ukázat opět trochu jiným způsobem funkčnost dveří ovládaných nášlapnou deskou či jiných automaticky otevíraných struktur ovládaných nášlapnou deskou. Program má sloužit jako ukázka funkčnosti dveří a zdůvodnění, proč se nemohou automatické dveře zavřít, pokud někdo stojí na zadní podložce – dotýčný by byl vystaven nebezpečí, jelikož by ho dveře zasáhly a posunuly. Náhled na podložky a „dveře“ je na následující straně na Obrázku 12.



Obrázek 12: Ukázka „dveří“ v softwaru Minecraft Education.

Vlevo je zadní podložka pod kamennými „dveřmi“, vpravo je přední podložka. (zdroj: vlastní)

Poté je čas s žáky společně vytvořit stavový diagram. Pro přehlednost je možné vynechat některé hrany znázorňující přechody z jednoho stavu do toho samého (smyčky) a ponechat pouze jednu, kterou však ohodnotíme více vstupy (např. ze stavu zavřené se dostaneme opět do stavu zavřené po signálu ze zadní podložky, obou podložek či žádném signálu, jelikož na žádné z podložek nikdo nebude stát – nakreslíme pouze jednu hranu, která bude mít u sebe ohodnocení žádná, zadní, obě místo tří různých se samostatným ohodnocením).

#### 4.2.4 ZÁMEK NA PIN A MIXÉR

Úlohy 5, Zámek na PIN, a 6, Mixér, jsou zařazeny ve stejné podkapitole, jelikož se v podstatě obě zaměřují na to samé – tvorbu stavového diagramu ze zadaného popisu předmětu z reálného světa, zároveň již nejsou tak moc vysvětlovací jako úloha 4.

Úloha 5 žákům představuje kombinační zámek reagující na postupně zadávaný čtyřmístný PIN (nejprve zadáme první číslici, poté druhou číslici z PIN kódu atd.) způsobem, že po zadání špatného čísla to uživateli hned oznámí, a buď ho vrátí na začátek, nebo mu dá možnost zkoušet znova zadat číslo na dané pozici – toto rozhodnutí se odvíjí od předcházející diskuze mezi učitelem a žáky nad zadáním. Cílem je vytvořit stavový diagram popisující chování zámku.

Úloha 6 cílí na vytvoření tabulky přechodů tohoto mixéru a stavového diagramu. Opět si musí podle zadání uvědomit chování přístroje, který je ovládán pouze dvěma tlačítky sloužící k vypnutí/zapnutí a změně rychlosti, přičemž po zapnutí se mixér začne točit

nejpomalejší rychlostí a pokud bude ve stavu nejvyšší rychlosti, tak po stisku tlačítka SPIN se přepne opět do nejpomalejší rychlosti. Vytvoření tabulky přechodů by mělo pomoci uvědomit si lépe přepínání mixéru mezi stavy, a i přechodovou funkci mezi jedním a tím samým stavem (pokud je mixér vypnutý a obdrží vstup SPIN, zůstane stále vypnutý).

U obou úloh jsou k dispozici v zadání, která si žáci otevřou u sebe na počítači nebo je obdrží vytištěné, pomocné otázky k lepšímu uvědomění, co je pro ně potřebné k reprezentaci daného konečného automatu, a aktivita *Pro rychlíky*, pokud by měl někdo dříve hotovo a čekal na spolužáky a hromadnou kontrolu grafu s učitelem. Obrázek 13 ukazuje zadání Zámku na PIN, Obrázek 14 ukazuje zadání Mixéru.

### Zámek na PIN

Vytvořte stavový diagram (graf), který popíše chování **kombinačního zámku na čtyřmístný PIN kód**. Postupně se budou zadávat **4 čísla** a pokud budou zadána **správně**, tak se zámek **odemkne**.

Nic jiného, než čísla 0-9 není možné do zámku zadat.

Nezapomeň označit hrany všemi možnými přechody mezi stavy.



**Pomocné otázky:** Kolik bude mít graf tohoto konečného automatu vrcholů?

Co se stane po zadání špatného čísla?

Je nutné kreslit všechny hrany zvlášť?



**Pro rychlíky:** Jak by se dalo nastavit opětovné zamknutí kombinačního zámku?

Nakresli graf zámku, který bude možné po jeho odemknutí i opětovně zamknout.

Obrázek 13: Zadání úlohy 5. (zdroj: vlastní)

### Mixér

Pořídili jste domů jednoduchý mixér, který má na sobě **pouze 2 tlačítka** – jedno je s nápisem **on/off** a druhé je s nápisem **spin**. Mixér umí mixovat ve **třech různých rychlostech** (pomalá, střední, rychlá), které se přepínají právě stiskem tlačítka **spin**. Zapnout se mixér zapne po stisku tlačítka on/off a vždy pak začne mixovat nejpomalejší rychlostí.



Zapište **tabulku přechodů** tohoto mixéru – do jakého stavu se mixér dostane po stisku kterých tlačítek. Zakreslete **stavový diagram (graf)**, který znázorní funkčnost mixéru. Tabulka vám může pomoci. Nezapomeňte vyznačit začátek i konec!

**Pomocné otázky:** Kolik bude mít graf tohoto konečného automatu vrcholů?

Kolik různých vstupů (tlačítek) existuje? A kolik hran tedy povede z každého vrcholu?



**Pro rychlíky:** Co se stane, když 3x po sobě stisknu tlačítko on/off? Napiš.

Mladší sourozenec si začal se zapojeným mixérem hrát. Mačkal za sebou tlačítka v této sekvenci:

**Spin, spin, spin, spin, spin, on/off, on/off, spin, spin, on/off, spin, spin, spin, spin, on/off, spin.**

V jakém stavu mixér skončil? Je bezpečné ho takto nechat?

Obrázek 14: Zadání úlohy 6. (zdroj: vlastní)

#### 4.2.5 AUTOMAT NA LIMONÁDU

Úloha č. 7 pochází z učebnice *Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ* (aktivita 10.4). Do sady úloh jsme ji zařadili, jelikož souvisí s konečnými automaty, je však poměrně náročná z důvodu velkého počtu stavů automatu. Je zde nutné podle popisu automatu na limonádu zakreslit stavový diagram, kde jednotlivé vrcholy znázorňují, kolik korun již bylo do automatu vhozeno – stav automatu, např. 3 koruny po postupném vhození mincí s hodnotou 1 a 2 nebo v opačném pořadí. Žáci postupně určují všechny stavy a měli by dojít k tomu, že některé stavy se opakují a již je zakreslené mají.

Úloha je v dobré návaznosti na předchozí aktivity – Automatické dveře, Zámek na PIN a Mixér, je podle nás vhodné ji zařadit až po nich. Zkušenosti s předchozími úlohami mohou žákům plnění této úlohy usnadnit, i proto je úloha Automat na limonádu v této sadě zařazena.

Oproti učebnici graficky odlišný způsob zadání úlohy je ukázán na Obrázku 15.

imysleni.cz, Základy informatiky pro 2. stupeň

#### Automat na limonádu

Limonáda, kterou si chcete z automatu koupit, stojí 7 Kč. Zkuste pomocí grafu znázornit, co se stane, když vhodím minci 1, 2 nebo 5 Kč. Automat nadbytečnou částku nevrací.



Uvědom si, kolik různých stavů může nastat, to ti pomůže se zakreslením. Můžeš si zakreslit i tabulku přechodů.

Jak se vlastně ten automat rozhoduje, zda jsi už hodil dost peněz?

Obrázek 15: Zadání úlohy 7 (zdroj: vlastní podle (Berki a Drábková, 2020)).

#### 4.2.6 VLAKOVÁ SÍŤ

Úloha 8 s názvem *Vlaková síť* je inspirovaná úlohou *Trainsylvania* (Finite State Automata – CS Unplugged, 2023), která byla původně určena pro studenty středních škol. Upravená verze je realizována v prezentačním softwaru, přímo Microsoft PowerPoint, avšak zadání lze otevřít i v jiném prezentačním softwaru či v pdf (formát pdf je však ochuzen o animace přechodu mezi stanicemi).

Úlohu 8 je možné realizovat offline, nikoli však unplugged. Digitální zařízení se zadáním aktivity (prezentací) je nutné pro každého žáka, aby každý žák mohl pracovat svým vlastním tempem.

Žáci dostanou předloženou prezentaci, ve které najdou zadání. Jejich cílem je vytvořit mapu celé vlakové sítě, která se chová jako konečný automat – v každé stanici, která představuje stav vlaku, je možné zvolit trasu A nebo trasu B, dva různé vstupy. Každá trasa vede na odlišnou stanici. Zadání, které mají žáci v prezentaci, je ukázáno na Obrázku 16.

## Nakreslete mapu vlakových spojů!

Vítejte ve státě, kde máte **6** vlakových stanic. V každé stanici se může cestovatel rozhodnout, zda zvolí trasu **A** nebo trasu **B**, každá z tras vede jinam.

Nakreslete stavový graf, který popíše trasy mezi stanicemi a ukáže, kterou trasou se dostaneme do jaké stanice.

Stanice = vrchol,  
cesta mezi stanicemi = hrany.

První stanicí je stanice **Luční**.

Obrázek 16: Zadání úlohy 5 (zdroj: vlastní).

Na dalším snímku prezentace mají žáci ještě na připomenutí tabulku přechodů, která jim pomůže s lepším popisem tras mezi stanicemi a nakreslením přehlednějšího stavového diagramu. Přechody jsou jednotlivé trasy. Na Obrázku 17 je tento snímek ukázán.

## Kresba grafu rovnou příliš složitá?



Pokud pro vás bude složité rovnou správně nakreslit graf, vzpomeňte si na **tabulku přechodů**.

odkud jedu	Trasa A	Trasa B
Luční	?	?
Další stanice		
...		
...		
...		
...		

Místo otazníku bude zapsána stanice, do které se dostaneš po jízdě po zvolené trase A nebo B (např. stanice Farmářská), když startuješ ze stanice uvedené v levém sloupci.

Tak do práce!

První stanicí je stanice **Luční**.

Obrázek 17: Zadání úlohy 8, druhý snímek (zdroj: vlastní).



Úlohu jsme zjednodušili a snížili počet stanic, které se v ní nachází, z původních devíti v *Trainsylvanii* na šest v našem fiktivním státě. Žáci mají trasy (přechodové funkce) mezi stanicemi zjistit průchodem předloženou prezentací – jsou zde zavedeny odkazy, které žáka přesunou na další stanici, když si zvolí trasu. Jedna z šesti stanic je na Obrázku 18.



Obrázek 18: Stanice Luční v úloze 8 (zdroj: vlastní).

Pokud žák trasu nezvolí a pouze klikne někam do snímku, přesune to žáka na snímek, který mu to v textu oznámí: „Vrať se zpět na [stanice, která předchází tomuto snímku]! Nezvolil jsi trasu, ale pouze jsi překliknul na další snímek.“

Vytvořili jsme i rozšiřující verzi pro rychlejší žáky, kteří by se mohli pokusit vyřešit úlohu, kdy vlakových stanic (stavů) je pět, ale existují tři možné trasy – trasa A, trasa B i trasa C. Zde je i náročnější to, že existují přechody z jedné stanice do té samé (např. ze stavu Farmářská po zadaném vstupu „trasa C“ zůstává stav Farmářská). Snímek stanice z rozšiřující verze je na Obrázku 19.



Obrázek 19: Rozšiřující verze úlohy 8 (zdroj: vlastní).

#### 4.2.7 NÁVRH TRASY STOPOVAČKY

Poslední úloha 9 nese název Návrh trasy stopovačky. Je pomyslným završením práce s grafy a konečnými automaty a jedná se o úlohu, kterou budou žáci plnit ve dvojicích. Pracuje jako jediná ze sady úloh s konceptem konečných automatů s výstupem, a to jak s Mealyho strojem, tak s Moorovým strojem. Důležité je také jejich porovnání.

Žáci se seznámí v podobě elektronického či tištěného zadání s problémem, kdy dva kamarádi plánují stopovačku, kde mají hráči po cestě sbírat písmena, aby z nich poté složili tajenku. Pokud půjdou po správné trase, získají právě sedm písmen. Zadání (Obrázek 20) je poměrně dlouhé, ale jelikož se jedná o finální aktivitu za celým blokem modelování, ve které by měli žáci využít všechny své znalosti a dovednosti, měli by si i s tím poradit.

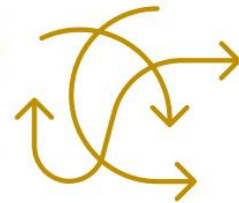


#### Návrh trasy stopovačky

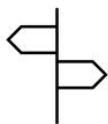
*Míla a Timur se pokouší vymyslet venkovní stopovačku. Během stopovačky budou hráči sbírat písmena, ze kterých mají na konci za úkol složit tajenku – slovo.*

Na jednotlivých stanovištích (vrcholy grafu) se hráči budou rozhodovat, jakou z 2 možných cest se vydají (rozhodnou se podle úkolu, který na stanovišti splní, ty teď ale Míla s Timurem nevymlýšlí). Pokud půjdou hráči po **správné trase** mezi stanovišti, dostanou se do **cíle** a zároveň posbírají právě **7 písmen**, ze kterých složí **tajenku**.

Některá navržená stanoviště jsou zde navíc a pokud půjdou hráči po správné cestě, nemusí je vůbec navštívit.



Míla s Timurem se ale nemůžou shodnout, jestli chtějí jednotlivá písmena umístit na stanoviště nebo doprostřed cest mezi jednotlivými stanovišti. **Timur** by písmena dal na **stanoviště**, zatímco **Míla** se líbí nápad umístit písmena **doprostřed cest**. Je v jejich návrzích nějaký rozdíl? Je nějaká varianta lepší?



**Porovnejte oba grafy** (od Míly a od Timura) a **napište**, v čem se shodují a v čem se liší. Najděte toho co nejvíce.

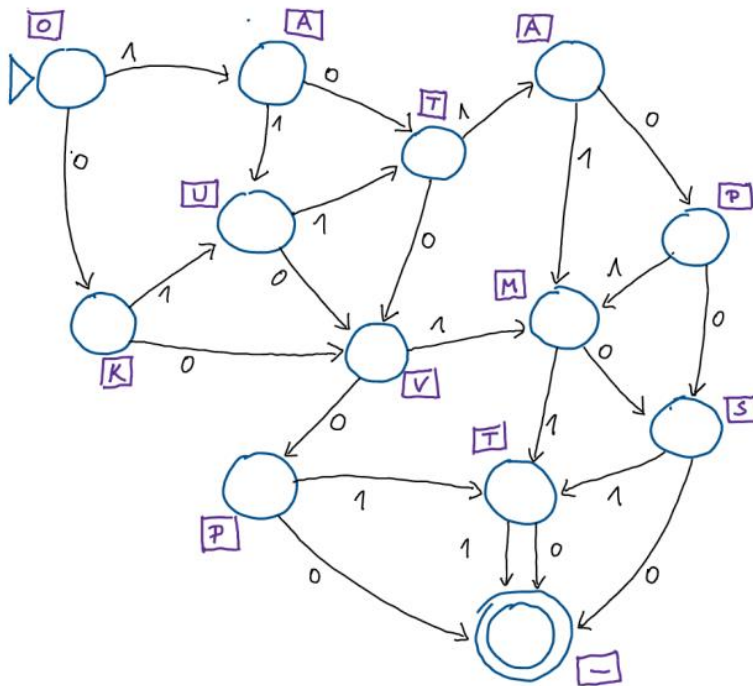
Zjistěte, která cesta je ta správná, vyznačte ji v grafech a napište slovo, které vznikne z písmen posbíraných po správné trase (slovo nevyjde rovnou, musíte získaná písmena proházet).

Jaký návrh se ti líbí víc a proč? Řešení od Míly nebo Timurův návrh?

Obrázek 20: Zadání úlohy 9 (zdroj: vlastní).

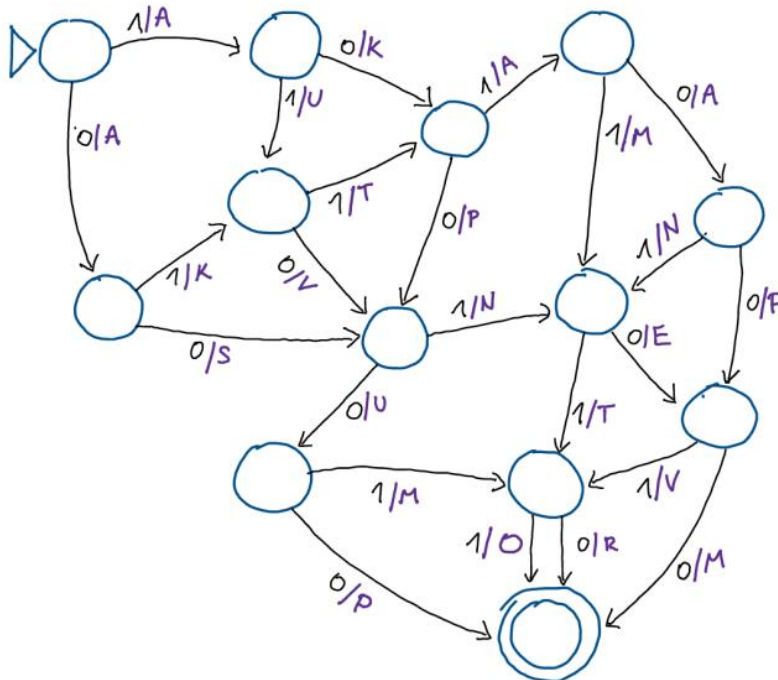
Žáci dále dostanou vytištěné stavové diagramy se stejnými stavy a stejnými přechodovými funkcemi, liší se však výstupovou funkcí. Každý žák dostane buď automat Mealyho typu (návrh stopovačky od Míly) nebo Moorova typu (Timurův návrh stopovačky). Vstupy jsou pouze znaky 1 a 0. Porovnáním těchto dvou návrhů a uvědoměním si, že 1 ve světě počítačové logiky značí správnou odpověď, mají žáci ve dvojicích najít správnou trasu a určit tajenku (AUTOMAT).

Níže na Obrázcích 21 a 22 jsou zobrazeny stavové diagramy tak, jak je obdrželi žáci.



Míla / Timur

Obrázek 21: Úloha 9 - Timurův návrh (zdroj: vlastní).



Míla / Timur

Obrázek 22: Úloha 9 - návrh od Míly (zdroj: vlastní).

## 5 OVĚŘENÍ ÚLOH A DISKUZE VÝSLEDKŮ

Vzniklá sada zahrnuje 9 úloh souvisejících s konečnými automaty. Některé úlohy byly převzaté z jiných zdrojů, ať již v přesné podobě či rozšířené o doplňující otázky, další jsou inspirované, avšak dále přetransformované do jiné podoby, a některé jsou autorské. Dalším cílem je ověřit tyto úlohy ve výuce, upravit je na základě zpětné vazby od žáků a případných problémů ve výuce a opatřit je metodikami, které na možné vznikající problémy ve výuce upozorní vyučujícího informatiky, který se rozhodne úlohy využít k naplnění některých výstupů uvedených v RVP ZV a k rozšíření vědomostí žáků z oblasti informatiky.

### 5.1 DESIGN OVĚŘENÍ ÚLOH

Ověření úloh spočívá v nasazení do výuky a na základě reakce žáků a pozorování identifikovat místa, která bude nutné v úlohách upravit, doplnit či zcela přepracovat. Podle zjištění z hodin zároveň doplníme úlohy metodickými pokyny, které pomohou dalším učitelům z využitím úloh ve vlastní výuce. Ověření úloh také využívá prvky deskriptivního výzkumu k popisu jevů i akčního výzkumu, přičemž akčním výzkumem myslíme takový pedagogický výzkum, „...jehož účelem je přímo ovlivňovat či zlepšovat určitou část vzdělávací praxe“ (Průcha, Walterová a Mareš, 2003, s. 14).

Hlavní metodou sloužící ke sběru dat v rámci ověřování úloh je pozorování. Pozorování bude probíhat nejen pohledem autorky sady úloh, která bude v době ověřování úloh vystupovat jako vyučující, ale i od dalšího vyučujícího informatiky, jelikož sám vyučující nemusí všechny jevy a reakce žáků postřehnout. Další vyučující informatiky se k pozorování nabídl i z důvodu, že by rád podle vznikající sady úloh modelování v následujícím školním roce vyučoval. Jedná se o vlastní přímé pozorování, kdy se oba pozorovatelé setkávají přímo s předmětem pozorování (přičemž vyučující je i aktivní součástí a ovlivňuje průběh podle reakcí žáků, zatímco přisedící pozorovatel pouze pozoruje a nikterak do situace nezasahuje). Z podstaty ověřování úloh vyplývá, že pozorování bude nestandardizované i z důvodu, že přisedící pozorovatel žáky v dané třídě zná (Chráska, 2016, s. 146).

Přisedící pozorovatel bude autorkou úloh seznámen s obsahem hodiny a úlohami, které bude v plánu realizovat. Bude si vědom jejich podoby a možného slovního zadání, toho, kdy má vyučující v plánu v rámci úlohy sdělit dané informace, a obdrží rámcový seznam prvků, na které by se měl během pozorované vyučovací jednotky zaměřit.

Níže uvádíme, na co by se měl pozorovatel zaměřit.

- **Reakce žáků na téma** – zapojení do diskuze, hlášení, reakce na otázky.
- **Reakce žáků během úloh** – jak moc vznikaly dotazy po přečtení zadání a zda vůbec, a čeho se týkaly? Musel učitel zastavit činnost a dodat další informace, které nebyly v plánu? Dokázali žáci samostatně splnit samostatné úlohy?
- **Doba úloh** – jak dlouho trvalo řešení „bloků“ s úlohou?

Každá vyučovací hodina bude dvakrát zopakována v odlišné skupině žáků. Díky tomu bude prostor pro využití prvků akčního výzkumu, kdy v každé jednotce bude možné vyzkoušet trochu odlišný způsob slovního zadání úloh na základě reakcí žáků z první skupiny.

Metoda dotazníku je využita k rychlému získání zpětné vazby od všech žáků zapojených do ověření. Jedná se o dotazník vlastní konstrukce (Skutil, 2011, s. 81), ve kterém anonymně zjišťujeme názor žáků na jednotlivé úlohy, se kterými se ve výuce setkali.

Dotazník obsahuje stručnou vstupní část, kde žádáme žáky o zodpovězení otázek. Každý dotazník bude zadán během zhruba posledních pěti minut vyučovací hodiny. Celkem bude dotazník zadán třikrát (každou vyučovací jednotku) s počtem otázek odvíjejících se od počtu úloh, které byly během hodiny zrealizovány (to je zajištěno přípravou více verzí dotazníků na každou vyučovací hodinu – primárně bude mít výzkumník připraven pro žáky odkaz na dotazník, jenž se ptá na názor na plánované úlohy; pokud však úlohy nestihnou nebo jich dokonce stihnou více, výzkumník pouze změní odkaz).

Ke každé úloze umístěné v jednotlivé sekci dotazníku vytvořené na platformě Google Forms se vztahuje obrázek na připomenutí, ke které úloze se otázky vztahují, tři povinné škálové otázky a jedna nepovinná otevřená otázka. Škálové otázky porušují to, že obvykle by měly být tvořeny lichým počtem stupňů (Skutil, 2011, s. 84), od toho však bylo s ohledem na vzorek, kterému je dotazník předáván, upuštěno – žáci by mohli mít tendenci sklouznout ke střední cestě a zvolit střed, pokud by nechtěli nad zhodnocením úloh více přemýšlet (srov. Chráska, 2016, s. 154).

Škálové otázky mají zjistit, jak moc žáky téma úlohy zaujalo a přišlo jim zajímavé, dále jak žákům připadala úloha složitá, a nakonec prostor pro vyznačení, jak jim osobně úloha podle jejich názoru šla či nešla.

Všechny škálové otázky jsou tvořeny šesti stupni a jejich podoba je následující:

- **Byla úloha zajímavá?**
  - *nebyla vůbec zajímavá 1 2 3 4 5 6 byla hodně zajímavá*
- **Byla úloha složitá?**
  - *byla lehká (nebyla vůbec složitá) 1 2 3 4 5 6 byla hodně složitá*
- **Jak mi úloha šla?**
  - *vůbec mi to nešlo 1 2 3 4 5 6 hodně mi to šlo (úlohu jsem dokázal vyřešit)*

Pod těmito otázkami je otevřená otázka dávající prostor pro větší vyjádření k úloze. Otázka je uvedena dvěma větami: *Chtěl bys něco k úloze napsat? Co se ti líbilo, nelíbilo, co bys upravit?* Tato otázka není povinná a bude to i žákům zdůrazněno, o to cennější zpětné vazby od žáků mohou být.

Z nejen časových možností nakonec nebylo v rámci ověření úloh plánováno ověřit úlohu *Automat na limonádu*, která je převzatá z učebnice *Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ*. Vzali jsme v potaz, že díky vzniku v projektu PRIM již úloha prošla několika ověřeními, než byla zařazena do učebního materiálu s platnou doložkou MŠMT. Byla tedy z námi ověřované sady úloh odebrána. Během ověření však byla výzkumníkovi vždy k dispozici pro případ, že by některý z rychlejších žáků neměl co dělat, a to pod názvem *Bonus*.

### 5.1.1 VZOREK

Úlohy byly testovány ve spádové základní škole, jejíž školní vzdělávací program je zaměřen na všestranný rozvoj žáků. Škola v souladu se zápisem do školského rejstříku vykonává činnost základní školy s nejvyšším povoleným počtem 800 žáků. Zároveň učí ještě podle starého RVP ZV, ve kterém byla vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie. S rozvojem inforatického myšlení v rámci vzdělávacího oboru Informatika se zde žáci ještě nesetkali, i proto byli jako vzorek vybráni žáci 8. ročníku – jedná se o jejich téměř první setkání s informatikou bez počítače. Ačkoli úlohy související s modelováním by podle modelových ŠVP od imysleni.cz (imysleni.cz, 2018b) mohly být realizovány v 7. ročníku, na této základní škole by s úlohami mohli mít žáci 7. ročníku zatím zbytečně velké problémy z důvodu podstaty a obsahu předmětu, který se na této škole stále nejvíce zaměřuje na použití kancelářských balíků.

Ověřování samotných úloh probíhalo od 9. května do 23. května ve dvou různých třídách 8. ročníku základní školy, přičemž první skupina je běžně složena z 16 žáků a druhá

ze 13 žáků, ne vždy však byli ve výuce přítomni všichni žáci ve třídě z důvodu absence. Ověřování předcházela výuka sloužící k seznámení s modely, ohodnocenými grafy a orientovanými grafy v délce dvou vyučovacích hodin – 25. dubna a 2. května.

Během hodiny konané 25. dubna žáci diskutovali o modelech kolem nás, řeč se postupně převedla na mapy, načrtli s učitelem jednoduchý graf znázorňující tři města a silnice mezi nimi. Byla jim ukázána mapa tras pražského metra jako ukázka užívaného grafu. Dále byly využity některé úlohy z učebnice Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ (aktivita 9.3, avšak upravena podle jízdního řádu aktuálního pro žáky dané školy, 9.4, 9.6).

Následující vyučovací hodinu 2. května žáci poznali orientované grafy, diskutovali o znázornění vztahů na sociálních sítích (ten sleduje toho, ale on jej nesleduje, je tedy nutné to v grafu zaznamenat orientovanou hranou). Opět byly využity úlohy z učebnice Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ (9.6 ještě na neorientované grafy, 10.5) a dále znázorňovali orientovaným grafem pravidla hry *kámen, nůžky, papír* a rozšířené verze *kámen, nůžky, papír, tapír, Spock* (orientovaná hrana značila, které gesto poráží to druhé) a přechody mezi skupenstvími látek (pevné, kapalné, plynné; hrany nesly ohodnocení typu sublimace, vypařování apod.).

Žáci, kterým byla sada úloh souvisejících s konečnými automaty představena, se tedy před ověřením věnovali právě dvě vyučovací hodiny modelování grafů. Díky tomu znali pojmy vrchol a hrana a chápali rozdíl mezi neorientovanou a orientovanou hranou, stejně tak rozuměli ohodnocení hrany. Výuku prováděla autorka sady úloh. Pro přehlednost uvádíme níže v Tabulce 3 plánovaný harmonogram ověření s rozložením úloh.

Tabulka 3: Harmonogram ověření sady úloh.

Datum	Plánované úlohy
9. 5.	úloha 1 – Survive(r) KA! úloha 2 – Survive(r) KA! – next level úloha 3 – Meziplanetární lety
16. 5.	úloha 4 – Automatické dveře úloha 5 – Zámek na PIN úloha 6 – Mixér
23. 5.	úloha 8 – Vlaková síť úloha 9 – Návrh trasy stopovačky

## 5.2 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Ověřování úloh zabralo celkem šest vyučovacích hodin ve třech po sobě jdoucích týdnech v květnu 2023, kdy téměř každá z úloh byla představena oběma skupinám. V každé skupině tedy byly věnovány tři vyučovací hodiny naší sadě úloh v počítačové učebně s dataprojektorem a tabulí na fixy.

Každá vyučovací hodina měla na konci vyhrazeno zhruba pět minut na vyplnění dotazníku k absolvovaným úlohám. Žádná z vyučovacích jednotek nezačala přesně včas z důvodu konstrukce učebny informatiky – přes učebnu se chodí do další učebny informatiky, výuka tedy nemohla z organizačních důvodů začít dříve, než dorazí učitel do druhé učebny. Na ověření úloh tedy zbylo minimálně 35–40 minut; výjimkami jsou druhá hodina ve druhé skupině, která byla narušena v průběhu na zhruba sedm minut, a poslední hodina ve druhé skupině, kdy hodina začala o patnáct minut později ze školních důvodů.

### 5.2.1 VÝSLEDKY POZOROVÁNÍ

Pozorování prováděl přísedící učitel, který se snažil popsat reakci žáků na téma, reakci žáků během aktivit a dobu věnovanou jednotlivým aktivitám i s diskuzí. Text je sepsán na základě shrnutí poznámek přísedícího učitele a vyučujícího učitele (autorky úloh, v diskuzi dále označované jen jako učitel) po daných vyučovacích jednotkách a jsou v něm zaznamenány poznatky od obou.

#### Úlohy 1, 2, 3; první skupina

Nejprve bylo zopakování pojmů z oblasti grafů. Žáci dostali zadání úlohy 1 vytištěné na papíře, učitel jej společně s nimi přečetl a poté jim nechal čas, aby se v něm pokusili vyznat. Žáci se pustili do práce, postupně začali o zadání potichu diskutovat mezi sebou, pokud vůbec netušili, přihlásili se. Všichni přišli na význam, že se v zadání mačkají klávesy K, D, mezerník. Poté učitel plánovaně pozastavil jejich práci a začal předvádět činnost postavy podle předepsaného stavového diagramu. Žáci téměř všichni odpovídali, aktivně se zapojovali do diskuze a někteří formulovali vlastní závěry a návrhy na vylepšení – jedna žákyně šla svůj nápad sama nakreslit na tabuli. Ve třídě zůstává celou dobu šum. Učitel začal vyvolávat žáky, aby mu popsali, do jakého stavu se dostane postava po stisku nějaké sekvence vstupů. Žáci se ptali na smysl fiktivní hry znázorněné konečným automatem. Žáci samostatně přemýšleli nad aktivitou zhruba 4 minuty i s přečtením zadání, dalších 5 minut probíhalo hromadné vysvětlení a diskuze. Celková doba bloku: 9 minut.



Úlohu 2 někteří žáci začali rovnou vylepšovat po hromadném přečtení zadání a rovnou chtěli své úvahy sdělit učiteli. Někteří se ptali, zda mohou do grafu kreslit a upravit některé hrany nebo nakreslit nový graf či přidat další stavy a další klávesy. Po chvíli dodává učitel plánovanou radu, zda se postava nezasekne v nějakém stavu, ať se na to zaměří. Některé žákyně začaly nahlas zmiňovat, že tam jsou chyby a je to špatně, když tam jsou dvě hrany se stejným ohodnocením z jednoho vrcholu, část žáků pouze sedí a kouká do papíru. Po zhruba 3 minutách začíná hromadná diskuze, kdy učitel pokládá otázky a seznamuje žáky s tabulkou, která znázorňuje stejný graf. Žáci si tabulku nekreslili, pouze sledovali a reagovali na učitele, který vyvolával a chtěl odpovědi od žáků, aby tabulku společně vytvořili. Všichni dokázali odpovědět. Při setkání s nejednoznačností přechodů žáci sami začali říkat svá řešení, co dodělali do zadání (ne všichni). Celý blok trval zhruba 10 minut.

Poté učitel začal popisovat, že graf znázorňuje konečný automat a vysvětlil význam názvu úlohy – Survive(r) KA! a princip konečného automatu. Žáci stále ještě chvíli mezi sebou debatovali o předcházející úloze, když učitel kreslil „čtecí“ hlavu konečného automatu a pásku, ze které čte vstupy. Žáci nevěděli, co je termostat, následovalo vysvětlení a sdělení, kde všude konečný automat. Žáci po chvíli řekli, že jsou zahlceni informacemi. Přestavení trvalo zhruba 5 minut.

Zbytek hodiny byl věnován samostatné práci žáků na úloze 3. Někteří měli problém se samostatným přečtením zadání (otázka „Co mám dělat“ hned po otevření zadání, aniž by si ho přečetli) a s pojmenováním planet Sluneční soustavy. Během plnění úlohy je dlouho ticho. Vznikaly dotazy způsobené chybným přečtením zadání (hledání cesty, co nedovede). Po zhruba 4 minutách pozastavena práce a zkontrolovány hromadně otázky 1 a 2 a ukázány všechny cesty v grafu. Poté ještě ponechána chvíle na dodělání otázek 3 a 4. Doba bloku věnovaného úloze: zhruba 7 minut.

Nakonec shrnuli hodinu a vyplňovali dotazník.

### **Úlohy 1, 2, 3; druhá skupina**

Jako první proběhlo ústní zopakování znalostí pojmů z oblasti grafů, žáci listovali sešitem a hledali odpovědi, nevěděli z hlavy. Během rozdávání úlohy 1 někteří žáci nesouhlasili („Ne, zase papír.“), ale během čtení zadání a práce byli tiše. Někteří začali rovnou nahlas odpovídat na psané otázky v zadání. V průběhu nebyly žádné dotazy, ale čtyři žáci vůbec nepracovali – až po dotazu učitele řekli, že neví, co s tím mají dělat. Po zhruba 4 minutách

učitel začal předvádět postavu a ptal se žáků, co má udělat po stisku kláves. Vyvolával žáky, kteří nebyli aktivní, s malou pomocí dokázali odpovědět správně. Polovina žáků při odpovědích kývala hlavou na souhlas. Následovala hromadná diskuze nad chováním postavy, kdy učitel říká sekvence kláves a žáci sdělují, v jakém stavu postava skončí. Celý blok řešení úlohy i s diskuzí trval zhruba 9 minut.

Rozdání úlohy 2 bylo opět doprovázeno hlasitým nesouhlasem, které však po náhledu do papíru jeden žák narušil vyjádřením „Hezky.“ Další žákyně se ptala, zda si to může opět udělat barevně jako úlohu 1. Hromadné přečtení zadání odstartovalo polohlasnou diskuzi mezi žáky, po nějaké chvíli učitel sdělil plánovanou radu, zda se dá ze všech stavů dostat do všech dalších stavů a zda je vždy jasné, kam se postava přesune po stisku klávesy, což odstartovalo hromadnou diskuzi. Vznikaly návrhy na zavedení dvojkliku kláves a možnosti chybové hlášky *error* v programu, když není definováno, co se stane po stisku nějaké klávesy. Někteří žáci mlčeli, ale sledovali děj. Učitel poté načrtnul tabulku přechodů, kterou hromadně s žáky vyplnili – vyvolával žáky, aby mu diktovali přechody mezi stavy. V tabulce narazili na nejednoznačné přechody, žáci rovnou navrhují jednu hranu odstranit, nemohou se ale shodnout kterou. Jeden z žáků se snaží stále držet svého nápadu na dvojkliky, které by zařadil všude, aniž by kreslil nové hrany do grafu. Nevnímá jiné názory, mezi které patří zavedení nového tlačítka. Žáci spíše rovnou mluvili, než aby se hlásili. Žáci chtějí vidět správnou verzi grafu, učitel říká, že správně může být více možností, kdy bude jednoznačně řečeno, jak se má postava chovat. Celý blok zabral zhruba 9 minut.

Přechází se z popisu chování postavy ve hře k popisu, jak fungují jednoduché naprogramované přístroje kolem nás (jeden z žáků rovnou sám navrhuje automaty na pití). Učitel vysvětluje, že konečné automaty mohou být v nějakých stavech, rozumí jen některým vstupům (v úloze 2 klávesy K, D, mezerník), někde končí a někde začíná a nějak se mezi stavy přesouvá. Dále se ptá učitel, kde by se mohly konečné automaty využívat, jaké přístroje ovládají, ale že logika konečného automatu kontroluje i správnost zadané e-mailové adresy a chování postav v počítačových hrách – po tomto sdělení žáci ožili. Vysvětlování trvalo zhruba 7 minut.

Úloha 3 zadána, žáci si samostatně čtou zadání. Sdělení, že všichni žáci mají odpovědět na otázky 1 a 2, otázky 3 a 4 jsou pro rychlejší. Následovalo dohadování o názvu planet Sluneční soustavy mezi žáky. Někteří žáci ignorovali směr orientované hrany. Po více než 6 minutách

zastavena práce – někteří žáci měli hotové již 3 otázky, ale pár nemělo zodpovězenou ani první otázku. Učitel nechal jednoho z žáků ukázat na promítaném grafu jednu z možností tras mezi planetami, nad dalšími řešení diskutovali. Blok s úlohou trval zhruba 9 minut. Nakonec shrnuli hodinu a vyplňovali dotazník.

### **Shrnutí vyučovací jednotky**

Téměř celá vyučovací jednotka byla velmi diskuzní a založená na reakcích žáků. I po negativní reakci na papírové zadání v druhé skupině nakonec téměř všichni nad zadáním přemýšleli a přispěli do diskuze, v první skupině byli žáci aktivnější. Bloky s úlohami trvaly podobně dlouho, vše se odvíjelo od reakcí žáků. Jedna skupina se ptala na význam fiktivní hry v úlohách 1 a 2, druhé to bylo jedno. Úloha 2 v první skupině probudila zájem tvořit i nové stavy, v druhé skupině by pouze přidali další možnosti vstupů. Ve druhé skupině žáci projevíli zájem o ukázkou správné podoby stavového diagramu (který bude deterministický, tento pojem však oni neslyšeli, spíše pracují s intuitivním vyjádřením *jednoznačný*). Podle reakce první skupiny byl pozměněn obsah vysvětlovací části hodiny, kdy byl vynechán náčrtek teoretické podoby „konečného automatu“ a nahrazen jiným způsobem (nenásilné zmínění charakteristické pětilokové konečného automatu) představení konečného automatu s uvedením více příkladů z reálného života a digitálního světa, což se ukázalo jako vhodnější.

### **Úlohy 4, 5, 6; první skupina**

Hodina začala zopakováním pojmu konečný automat – žáci si dokázali postupně vzpomenout, že je to model a že konečné automaty ovládají termostat, fén, výtah.

Učitel poté promítl úlohu Automatické dveře, někteří žáci si ji otevřeli také. Učitel upřesňuje, že nemyslíme dveře v supermarketech otevírané do stran. Žáci začali říkat, že takové jsou v nemocnici blízko školy. Po zmínění pojmu nášlapná deska se senzorem se žáci ptali, zda je to taková deska jako v Minecraftu. Učitel se postupně ptá na případy, zda se mohou dveře zavřít, když někdo stojí na zadní podložce – část žáků tvrdí ano, část ne. Všichni žáci vysvětlování sledovali, i když někteří přímo nemluvili. Učitel ukazoval tabulku přechodů, někteří žáci zamručeli. Postupně probírali a diskutovali o všech možnostech signálů z nášlapných podložek a možných stavech dveří. Četli promítané zadání popisující funkci dveří a poté učitel vyvolával žáky, aby odpověděli na některé možnosti přechodu mezi stavy dveří. Společně formulovali odpověď na otázky v zadání.

Než se začal hromadně tvořit stavový diagram dveří, uplynulo 7 minut. Po zmínění, že se jde kreslit, nastal šum. Učitel nakreslil dva stavy dveří. Jeden žák navrhoval zakreslení podložky, druhý navrhoval nakreslení „šipek“. Učitel se snažil dovést žáky k využití tabulky jako pomocníka k tvorbě stavového diagramu. Šum žáků sílil, ale stále se snažili odpovídat, když byli vyvoláni, ačkoli se trochu ztráceli. Učitel reaguje na jejich zmatenost a začal s jedním žákem simulovat dveře – ze dvou papírů vytvořil podložky a pohyboval ukazovátkem jako dveřmi, to pomáhá. Tvorba zabrala přibližně dalších 10 minut. Čas celkem potřebný na úlohu 4: zhruba 17 minut.

Učitel zadal další úlohu. Žáci se po hromadném přečtení zadání dotazovali, co znamená postupně zadávat čísla, jak je možné, že to ten zámek takhle dělá, když PIN na telefonu nebo i v bankomatu je potvrzen celý a ne postupně po číslech, rozpoutala se hlasitá debata. Učitel uznal, že ověřování PIN kódu takto nefunguje. Učitel zakreslil první stav na tabuli s tím, že 1. stav můžeme popsat jako takový, kdy čeká na zadání 1. čísla z PIN kódu. Jedna žákyně se přihlásila a hned se ptala, zda nám dá počítač po zadání špatného čísla možnost se znova opravovat – ano. Druhý žák se ohradil, že to je dobré pro kradení, pokud to automat kontroluje postupně. Učitel poté načrtnul na tabuli 5 vrcholů znázorňujících stavy, napsal na tabuli PIN, který bude automat kontrolovat, a zeptal se, jak se doplní přechodové hrany. Jeden žák se zeptal, zda po zadání špatného čísla se vracíme úplně na začátek nebo se točíme na stejném stavu – druhý argumentoval, že to záleží, jak je to naprogramované. Rozvedla se diskuze, na kolik pokusů je vlastně možné PIN kód odhadnout. Postupně učitel nakreslil přechody mezi stavy po zadání správného kódu, zbytek nechává na žácích. Žáci byli velmi aktivní, ačkoli se objevovaly nejasnosti v zadání. Odpověděli na pomocné otázky v zadání. Doba trvání zhruba 10 minut.

Úlohu 6 dal žákům učitel nejprve přečíst samostatně a ať se nad tím sami zamyslí. Po zhruba 2 minutách se učitel zeptal na otázky související s porozuměním zadání, téměř všichni žáci hromadně odpověděli, dohadovali se ale o tom, zda tlačítko on/off je jedno tlačítko nebo dvě. Problém s tím, zda má mixér 4 nebo 5 stavů, žáci hodně tvrdili, že může být stav, kdy je mixér jen zapnutý, ale nijak se netočí, po přečtení věty ze zadání žáci většinou souhlasí, že stavy budou 4. Opět chvilka na práci, učitel obchází. Učitel načrtnul základ tabulky přechodů. Jedna žákyně leží na lavici, po vyvolání však odpověděla na otázku správně, tužku však poté do ruky zpět nevzala. Učitel nakreslil na tabuli 4 stavy mixéru a nechává čas

na znázornění přechodů. Žáci polohlasem mezi sebou diskutují k tématu. Úloha trvala zhruba 9 minut, kontrola úlohy naplánována na příští hodinu. Učitel si během plnění dotazníku vybral sešity, aby se sám podíval na řešení.

#### **Úlohy 4, 5; druhá skupina**

Žáci se po příchodu do třídy hned ptali, co budou dělat, učitel na jejich otázky navázal opakováním pojmů z minulé hodiny. Jeden z žáků nadšeně reagoval na učitelem použitou zkratku KA, zbytek třídy si pojem konečný automat nezapamatoval. Vzpomněli si ale na výskyt kolem nás (výtah, postavy v hrách). Ten první žák, co si pojem konečný automat pamatoval, se zeptal, jestli neovládá konečný automat dveře v Penny marketu. Učitel potvrdil a říká, ať si žáci otevrou zadání úlohy 4 Automatické dveře, také ho promítnul. Ukázal obrázek dveří a podložek vedle dveří, jedna žákyně zmínila, že podložky, co ovládají dveře, jsou v Minecraftu, učitel hned otevírá program v Minecraftu. Ukázal běžně používané dveře, poté vytvořené „dveře“ vedle lávy. Žáci reagovali na otázky, co se stane, když někdo bude stát na přední podložce, někdo na zadní. Učitel spadnul do lávy, žáci se smějí. Poté učitel vybral dva žáky a jdou simulovat činnost dveří s papíry a ukazovátkem, ostatní žáci říkali, co se děje s dveřmi. Poté začali tvořit graf během toho, co odpovídají na otázky v zadání a orientují se v tabulce přechodů. Každý vyvolaný žák dobře odpověděl a rychle vytvořili diagram, problém byl s hranou, když dveře zůstávají zavřené či otevřené. Blok celé úlohy zabral zhruba 12 minut.

Učitel promítá zadání úlohy 5, hromadně ho čtou, diskutují o využití PIN kódu. Upřesňuje, že čísla se tady v tomto zadání zadávají postupně a že to není moc bezpečné. Diskutují, co je u zámku důležité, žáci se zapojují. Poté je hodina přerušena – příchod jiného učitele, domluva se třídou. Přítomnost cizího učitele trvala asi pět minut, poté odchází, třída pokračuje v domluvě s vedlejší skupinou, učitel je přerušuje a vrací je k práci. Většina žáků začala být neklidná, přestávají reagovat na otázky od učitele, začali se bavit mezi sebou o něčem jiném. Učitel opakuje zadání úlohy. Jedna žákyně okřikuje ostatní. Žáci mají problém s určením stavů, jeden z žáků se přihlásil, že to nakreslí, nakreslil displej bankomatu a mluví o výběru a vkladu peněz a jak bankomat vrčí. Učitel ho přerušil, odůvodnil tím, že nyní je zajímavá logika pouze ověření PIN kódu, ne funkce výběru peněz, na to se můžou podívat později. Žáci reagovali mimo, vyrušovali, až na dva, co se snažili. Od zadání úlohy s přerušením od cizího učitele do zakreslení úlohy uběhlo 21 minut.

Učitel váhá o promítnutí úlohy 6, pak se přihlásil jeden žák, že nechápe čísla u zámku, co znamená 0-5. Učitel rozepisuje rozsah čísel a snaží se to více vysvětlit, žák kroutí hlavou, ostatní na něj začali pokřikovat, učitel je utiňuje. Učitel požádal žáky o samostatné přečtení úlohy 6, dále vysvětluje rozsah čísel žákovi, neúspěšně. Učitel upravil dotazník, poté obešel žáky a zeptal se, jak mixér sami pochopili. Jeden žák se hlásí, ostatní nereagují. V posledních minutách hodiny byl rozeslán odkaz na dotazník, učitel vybral sešity.

### **Shrnutí vyučovací jednotky**

Vyučovací jednotka proběhla v každé skupině jinak – první skupina absolvovala všechny tři plánované úlohy, hodina druhé skupiny byla narušena. Úloha 4 v první skupině trvala poměrně dlouho, jelikož učitel nejprve trval na slovním vysvětlení a nevyužil možnost činnost dveří „zahrát“ s žáky. Jakmile takto činnost zahrál během tvorby stavového grafu, pochopili činnost již téměř všichni žáci. Sami žáci zmínili během této úlohy Minecraft. Toho bylo využito u druhé skupiny, kdy byla využita ukázka dveří v Minecraftu a poté simulace činnosti dveří společně s žáky. Zde probíhala tato úloha o dost rychleji. Úloha 5 vzbudila u žáků první skupiny diskuzi o tom, že PIN kód nelze zadávat postupně po jednom čísle a takhle by vůbec nebyl zámek bezpečný, což nás vede k úpravě zadání úlohy. Zároveň sami začali uvažovat o možnostech prolomení kódu. Druhá skupina byla během této úlohy přerušena zásahem jiného učitele, pravděpodobně pak z toho důvodu byli více roztěkaní a nepřemýšleli nad úlohou tolik, jako první skupina, možná i proto pak úlohu řešili déle než první skupina, jeden z žáků měl nečekaný problém se zápisem rozsahu čísel. V úloze 6 měli žáci problém s určením počtu stavů mixéru a s rozlišením vstupů a stavů, když měli diagram začít kreslit, zavádějící mohl být i název tlačítka on/off. Druhá skupina z důvodu délky bloku k úloze 5 nestihla úlohu 6 realizovat.

### **Úlohy 8, 9; první skupina**

Učitel začal hodinu zopakováním funkce mixéru a snahou o načrtnutí znova. Žáci reagovali a ti, co odpovídali, si dobře pamatovali počet stavů mixéru. Stavový diagram načrtla jedna žákyně, učitel doplnil chybějící přechodové hrany. Společně ještě zopakovali tabulku přechodů. Opět zazněla definice, co je konečný automat.

Žáci byli poté odkázáni do složky, aby otevřeli zadání úlohy 8. Nejprve bylo přečteno hromadně zadání úlohy, učitel načrtnul na tabuli stanici a z ní dvě šipky jako dvě trasy, ptal se, co se stane, když se zvolí která trasa. Žáci kývali, někteří již začali úlohu 8 proklikávat.

Učitel pokračuje s druhým snímkem, ukazuje znovu tabulku přechodů a propojuje s náčrtem na tabuli. Poté pouští žáky do práce, ukazuje ještě funkci odkazů na snímky a nutnost klikat na trasu, ukázal i co se stane, když trasu správně nezvolili. Zhruba polovina žáků si prezentaci nespustila do režimu na celou obrazovku, učitel jim ji spustil. Jeden z žáků měl problém s klikáním. Žáci nejprve chtěli jen kreslit stavové diagramy, poté si ale část z nich uvědomila důležitost tabulky. Zbylým to navrhnul učitel a nahlas jim pomohl s doplněním stanic do levého sloupce, jelikož někteří nevěděli, jak mají stanice doplnit. Tabulku načrtnul na tabuli. Žáci, co tabulku vytvořili sami, se ptali, zda nevádí, že mají řádky tabulky a stanice v jiném pořadí, dělali to postupně podle průchodu vlakovou sítí. Jeden žák leží na lavici a jen bezcílně kliká, ostatní však nadšeně klikají a pracují, ve třídě je šum. Učitel žáky obcházel a pomáhal s kontrolou tabulky. Dvě žákyně se rozčilují, že když se chtějí dostat na začátek, musí prezentaci vypnout a zase zapnout. Jedna žákyně místo stavového diagramu vytvořila stavový strom, ptala se, zda je její řešení správné. Někteří žáci dokončili dřív, jejich řešení bylo rychle pohledem zkontrolováno a byli odkázáni na rozšiřující úlohu, do které se s radostí pustili. Blok s řešením úlohy 8, kdy bylo na konci ukázáno, jak by mohla verze se dvěma trasami vypadat, trval zhruba 30 minut. Žáky, kteří se pustili do rozšiřující verze, téměř nebylo možné zastavit. Verze se třemi trasami nebyla ukázána.

Ve zbylém času bylo žákům předáno zadání úlohy 9 se sdělením, že si učitel uvědomuje, že na to zbylo málo času. Rozdal jim vytištěné stavové diagramy, zadání si promítli u sebe na počítači. Vytvořili dvojice podle toho, kdo jaký diagram dostal, aby každý měl v dvojici jiný. Hodně se ptali na dovysvětlení zadání, z časových důvodů učitel dost zasahoval a opakoval věty ze zadání. Někteří nakonec správnou trasu našli, nebyl však prostor pro zapsání porovnání a diskuzi se všemi žáky. Jedna žákyně se zeptala, proč se někdo jmenuje Timur. Učitel jí vysvětlil propojení s teorií a podobnost jmen.

Na dotazník zbyly pouze 2 minuty, žáci zůstali chvíli přes přestávku. Učitel jim poděkoval za pozornost a jejich názory.

### **Úloha 8; druhá skupina**

Hodina začala o 15 minut později z neočekávaných školních důvodů. Učitel připomněl pojem konečný automat a snažil se společně s žáky vytvořit na tabuli stavový diagram popisující automatické dveře, žáci však mlčeli, ačkoli převážně učitele sledovali. Po nakreslení vrcholů stavového diagramu se jeden z žáků hlásí, jestli může jít doplnit

hrany, že asi ví, nakreslil však pouze hrany mezi stavy. Učitel ho pochválil a doplnil zbývající hrany.

Po tomto zopakování učitel přečetl žákům zadání úlohy 8, pak načrtnul na tabuli stanici a z ní dvě šipky jako dvě trasy, ptal se, co se stane, když se zvolí která trasa. Žáci začínají postupně reagovat. Poté učitel načrtnul tabulku přechodů ukázanou na druhém snímku a poprosil žáky, ať kliknou z první stanice na trasu A a řeknou, do jaké stanice vlak přeje. Poté to učitel zapsal do tabulky přechodů, aby připomněl její tvorbu. Učitel žákům vysvětlil funkci odkazů v prezentaci a nechal je samostatně pracovat. Všichni žáci začali pracovat. Během samostatné práce je obcházel a řešil jejich problémy na místě. Po chvíli připomíná, že pokud je tvorba stavového diagramu složitá, ať nejdříve vytvoří tabulku přechodů. Ve třídě začíná být šum. Tři žáci si nechtějí otevřít prezentaci v celoobrazovkovém režimu, prý je to takhle přehlednější a mohou se lépe vrátit na začátek. Učitel stále obchází a snaží se poradit, žáci pomoc vítají u tvorby tabulky, kterou pak učitel začal doplňovat na tabuli. První žáci, co měli hotovo, k sobě zavolali učitele, který pak řekl nahlas, že kdo bude mít tabulku i nakreslený stavový diagram, ať se pustí do rozšiřující úlohy. Učitel na tabuli načrtnul šest vrcholů znázorňující stanice do kruhu, aby pomohl těm, co jsou stále u první úlohy. 5 minut před koncem hodiny učitel chtěl pozastavit činnost, žáci se ohradili, že ještě nemají hotovo. Učitel na tabuli tedy sám dokreslil přechody mezi stanicemi na tabuli, pak žákům poslal dotazníky a po zazvonění jim poděkoval za práci. Blok s úlohou trval zhruba 22 minut.

### **Shrnutí**

První skupina se do úlohy 8 pustila s nadšením, ačkoli narazila na problémy s vytvořením tabulky přechodů, někteří žáci ji však zvládli vytvořit úplně sami – ti si pravděpodobně nejvíce uvědomili spojitost tabulky přechodů se stavovým diagramem. Všichni kromě jednoho žáka celou dobu pracovali. Jedna žákyně nakreslila (aniž by ten pojem dříve slyšela a viděla znázorněný) stavový strom místo stavového diagramu a ptala se, zda je její řešení správné, i když se jí tam opakují stanice a asi se nejedná o to, co měla načrtnout. Oproti první skupině žáci druhé skupiny nebyli ze začátku tak nadšení, což ale spíše ovlivnila událost předcházející vyučovací jednotce (a kvůli které jsme byli nuceni začít hodinu později). Zde již žáci pracovali s upravenou tabulkou přechodů, kde nemuseli doplňovat vše,



což se ukázalo jako snazší varianta. Ve druhé skupině byli žáci pomalejší. V obou skupinách se někteří žáci ozvali, že by se jim hodilo dostat se snadno na začátek.

### 5.2.2 ZPĚTNÁ VAZBA OD ŽÁKŮ

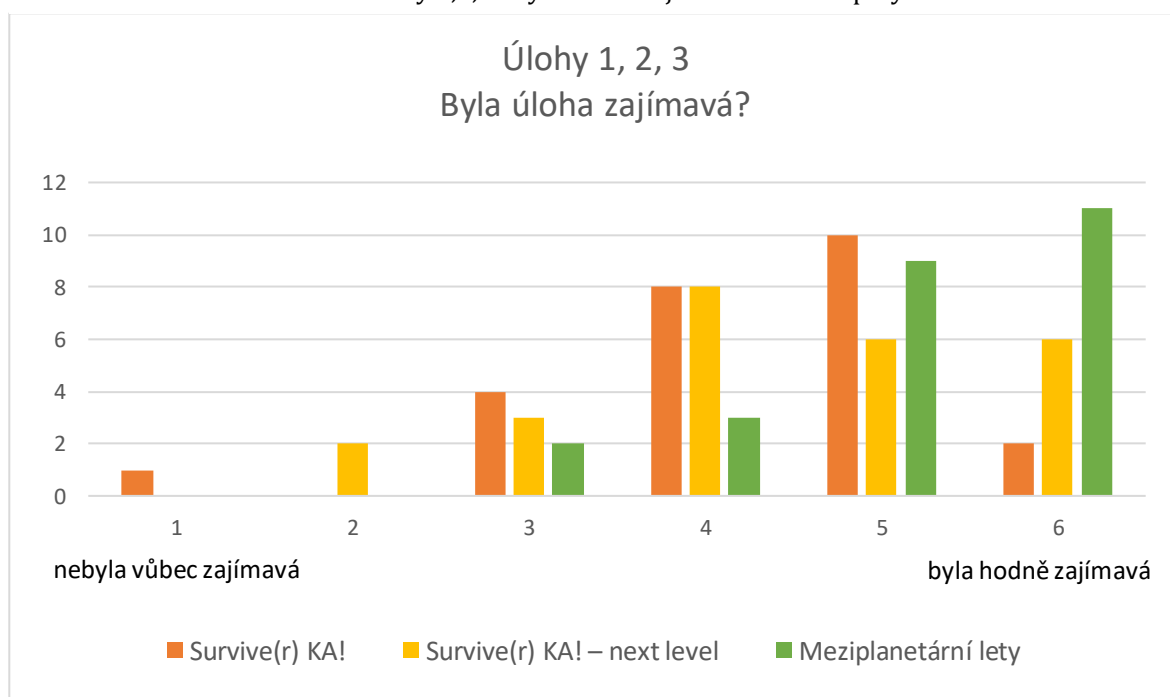
Pozorovatel ve třídě s více žáky nemůže postřehnout, jak všem žákům šlo úlohy řešit a jak je sami žáci vnímali. Zpětná vazba od žáků získaná dotazníkem pomáhá zjistit jejich zájem o téma i zhodnocení své vlastní snahy o splnění úlohy, pokud však budou žáci odpovídat upřímně. V krátkém dotazníku, který byl navíc opakován každou hodinu k dalším úlohám, se bohužel nenachází otázky, které by mohly napovědět o upřímnosti žakovských odpovědí. Nejdůležitější zpětnou vazbou je však pro nás možnost žáků samostatně se k úlohám vyjádřit v otevřené otázce.

Z důvodu různého počtu žáků na hodinách věnovaných ověření není možné zobrazit všechny testované úlohy v jednom grafu. Proto jsou grafy se sebranými daty rozděleny po vyučovací jednotkách. Zároveň z neočekávaných časových a organizačních důvodů, které narušily ověření sady úloh, nebyl ve všech jednotkách v jednotlivých skupinách ověřen stejný počet úloh, proto jsou pak i v rámci jednotky grafy dále rozděleny. Grafy mají také různě velké osy y v různých skupinách – opět kvůli počtu žáků.

#### První vyučovací jednotka – úlohy 1, 2 a 3

Graf 1 zobrazující vyjádření žáků k tomu, zda jim úloha přišla zajímavá, vypadá následovně.

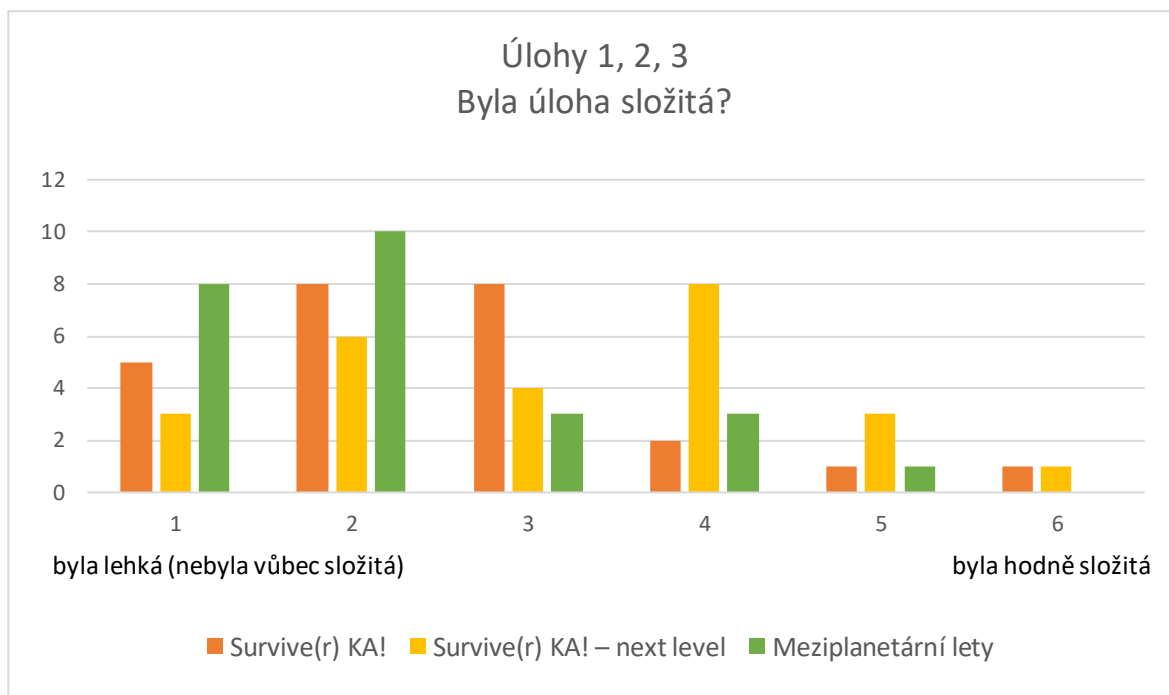
Graf 1: Úlohy 1,2, 3. Byla úloha zajímavá? Obě skupiny.



Z celé vyučovací jednotky přišla žákům nejzajímavější úloha Meziplanetární lety. Nedá se říct, že by ale zbylé dvě úlohy žákům nepřišly zajímavé. Obecně odpovědi více inklinují k tomu, že žáky dané téma zaujalo.

Graf 2 znázorňující složitost úlohy tak, jak ji vnímají žáci, je uveden níže.

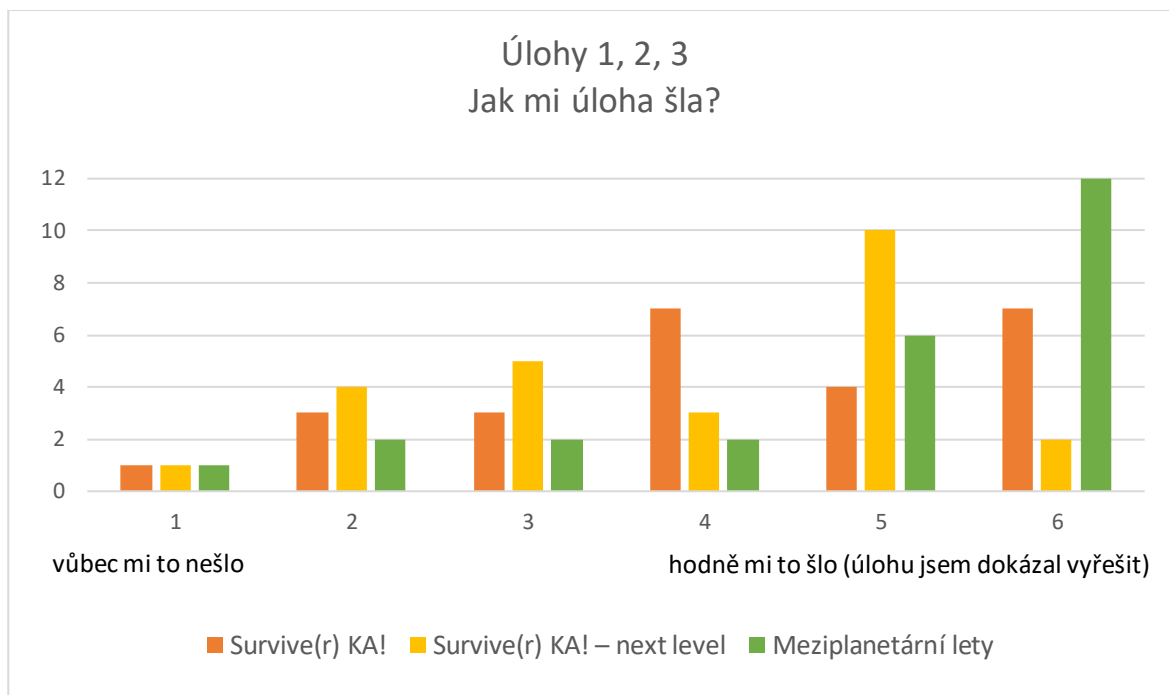
Graf 2: Úlohy 1, 2, 3. Byla úloha složitá? Obě skupiny.



Žáci jako nejsložitější úlohu vyhodnotili úlohu Survive(r) KA! – next level, což se dalo očekávat. Museli zde pracovat s chybou v již vytvořeném modelu a upravovat nějaký model je o dost složitější než se v něm pouze vyznat, o což šlo ve zbývajících úlohách. Jako nejsnazší úloha se dá označit úloha Meziplanetární lety.

Graf 3 znázorňuje subjektivní hodnocení žáků, jak jim šlo řešení úloh.

Graf 3: Úlohy 1, 2, 3. Jak mi úloha šla? Obě skupiny.



Zde je zajímavé propojení, že nejsložitější úlohu Survive(r) KA! – next level označili pouze dva žáci jako takovou, že ji dokázali naplno vyřešit. Nejsebevědomější však žáci jsou u úlohy Meziplanetární lety.

Z odpovědí uvedených v dobrovolné otevřené otázce uvedeme plné znění některých z nich. Celkem bylo všech respondentů dotazníku 25. K úloze 1 přišlo celkem 20 vyjádření, z toho 9 zmiňovalo úlohu jako dobrou, zábavnou či „super“. Odpovědi, které by mohly sloužit k úpravě zadání jsou takové: „vylepšit tlačítka třeba chůze w a s d“, což však ale může být návrh na vylepšení fiktivní hry, jejíž ovládání stavový graf znázorňuje; „Moc mě nebaví dělat grafy na papírech protože mě to po chvíli začne nudit ale jinak fajn hodina:D“, která ukazuje nevoli jednoho z žáků pracovat v rámci informatiky unplugged; „aby to bylo barevný. :D“, což se zde vyskytuje dvakrát – žáci mají však v zadání napsáno, aby si sami barevně vyznačily stejně ohodnocené hrany grafu. Mezi zajímavé odpovědi, které značí zamyšlení nad úlohou, patří tyto: „Chvilku mi trvalo, než jsem tu hru pochopila, ale jinak byla zábavná“, „Úloha byla zajímavá na přemýšlení.“, „Nějak jsem to nepochopil 🤔 ale pak mi to šlo, takže dobrý asi“ a „Hodina mě bavila, ale myslím, že by to mohlo být složitější. Chápu, že ne každému by to vyhovovalo, ale pro mě by bylo lepší, kdybych musela více zapojit mozek :)“. Jsou zde uvedeny i některé odpovědi, které znázorňují žákovo nezaujetí, např. „Nevím hlavně ze sedím“.

Úloha 2 má u sebe 17 odpovědí. Opět je zde několik odpovědí obsahujících vyjádření typu dobrá úloha, líbilo se, zábavná. Odpovědi, které by mohly sloužit k úpravě zadání jsou takové: „*aby to bylo barevny :D*“, „*ma to halvu a patu al neni to dotahle*“ – u této odpovědi nás mrzí, že nevíme více, co myslí respondent „dotažením“ úlohy; „*Upravil bych tu část s tím skokem a chytáním protože když dáte K tak nemůžete jít do skoku ale budete zase chytat*“, což je vyjádření k nejednoznačnosti zobrazeného automatu. Mezi zajímavé odpovědi patří tyto: „*Bylo to dobrý lehký dá se zvládnout*“, „*Absolutně jsem to nepochopila. 🤔🤔🤔🤔*“, „*bylo to zajímavé, i když byla už trošku složitější tak i přesto mě bavila*“ a „*To už bylo trochu lepší, ale pořád bych zvládla více :)*“ I zde byly některé nesouvisející odpovědi.

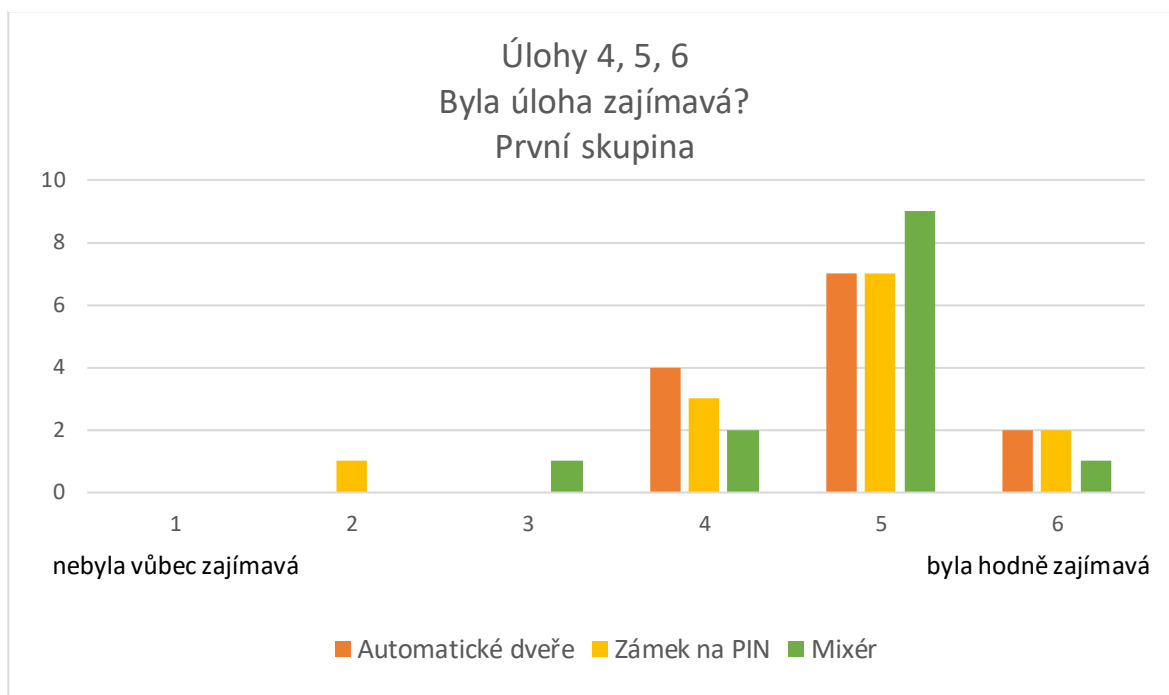
Úloha 3 má u sebe 18 odpovědí, kde je dost odpovědí kladných a opakujících, že úloha byla rovněž dobrá a líbila se. Někteří uvedli, že byla ze všech nejlepší. Odpověď, která by mohla sloužit k úpravě zadání je pouze jedna: „*Nevím konečně pracujeme s kompem*“, je však od autora předchozích odpovědí znázorňujících žákovo nezaujetí u úlohy 1. Mezi zajímavé odpovědi patří tyto: „*Tam bylo nejvíce matoucí to, kolik tam bylo možností. To už bylo o něco lepší :)*“, „*Planety Země zvládám takže to bylo lehký*“.

### **Druhá vyučovací jednotka – úlohy 4, 5 a 6**

V této úloze jsou grafy a odpovědi rozděleny na první skupinu a druhou skupinu, jelikož v první skupině žáci stihli úlohy 4, 5 a 6, zatímco druhá skupina stihla z důvodu neočekávaného vyrušení během hodiny pouze úlohy 4 a 5. Zároveň úloha 5 byla v každé skupině uvedena trochu odlišně – ve druhé skupině

Graf 4 ukazuje vyjádření žáků první skupiny k tomu, jak je úlohy bavily.

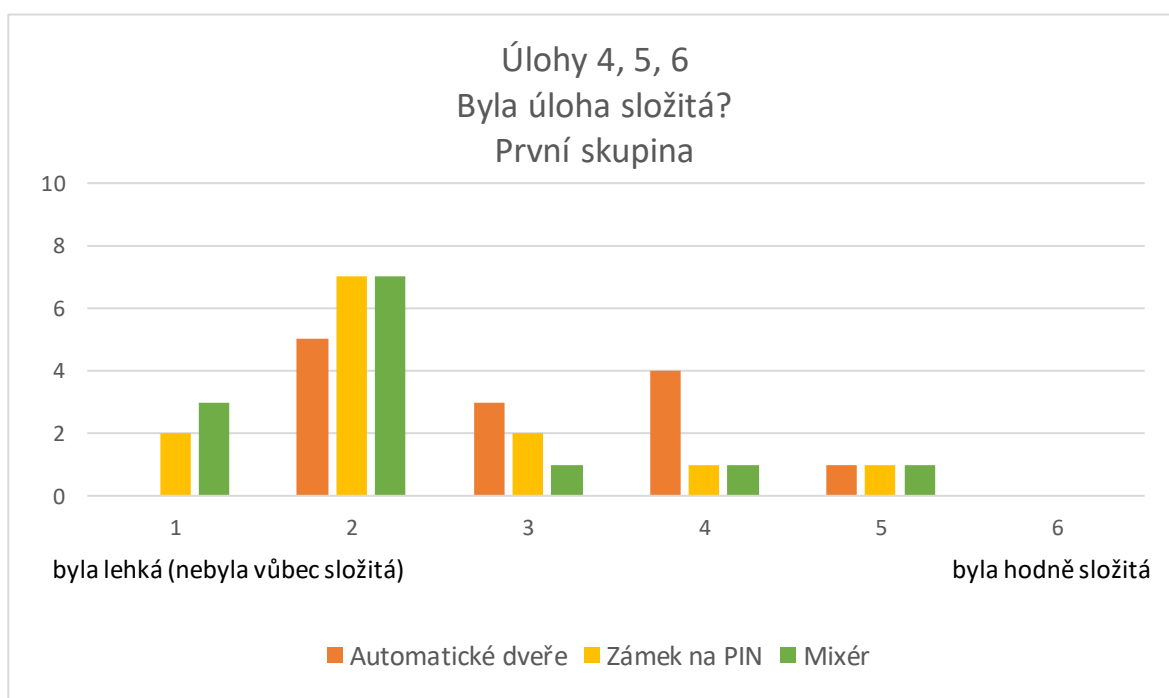
Graf 4: Úlohy 4, 5, 6. Byla úloha zajímavá? První skupina.



Oproti úlohám realizovaným v první hodině je zde vidět velký posun k vnímání zajímavosti úloh. Nejvíce zaujala úloha Mixér. Ze zbývajících dvou úloh je úspěšnější úloha Automatické dveře.

Graf 5 uvádí odpovědi první skupiny na otázku „Byla úloha složitá?“.

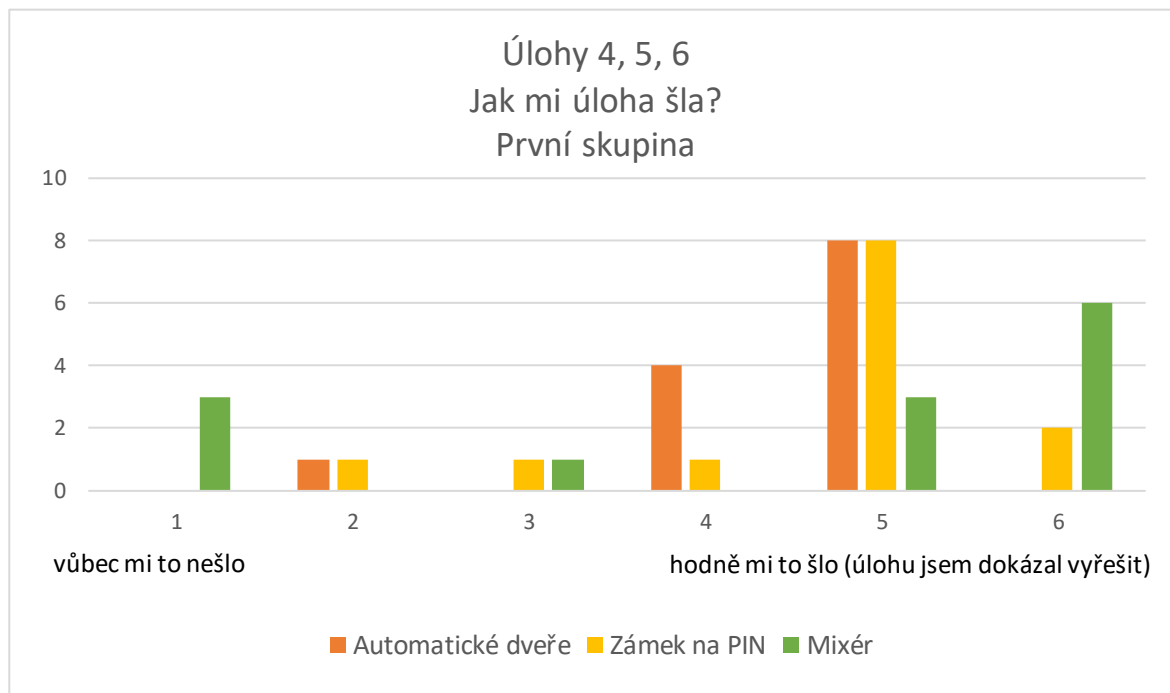
Graf 5: Úlohy 4, 5, 6. Byla úloha složitá? První skupina.



Žádná z úloh nepřišla žákům jako hodně složitá. Jako nejlehčí jim přišla úloha Mixér, která žákům ze stejné skupiny přišla i nejzajímavější.

Graf 6 ukazuje subjektivní názor žáků na to, jak jim úlohy šly.

Graf 6: Úlohy 4, 5, 6. Jak mi úloha šla? První skupina.



Úlohu Mixér označili 3 žáci za takovou, že jim vůbec nešla, ačkoli ji žádný z žáků neoznačil jako hodně složitou. Odpovídá to některým stavovým diagramům, které se žáci pokusili vytvořit.

Co se týče odpovědí na otevřenou otázku k úloze 4, ze 13 respondentů první skupiny se vyjádřilo 7 žáků. Celkem 5 odpovědí zahrnovalo vyjádření typu „hustý, hezký, dobrý, zajímavá“. Odpovědi, které by mohly sloužit k úpravě zadání, se zde žádné nevyskytují. Mezi zajímavé odpovědi ukazující zamyšlení nad úlohou patří tyto: „Úloha se mi líbila, i když jsem ji ze začátku nepochopila ale pak jsem ji pochopila“ a „Docela to bylo dobrý docela mi to šlo“ – k poslední uvedené odpovědi se váže i zajímavé sebehodnocení autora, kdy náročnost úlohy zhodnotil jako 3 (spíše lehčí) a zhodnotil svou vlastní práci číslem 4.

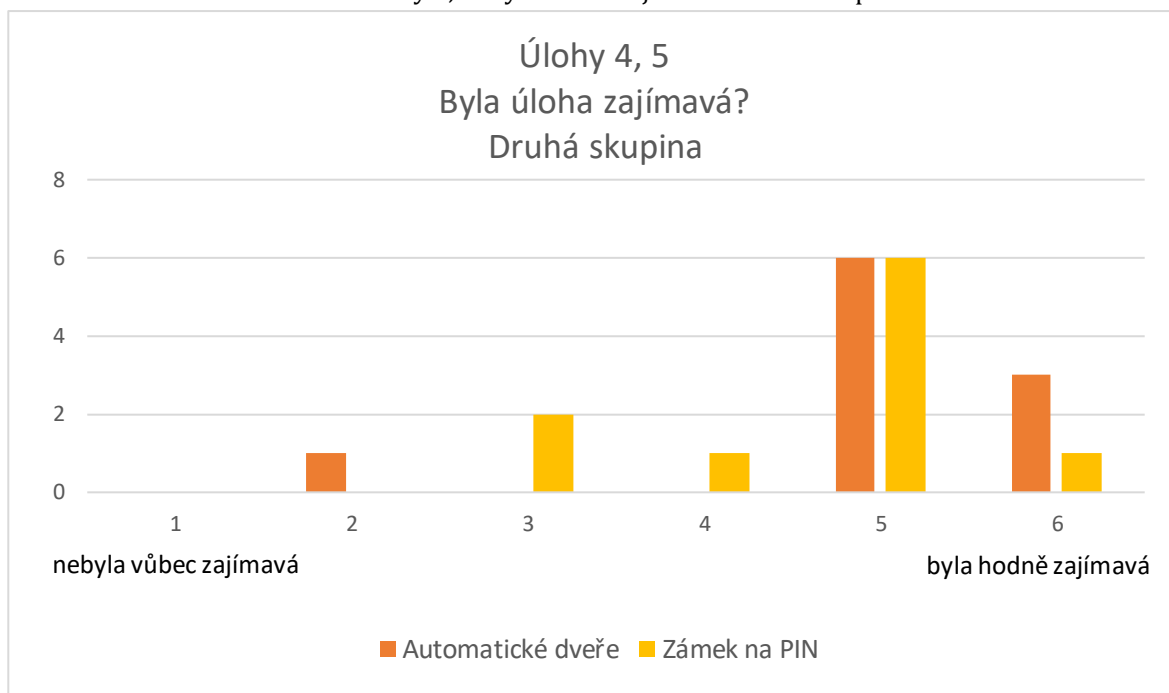
Úloha 5 u sebe opět měla 7 vyjádření, z toho 4 byly pozitivní, jedno bylo stručného znění „Ne“ a jeden žák sdělil, že úlohu nepochopil. Poslední odpověď může sloužit k úpravě zadání: „více upřesnit zadání“, což jsme ale zjistili již z pozorování, že bude nutné podobu zadání a popisu zabezpečovacího systému upravit.

Úloha 6 má u sebe pouze 5 odpovědí, všechny jsou pozitivní, např. „*Mixér byl nejlepší*“. U odpovědi „*byla zajímavá, bavila mě nejvíc*“ je zajímavé propojení, že žák označil úlohu složitostí 5, i přesto ho však bavila nejvíce. Odpovědi sloužící k možné úpravě zadání se zde nevyskytují.

Co se týče druhé skupiny, její vyučovací jednotka byla v průběhu narušena jiným vyučujícím, který nutně potřeboval s většinou třídy něco vyřešit. Poté byl složitý návrat ke zbytku celé hodiny, proto se nakonec stihly pouze dvě z původně tří plánovaných úloh. Úlohu 4 však žáci absolvovali v pozměněné podobě oproti první skupině, alespoň co se ukázky funkčnosti automatických dveří týče – žákům byly ukázány automatické dveře vytvořené v softwaru Minecraft Education.

Graf 7 znázorňuje názor žáků, jak moc jim úlohy 5 a 6 přišly zajímavé.

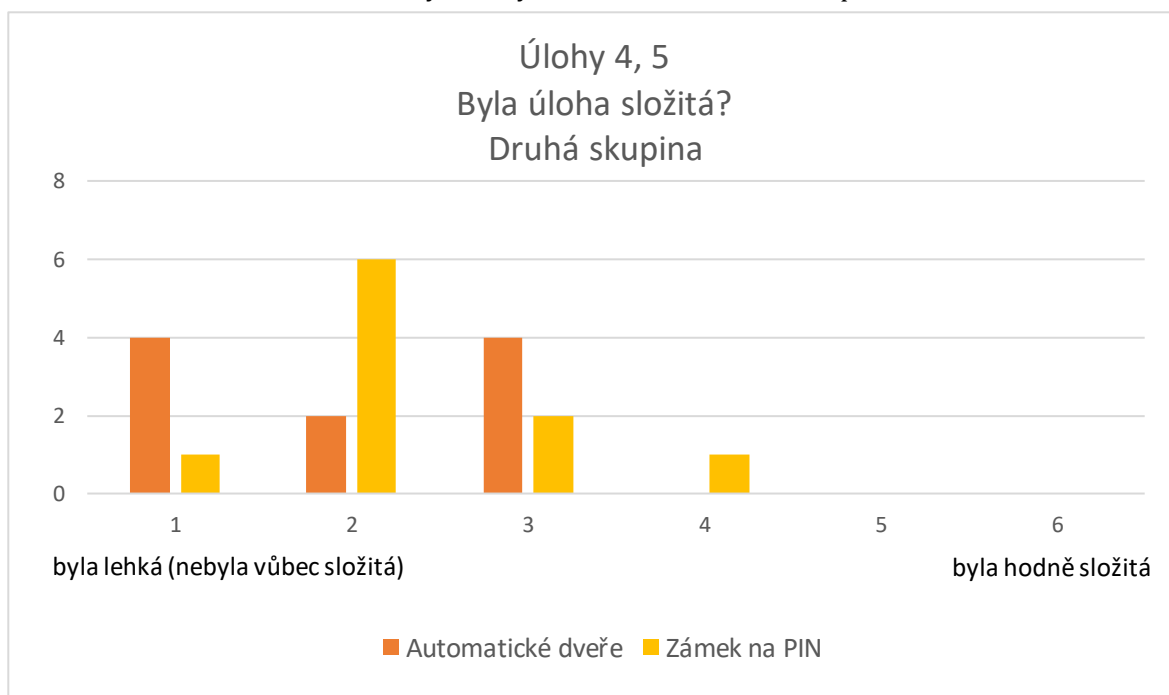
Graf 7: Úlohy 4, 5. Byla úloha zajímavá? Druhá skupina.



Úlohu Automatické dveře označil pouze jeden žák jako spíše nezajímavou, ostatní ji ohodnotili body 5 nebo 6.

Graf 8 znázorňuje rozložení bodů hodnotící, jak moc úlohy přišly žákům složité.

Graf 8: Úlohy 4, 5. Byla úloha složitá? Druhá skupina.

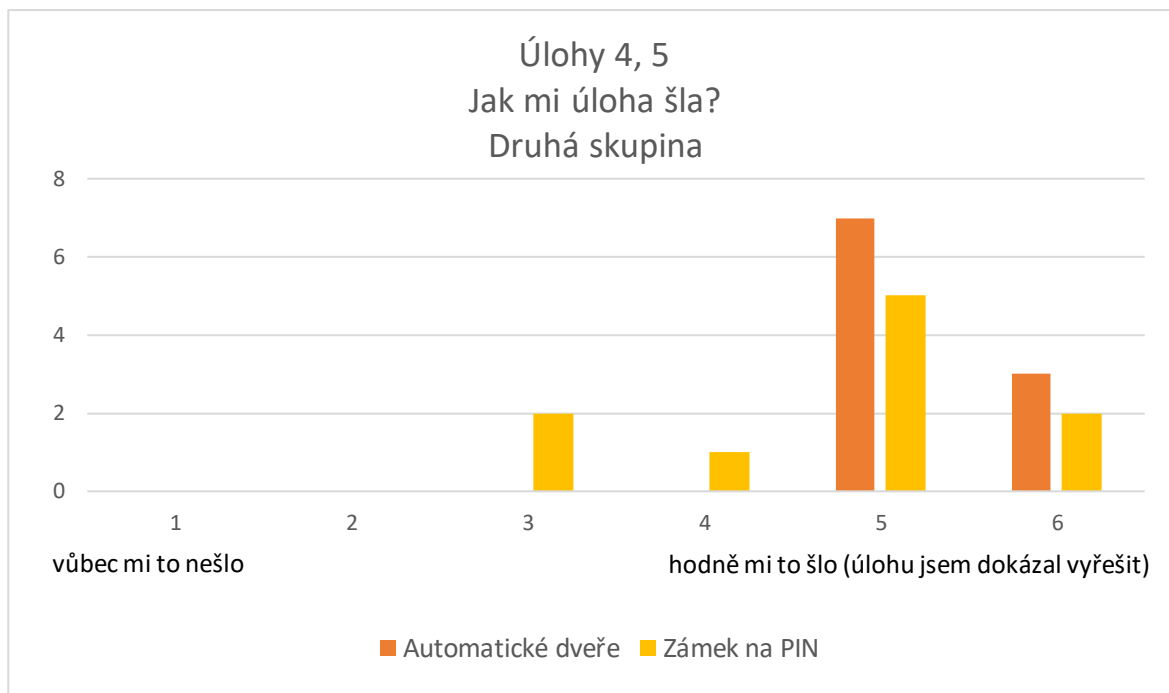


Jako lehčí úloha se žákům jeví úloha Automatické dveře. Žádná úloha nepřišla jako hodně složitá, dokonce žádná nezískala ani ohodnocení 5.



Graf 9 ukazuje subjektivní zhodnocení žáků své vlastní činnosti, jak moc jim úlohy šly.

Graf 9: Úlohy 4, 5. Jak mi úloha šla? Druhá skupina.



Nikdo nevyznačil žádnou úlohu jako takovou, co by jim vůbec nešla. Soudě podle žákovských odpovědí jim více šla úloha Automatické dveře, což může značit lepší pochopení úlohy, zaujetí Minecraftem, nebo i větší žákovskou pohodlnost, jelikož úlohu tvořili dohromady s vyučujícím.

Z 10 žáků, kteří se zúčastnili hodiny, se jich 5 vyjádřilo k úloze 4. Většina je pozitivní, jedna zmiňuje, že by žák nic neupravil. Dvě z odpovědí se přímo vyjadřují k využití Minecraftu, které žáky zaujalo: „*dveře top, konečně minecraft*“ a „*Nic bych neupravil, ale líbili se mi dveře v mc (-■-■)*“. Odpovědi, které by mohly sloužit k úpravě zadání, se zde žádné nevyskytují.

Úloha 5 má u sebe 6 různých odpovědí. Dva žáci by nic neupravili, jednoho úloha bavila. Jeden z žáků se vyjádřil, že „*Bylo to dost zajímavé to se musí uznat, nic bych nezměnil*“ „*☺☺/*“, další nebyl spokojený s tím, že stavový diagram kreslili („*Samý kreslení*“). Zajímavá je odpověď „*dneska toho bylo málo*“, což bohužel bylo způsobeno neočekávaným narušením hodiny.

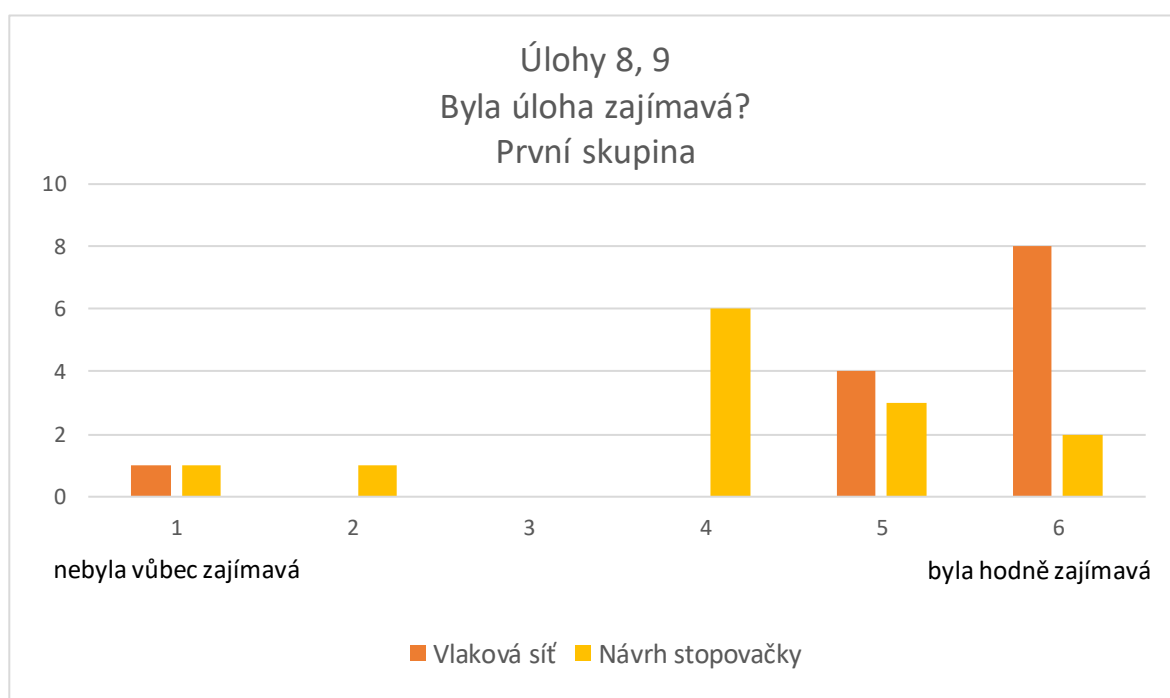
### Třetí vyučovací jednotka – úlohy 8 a 9

Ve třetí vyučovací jednotce věnované ověřování úloh bylo v plánu ověřit úlohy 8 a 9 (úloha Automat na limonádu byla z ověřování vynechaná z již dříve uvedených důvodů). V první skupině se pokračovalo dle plánu, v druhé skupině bohužel nastal neočekávaný školní problém, kvůli kterému začala vyučovací jednotka o 15 minut později a byl ovlivněn celý chod vyučovací hodiny. Z toho důvodu byla v druhé skupině otestována pouze úloha 8.

Z důvodu různého počtu aktivit realizovaných v různých hodinách budou opět grafy rozdělené pro jednotlivé skupiny.

Graf 10 ukazuje názor žáků, jak moc jim úlohy 8 a 9 přišly zajímavé.

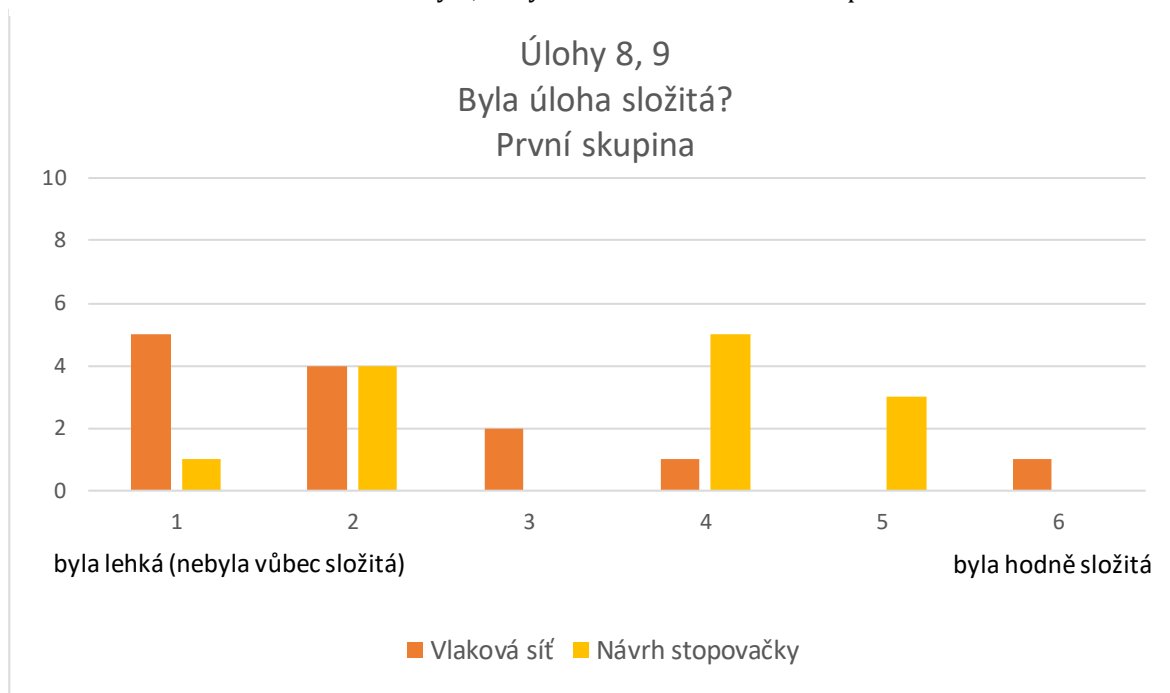
Graf 10: Úlohy 8, 9. Byla úloha zajímavá? První skupina.



Vlaková síť přišla žákům velmi zajímavá, což se dalo usoudit i podle reakce žáků během hodiny. Hodnotu 1 jí dal s největší pravděpodobností právě ten žák, který byl i během pozorování spatřen, jak bezcílně proklikává prezentaci a spíše leží na lavici. Stejně tak tento jedinec pravděpodobně dal hodnotu 1 i úloze Návrh trasy stopovačky.

Graf 11 zobrazuje výsledky, jak žáci vnímali složitost úloh.

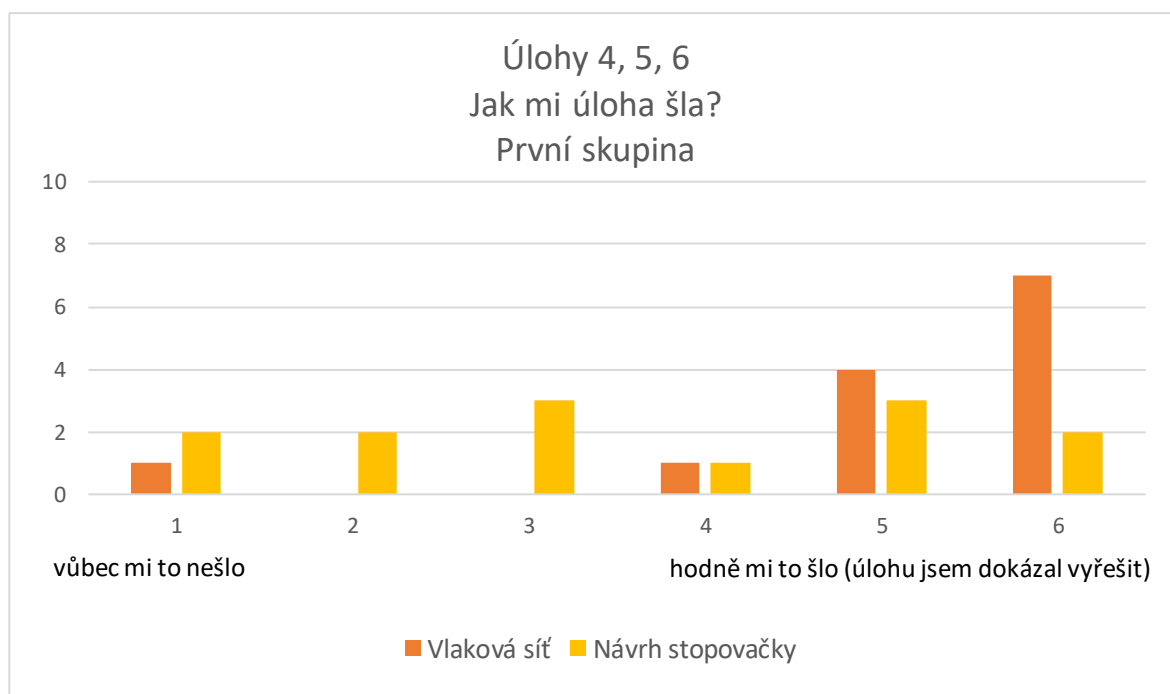
Graf 11: Úlohy 8, 9. Byla úloha složitá? První skupina.



Tento graf nabízí pohled na to, že spíše je úloha Vlaková síť považována za lehčí až středně těžkou úlohu, pouze jeden žák ji vyhodnotil jako hodně složitou. Úloha Návrh trasy stopovačky byla považována více žáky za spíše složitou, což je v pořádku, má se jednat o náročnější úlohu.

V Grafu 12 vidíme sebehodnocení žáků ohledně své práce na úlohách.

Graf 12: Úlohy 8, 9. Jak mi úloha šla? První skupina.



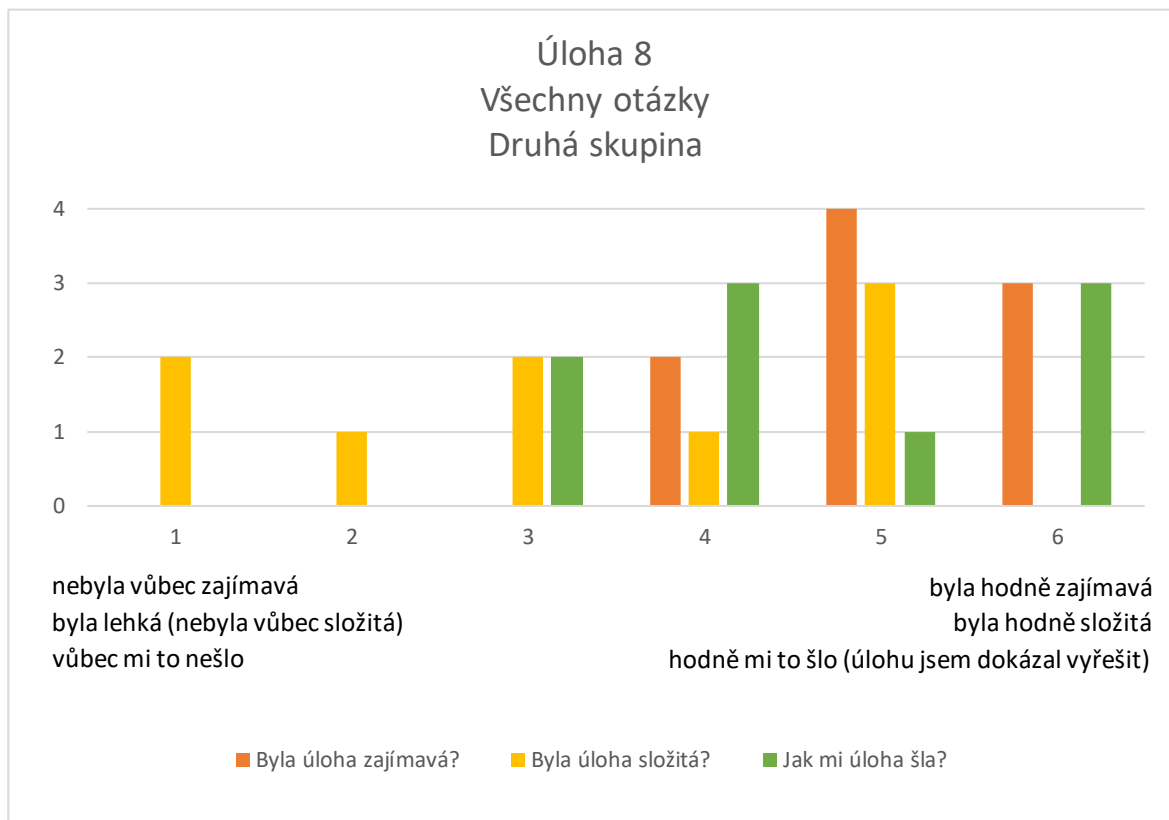
Vlaková síť šla většině žáků a velké množství z nich (7) ji dokázalo podle svého názoru vyřešit. Návrh trasy stopovačky je na tom jinak, vidíme zde téměř shodné rozložení všech hodnot. Úloha je sama o sobě náročná a pokud na ní není dostatek času, je jasné, že žákům její řešení příliš nepůjde.

Pokud se zaměříme na všechny získané otevřené odpovědi, kde měli žáci prostor se svobodně vyjádřit k úloze, tak v první skupině tuto možnost k úloze 8 využilo přesně 8 žáků z 13 přítomných. 7 odpovědí vyjadřovalo kladný vztah k této aktivitě („...dost mě to bavilo“, „nic bych neměnila...“, „To proklikávání bylo top“), pouze jedna vyjadřovala nezájem žáka: „radši bych se jen Koukal se“ – žák, který se takto vyjádřil, jako jediný vybral úlohu jako nezajímavou (hodnota 1), zároveň jako hodně složitou (hodnota 6). Je zde jedna odpověď, která by mohla sloužit k úpravě zadání, návrh sdělila jedna žákyně i během hodiny: „Úloha se mi líbila, bavila mě a nenapadá mě nic co bych upravila, snad jen možnost vrátit se snadno na začátek“.

Úlohu 9 stihla v hodině vyzkoušet pouze první skupina, v otevřené odpovědi se k ní vyjádřilo žáků 6. Polovina odpovědí byla pozitivně laděná, kde jedna z nich chválila porovnávání a práci ve dvojici, další se úloha líbila, i když jim nevyšla. Jak bylo řečeno v pozorování, jedna z žákyň se ptala na to, kde učitele napadlo jméno Timur, tak jí učitel vysvětlil slovní hříčku a existenci Moorova a Mealyho stroje s výstupem. Žákyni to oslovilo, jelikož napsala do dotazníku takovou odpověď: „Líbí se mi ten nápad s těmi jmény, je to originální >:))“ Jedna z odpovědí zmiňuje, že žák úlohu vůbec nepochopil, a jedna je nic neříkající („Ahoj“) – tento žák zároveň úlohu vyhodnotil jako nezajímavou (hodnota 1), zároveň lehkou (hodnota 1) a že mu vůbec nešla (hodnota 1); zároveň se jedná o stejného žáka, co u úlohy 8 zmínil, že by se radši jen koukal. Poslední z odpovědí potvrzuje zjištění pozorovatele i vyučujícího, že na aktivitu bylo k dispozici málo času, může tedy sloužit k úpravě metodik úlohy: „Asi na to bylo málo času“.

V druhé skupině byla realizována bohužel pouze úloha 8. Uvádíme tedy v následujícím grafu výsledky všech otázek, které se vztahují pouze k ní, graf tedy neporovnává dvě a více úloh, jako tomu bylo u předchozích grafů.

Graf 13: Úloha 8, všechny otázky. Druhá skupina.



Zajímavost úlohy všichni žáci označili hodnotami 4, 5 nebo 6, zaujala je tedy. Složitost úlohy byla pro téměř každého žáka jiná, pro největší množství žáků byla úloha poměrně složitá. I přes složitost úlohy ji však nikdo neoznačil jako takovou, že by jim vůbec nešla.

Druhá skupina se vyjadřovala pouze k úloze 8. Hodiny se zúčastnilo 9 žáků, vyjádřili se 4 žáci. Jeden je názoru, že úloha byla lehká, další napsal prostě „*nic*“, jeden z žáků měl problém se „*...v tom nejdřív vyznat*“ a poslední se ptá „*proč jsme tohle nedělali dřív paní učitelko?*“, přičemž soudě podle vyhodnocení úlohy jako hodně zajímavé (hodnota 6), lehké (hodnota 1) a že žákovi hodně šla (hodnota 6) se dá toto vyjádření vyhodnotit jako pozitivní.

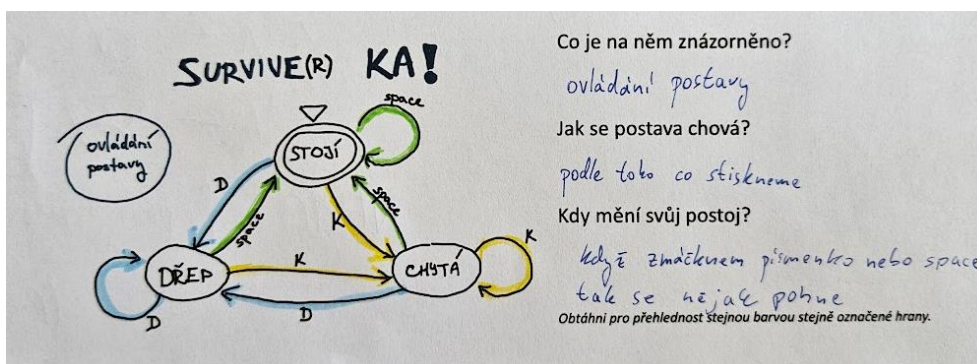
Téma úloh soudě podle výsledků dotazníku a reakce žáků během hodin přišlo žákům převážně zajímavé. I přes náročnost tématu konečných automatů se povedlo úlohy přizpůsobit rozumové úrovni žáků

### 5.2.3 UKÁZKA NĚKTERÝCH ŘEŠENÍ OD ŽÁKŮ

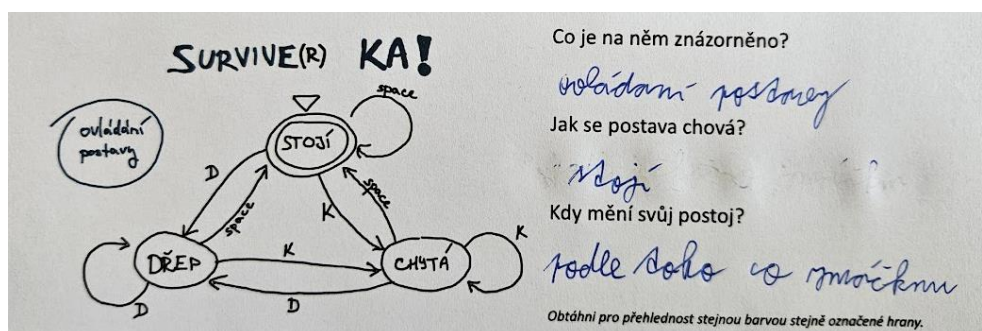
Téma úloh soudě podle výsledků dotazníku a reakce během hodin přišlo žákům převážně zajímavé. Každou z úloh vždy někdo označil jako lehkou a zároveň, že jim plnění úloh šlo a dařilo se jim je vyřešit, což dokazují i některé žákovské práce. I přes náročnost tématu z teorie automatů se povedlo úlohy přizpůsobit rozumové úrovni žáků.

Pro ukázkou uvádíme některá z žákovských řešení úloh.

Obrázky 23 a 24 ukazují možnosti, jak žáci zpracovali úlohu 1.

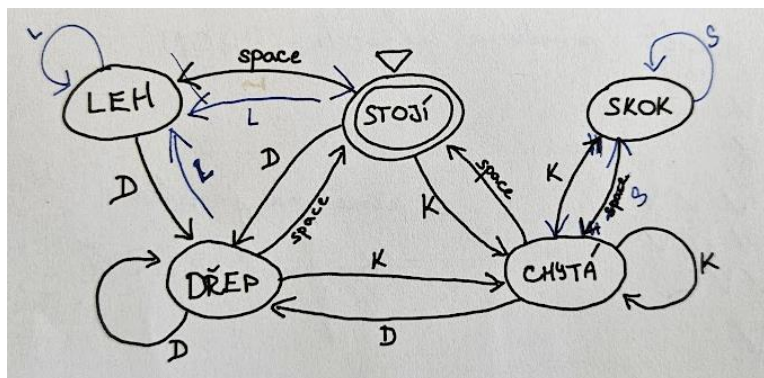


Obrázek 23: Ukázka práce žáků, úloha 1 (zdroj: vlastní).

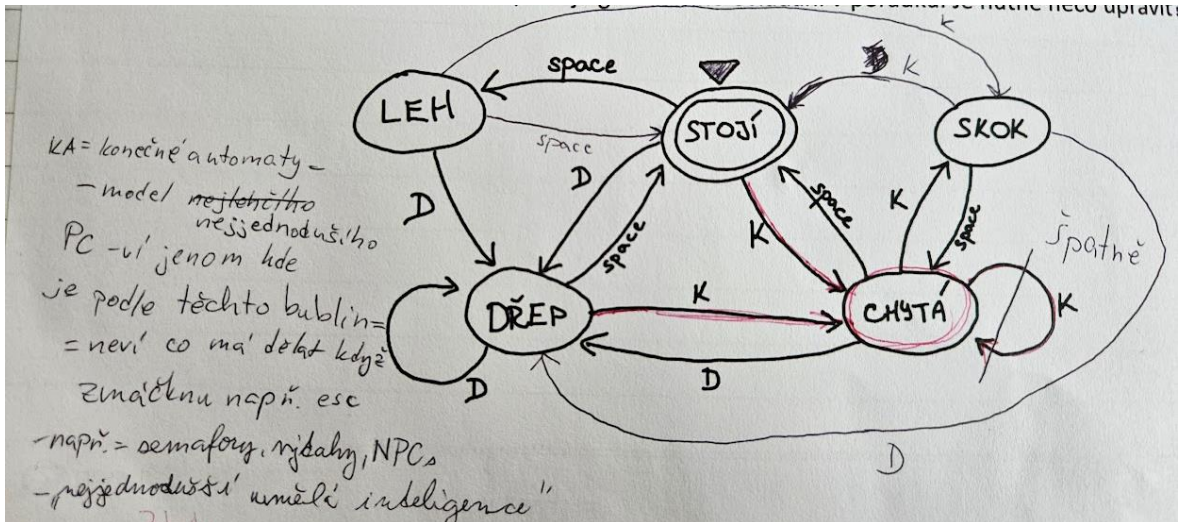


Obrázek 24: Ukázka práce žáků, úloha 1 (zdroj: vlastní).

Obrázky 25 a 26 ukazují zapsání úlohy 2 od různých žáků. Na Obrázku 26 jsou i zápisky, které si psal žák sám podle sebe.

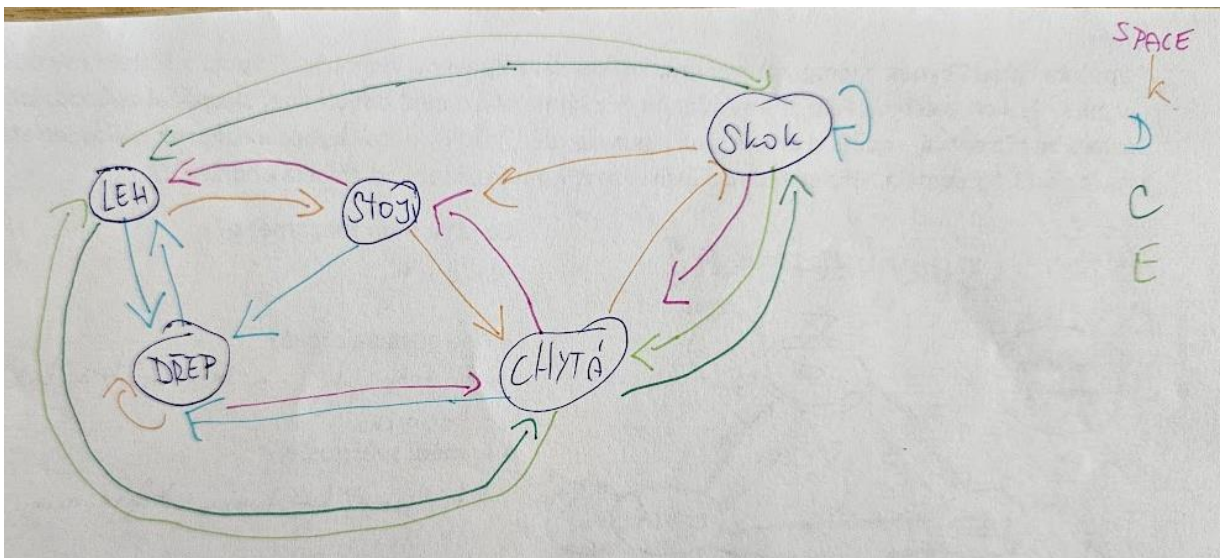


Obrázek 25: Ukázka práce žáků, úloha 2 (zdroj: vlastní).



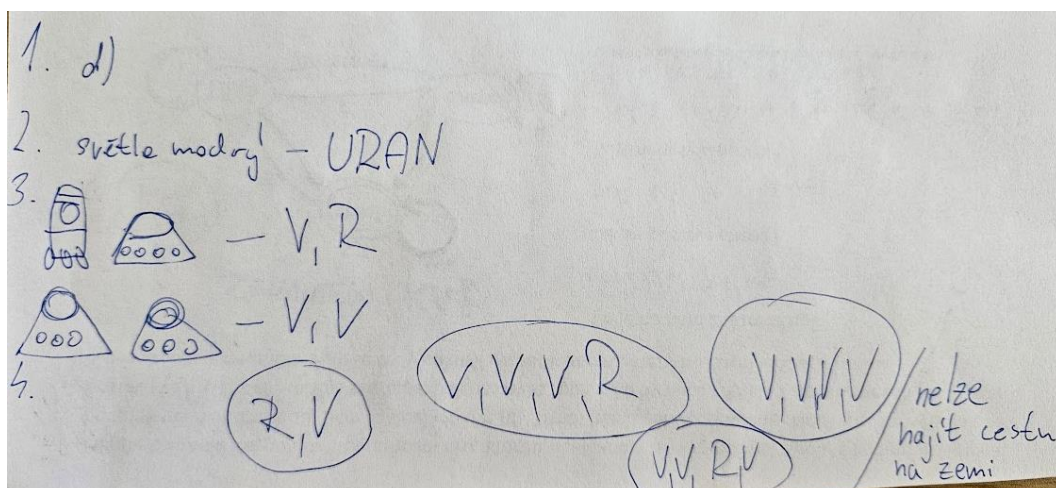
Obrázek 26: Ukázka práce žáků, úloha 2 i s výpisky (zdroj: vlastní).

Níže na Obrázku 27 je ukázka rozšiřující práce žáka, který se rozhodl vyzkoušet přidat více kláves. Zobrazený automat není úplný, z každého stavu totiž nevede 5 hran pro každý možný vstup, úvaha žáka je však velmi zajímavá.



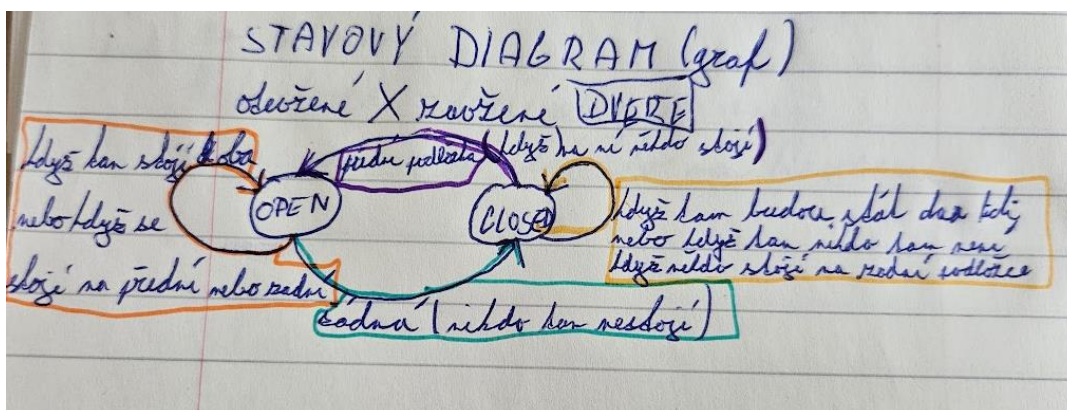
Obrázek 27: Ukázka práce žáků, úloha 2 s více možnými vstupy (zdroj: vlastní).

Obrázek 28 ukazuje zápis řešení úlohy 3.

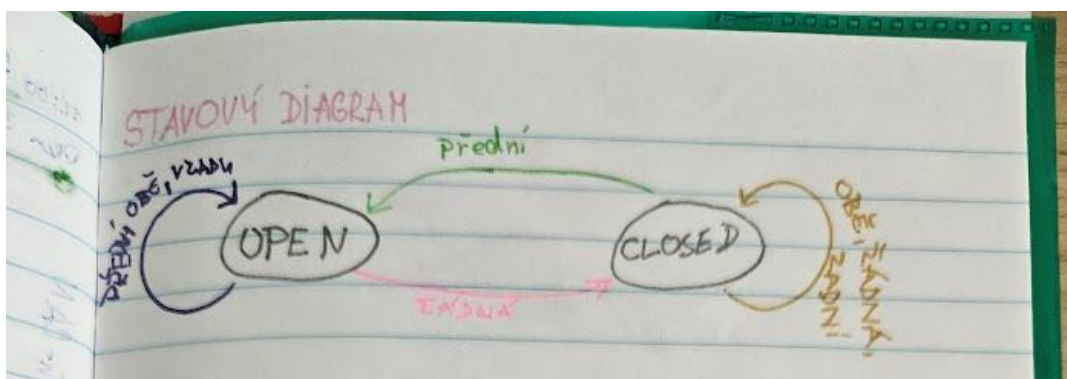


Obrázek 28: Ukázka práce žáků, úloha 3 (zdroj: vlastní).

Obrázky 29 a 30 ukazují zápis žáka k úloze 4.



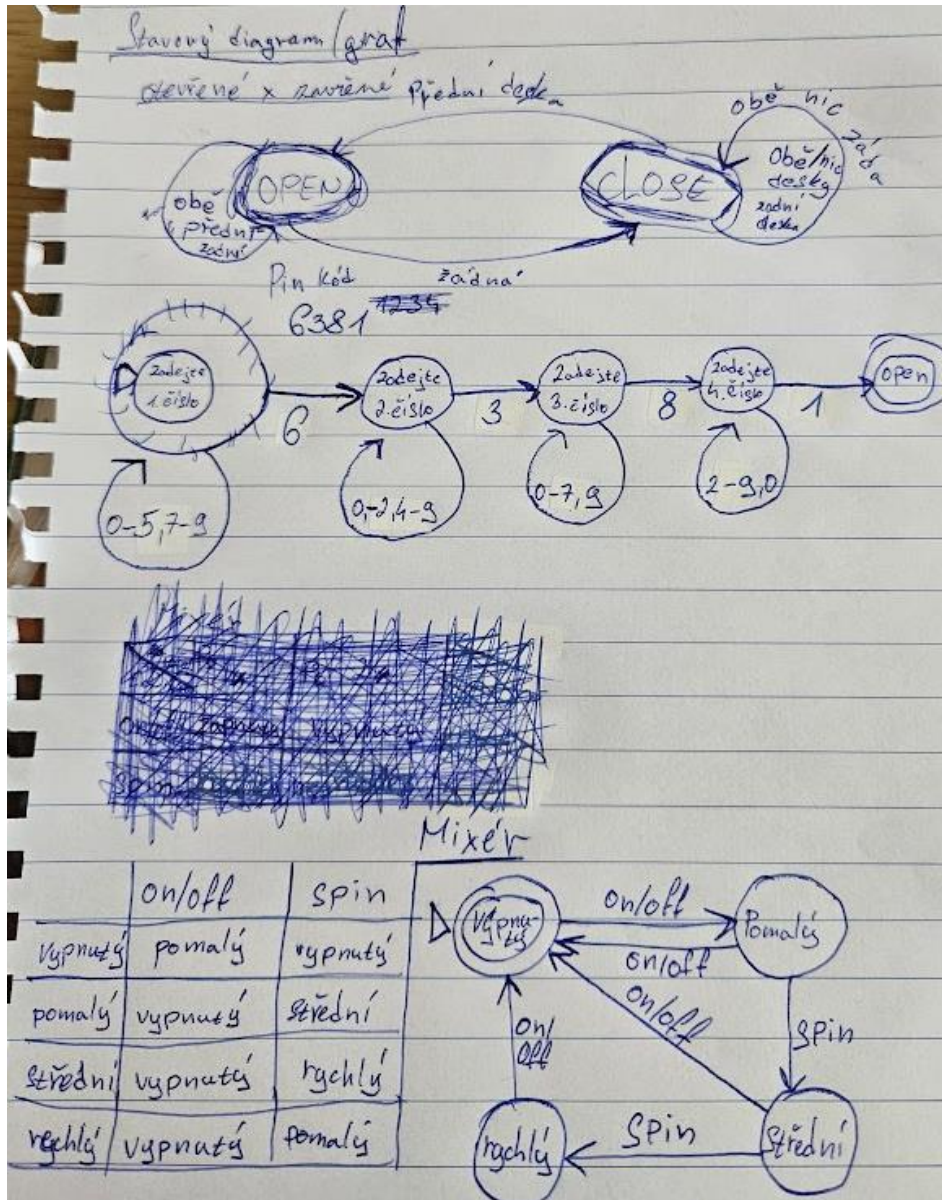
Obrázek 29: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).



Obrázek 30: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).

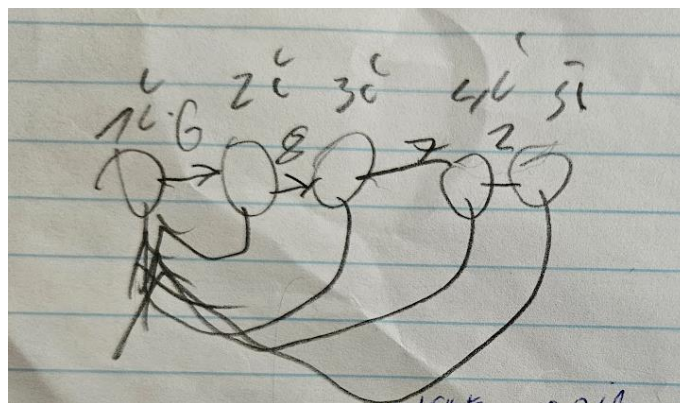


Obrázek 31 níže ukazuje zápis žáka úloh 4, 5 a 6, jedná se o povedená řešení.



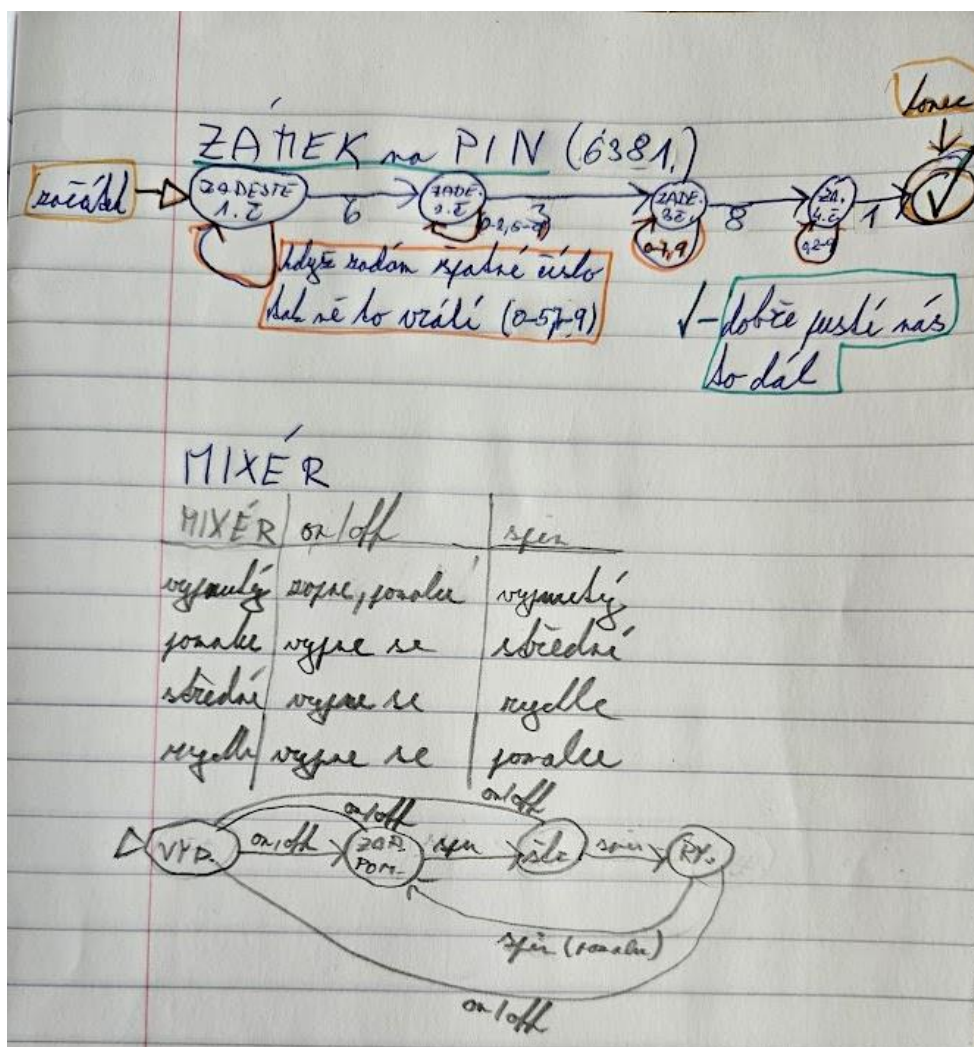
Obrázek 31: Ukázka práce žáků, úlohy 4, 5 a 6 (zdroj: vlastní).

Ukázka chaotického diagramu z úlohy 4 na Obrázku 32, i takové výstupy existují.



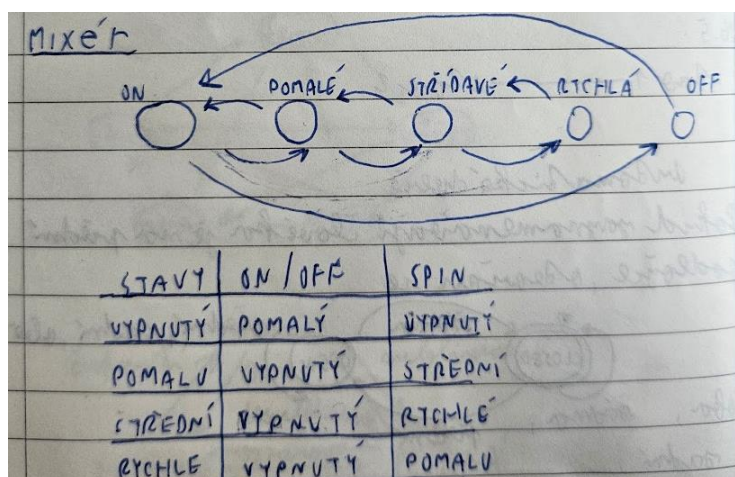
Obrázek 32: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).

Na Obrázku 33 jsou ukázány úlohy 5 a 6, v úloze 6 chybí orientovanost některých hran a smyčka u stavu VYP.



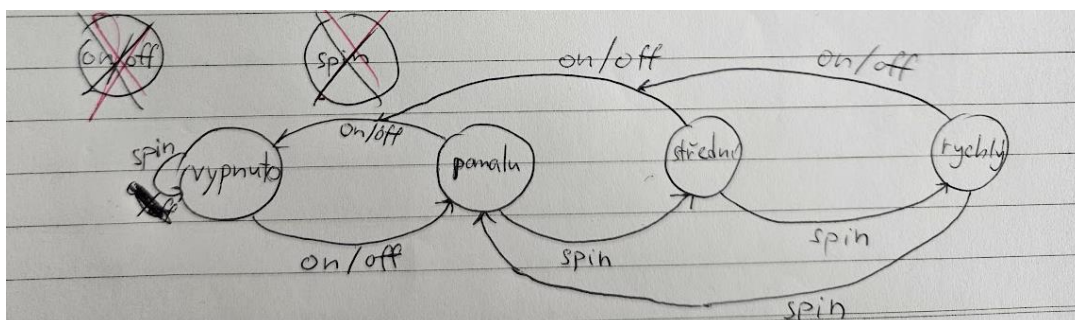
Obrázek 33: Ukázka práce žáků, úloha 5 a 6 (zdroj: vlastní).

Na Obrázku 34 je vidět podoba diagramu k úloze 6, kde si žák mylně myslel, že existuje i pátý stav, kdy je mixér pouze zapnutý a netočí se. Pod ním již nakreslena správná tabulka.



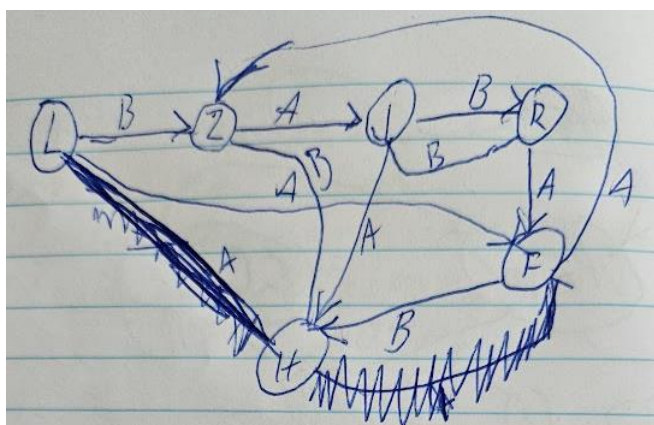
Obrázek 34: Ukázka žákovské práce, úloha 6 (zdroj: vlastní).

Na Obrázku 35 je ukázána další prvotní chyba žáků, kdy se pokusili jako „stav“ zakreslit samotné kulaté tlačítko (přeškrtnuté kruhy on/off a spin v levé horní části).

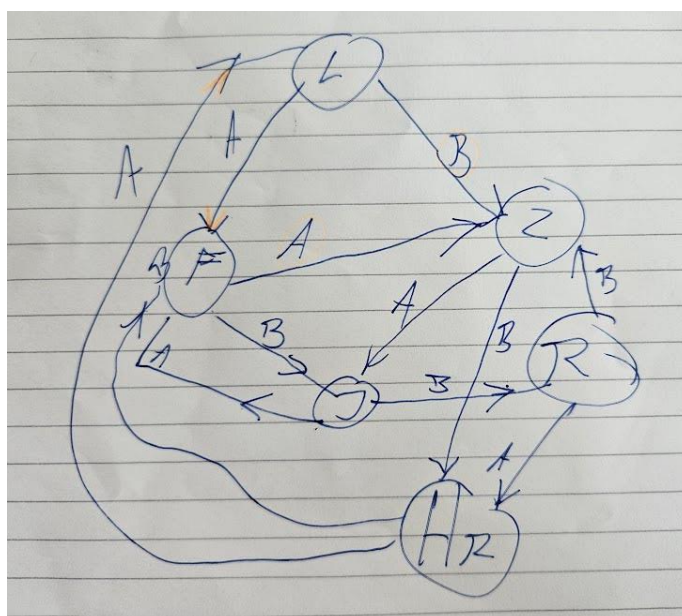


Obrázek 35: Ukázka žákovské práce, úloha 6 (zdroj: vlastní).

Stavové diagramy u úlohy 8 byly často velmi povedené a barevné, chceme však ukázat i některé méně přehledné. Ty jsou na Obrázcích 36 a 37.

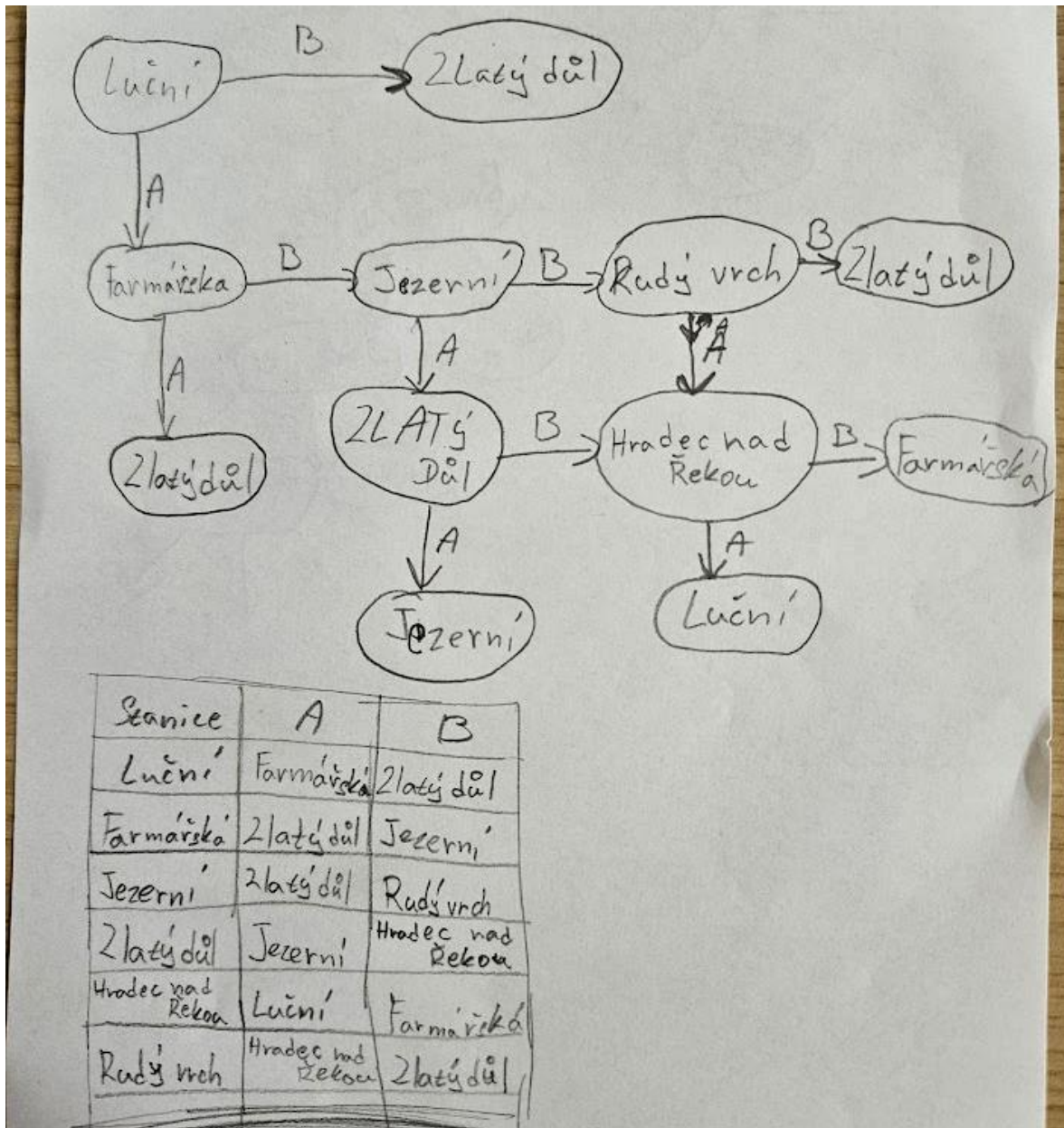


Obrázek 36: Ukázka žákovské práce, úloha 8 – méně povedená (zdroj: vlastní).



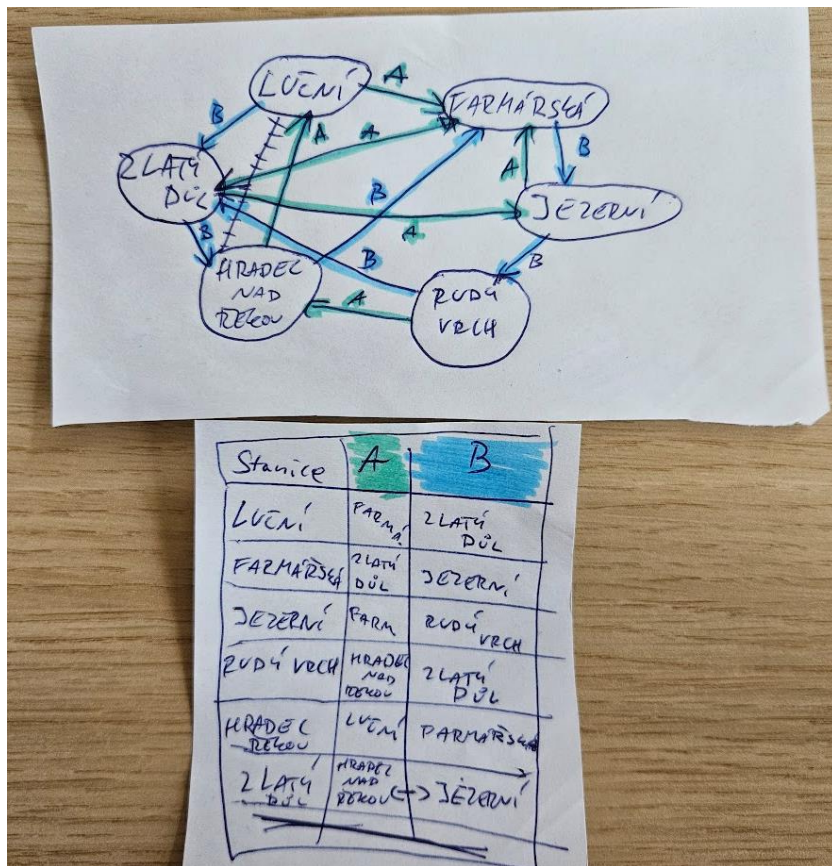
Obrázek 37: Ukázka žákovské práce, úloha 8 – méně povedená (zdroj: vlastní).

Zajímavým řešením (Obrázek 38) je také již v pozorování zmíněný vzniklý stavový strom. Sama žákyně zavolala učitele, jestli vůbec se dá trasa takto znázornit. Samotné se jí to nezdálo, jelikož se zde jednotlivé stanice vyskytovaly víckrát. Žákyně byla v návaznosti na své dílo s pojmem stavový strom seznámena.

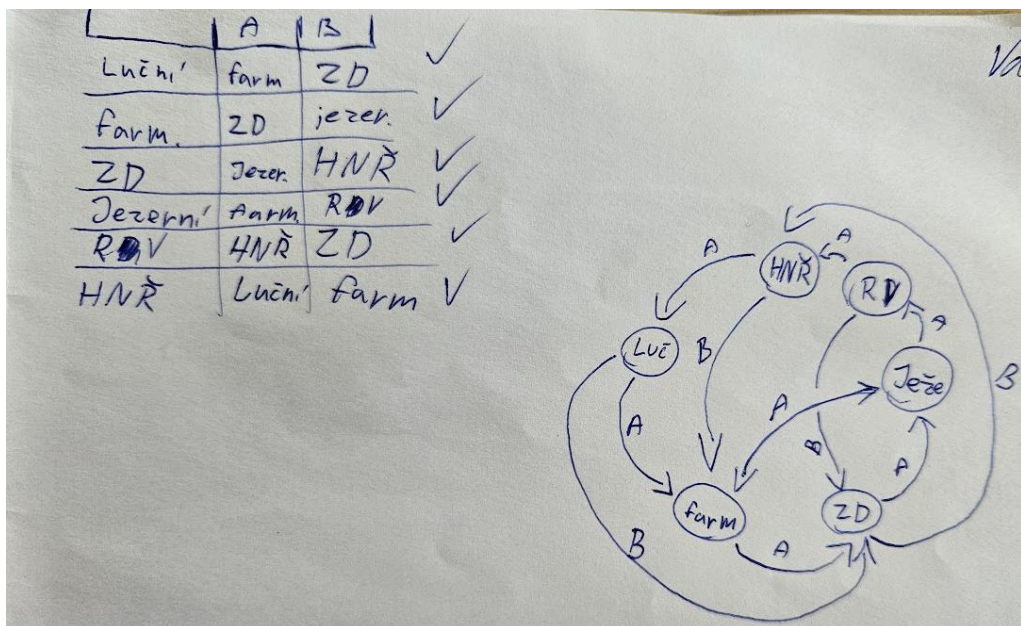


Obrázek 38: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 – vzniklý stavový strom (zdroj: vlastní).

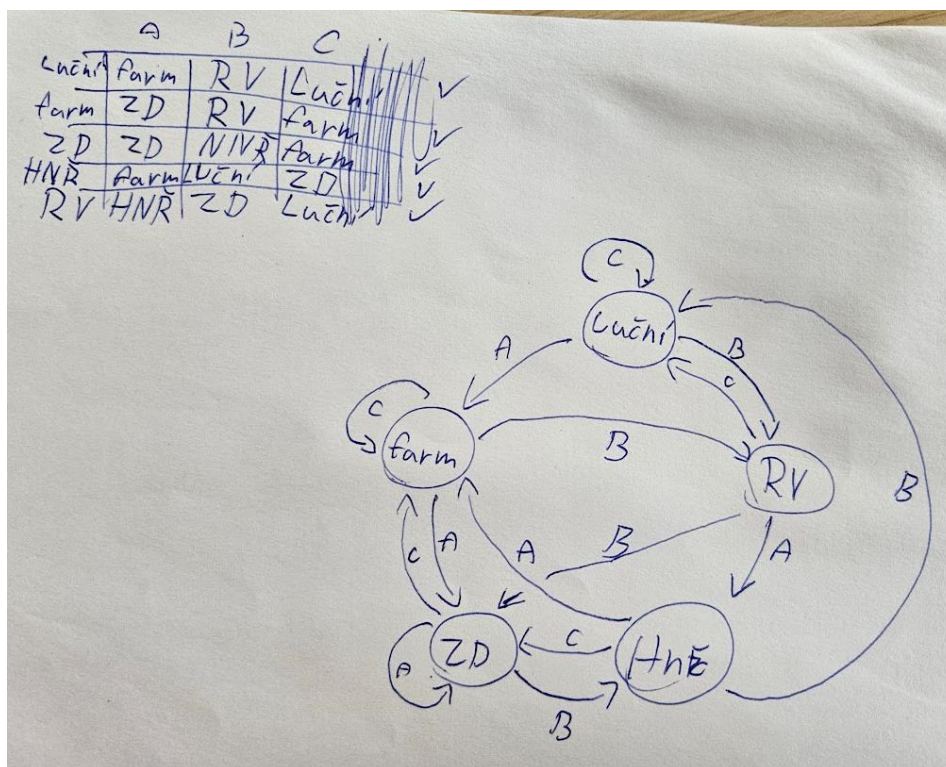
Na následujících stranách ukazujeme očekávaná pěkná řešení (Obrázky 39 a 40 jsou základní verze úlohy, Obrázek 41 ukazuje rozšiřující verzi).



Obrázek 39: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 (zdroj: vlastní).



Obrázek 40: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 (zdroj: vlastní).



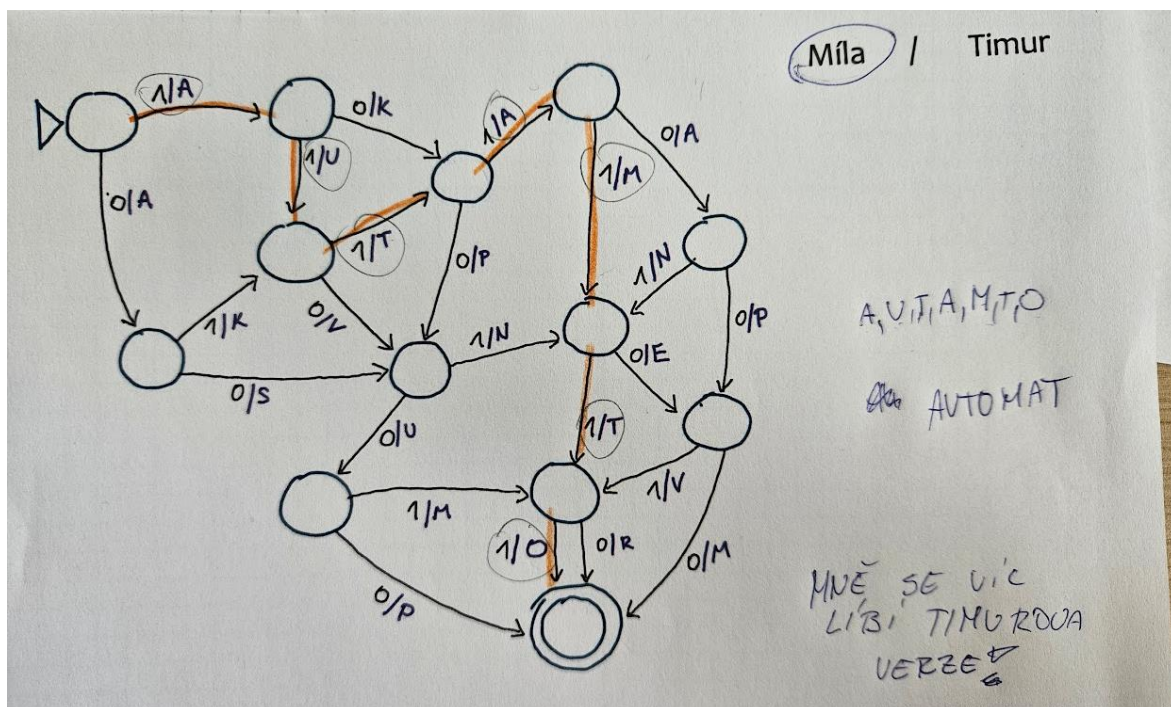
Obrázek 41: Ukázka žákovských prací, úloha 8 – rozšíření (zdroj: vlastní).

Jako poslední ukazujeme dvě různá řešení úlohy 9. Bohužel kvůli nedostatku času žáci neměli velký prostor pro pořádné porovnání obou diagramů a o zápis svých poznatků, na co přišli, proto většina zadání nebyla příliš popsána.

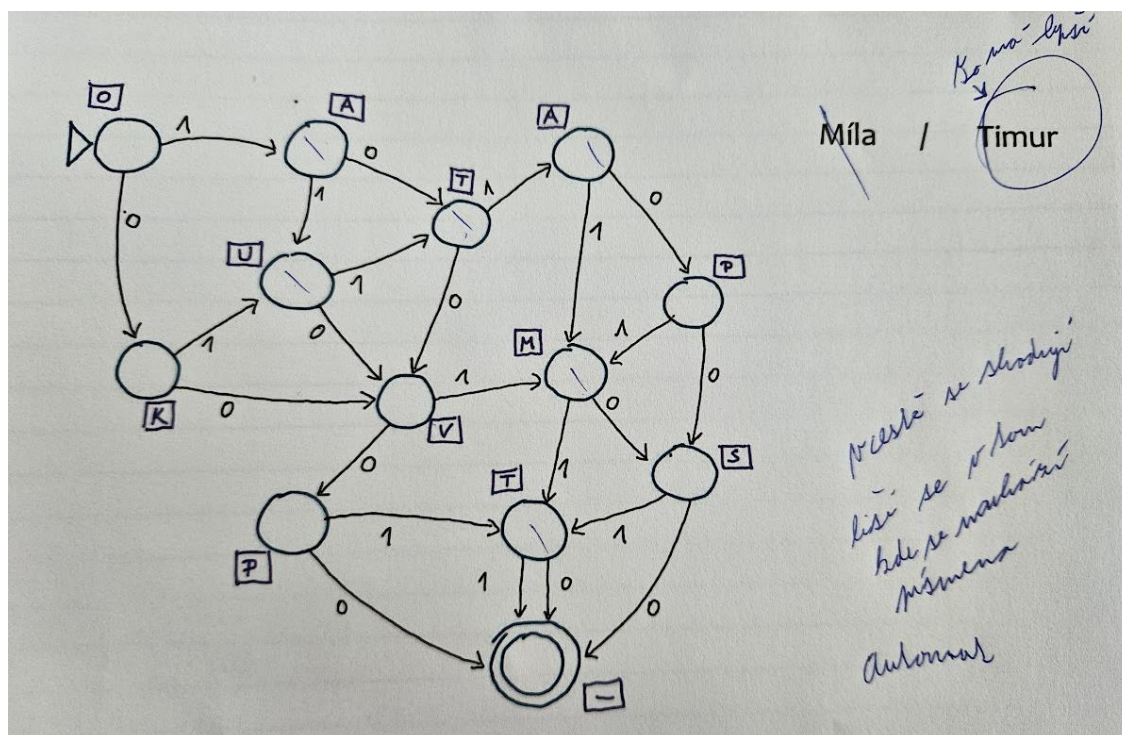
Předložené ukázky žákovských řešení (Obrázky 42 a 43) obsahují vyznačenou správnou cestu v grafu, kdy vstupem byl řetězec složený ze samých jedniček. Výstupem jsou písmena v různém pořadí, ze kterých se dá poskládat slovo automat.

Žáci sice uvedli, která verze konečného automatu s výstupem se jim líbí více, nezapsali však již zdůvodnění.

Obrázky 42 a 43 na následující straně nejsou výsledky stejné dvojice.



Obrázek 42: Ukázka žákovských řešení, úloha 9 – Mealyho automat (zdroj: vlastní).



Obrázek 43: Ukázka žákovských řešení, úloha 9 – Moorův automat (zdroj: vlastní).

### 5.3 UPRAVENÁ PODOBA ÚLOH S DOPLNĚNÝMI METODIKAMI

Během ověření, převážně pozorování, byly zjištěny některé nedostatky úloh či nepřesnosti v zadání. Zároveň také byly brány v potaz některé návrhy samotných žáků, ať již byly řečeny během hodiny či zapsány v dotazníku. Na základě pozorování a odpovědí uvedených v dotazníku byly tyto úlohy upraveny a ke každé byla sepsána metodika s ukázkou možného řešení úlohy.

Navržená sada úloh byla upravena – úloha z učebnice Základy informatiky pro 2. stupeň ZŠ, která nebyla nasazena do výuky, byla ze sady vyřazena; další úloha, která byla původně pouze rozšiřující úloha pro rychlejší žáky, byla z důvodu zájmu žáků zařazena jako plnohodnotná.

Níže uvádíme všechny úlohy v sadě :

1. Survive(r) KA!
2. Survive(r) KA! – next level
3. Meziplanetární lety (ibobr.cz, kategorie *Benjamin 2019*)
4. Automatické dveře
5. Ověření kódu
6. Mixér
7. Vlaková síť
8. Triple Vlaková síť
9. Návrh trasy stopovačky

Vyřazení úlohy *Automat na limonádu* nijak úlohu neznehodnocuje, jen k ní v rámci této práce nebudou vytvořeny metodiky, jelikož nebyla námi ověřená ve výuce a již k ní metodiky existují v jiné učebnici. V elektronické příloze práce bude přiložena pod názvem *Bonus* ve stejné složce jako ostatní úlohy.

V následujících podkapitolách jsou popsány případné změny oproti původním návrhům úloh a naznačeny podoby metodik, které budou v plné verzi dostupné v elektronické příloze.

#### 5.3.1 SURVIVE(R) KA!

Úloha Survive(r) KA! má být úloha otevírající danou problematiku. Nebyla nijak upravena oproti původnímu návrhu, jelikož návrh žáků, aby byla úloha barevná, je nerelevantní s ohledem na to, že v zadání mají zapsáno, ať úlohu barvami „vylepší“ sami. Je možné úlohu



zobrazit na počítači a netisknout ji, což by mohlo pomoci žákům od nevole pracovat s papírovým zadáním, my osobně jsme však pro tištěnou verzi. Na Obrázku 44 je zobrazena metodika k této úloze.

Úloha 1

1/1

Metodiky

### Úloha 1: Survive(r) KA!

**Časový odhad:** do 10 minut i s diskuzí

**Potřeby:** Vytisknuté zadání KA-Uloha1 pro každého žáka.

**Shrnutí:** Úloha znázorňuje konečný automat se třemi stavy a třemi možnými vstupy. Stavy znázorněné vrcholy reprezentují tři možnosti pozice postavy ve hře (STOJÍ, CHYTÁ, DŘEP), hrany znázorňují přechody mezi stavy na základě stisku jedné ze tří kláves – D, K a space (mezerník).



Podstatou úlohy Survive(r) KA! je rozdat žákům vytisknuté zadání, nad kterým mají samostatně nějakou dobu přemýšlet. Jelikož žáci znají orientované i ohodnocené grafy, neměli by mít velký problém s vyznáním se v grafu, bude však pro ně složitější zformulovat správně odpověď na otázky uvedené v zadání.

Poté, co začnou žáci mezi sebou diskutovat či žádat větší pozornost od vyučujícího s ohledem na ověření jejich názorů, co je v grafu znázorněno, je vhodné přejít k hromadné diskuzi, na co žáci přišli. Diskuzi je vhodné doprovodit tím, že si buď vyučující nebo jeden z žáků bude hrát na postavu ve Zbyřkově hře, který bude po „stisku“ jednotlivých kláves (sdělení „Stiskli jsme klávesu D“) měnit svou polohu mezi stavy STOJÍ, DŘEP A CHYTÁ.

Využijte k pochopení následující otázky:

- Co se stane např. po stisku dvakrát klávesy D? *To záleží, v jaké pozici byla postava na začátku.*
- V jakém stavu je postava, když je hra spuštěna? *Stojí, je to znázorněno šipkou.*
- V jakém stavu by mohla postava skončit? *Stojí, je zde dvojitý kruh.*

Ujistěte se, zda žáci rozumí orientované hraně, tedy že je možné se přesunout pouze po směru šipky, nikoli opačně.

Ujistěte se, jak žáci vnímají smyčku – hranu vedoucí z nějakého stavu do samého stavu. Neznamená to, že se postava otočí, ale že po stisku dané klávesy zůstane ve stejném stavu. To však neznamená, že se nic nestane.

Použijte slovo **stav** pro vyjádření pozice postavy. Vede to k ukotvení pojmů z oblasti teorie automatů. Stejně tak použijte pojem **přechod** mezi stavy, který nastane po stisku klávesy.

#### Podstata odpovědí na otázky ze zadání pro žáky:

Co je na něm znázorněno? *Způsob změny pozice postavy ve hře*

Jak se postava chová? *Stojí, chytá nebo je ve dřepu; podle toho, jaká klávesa byla stisknutá a jak postava stála předtím.*

Kdy mění svůj postoj? *Po stisku jedné ze tří kláves – D, K nebo space (mezerník)*

Sada úloh souvisejících s konečnými automaty – Modelování

Obrázek 44: Podoba metodiky k úloze 1 (zdroj: vlastní).

### 5.3.2 SURVIVE(R) KA! – NEXT LEVEL

Úloha Survive(r) KA! – next level přímo navazuje na předchozí úlohu a rozšiřuje ji. Rovněž nebyla nijak upravena oproti původnímu návrhu, ačkoli byla úloha žáky vyhodnocena jako nejsložitější. To vyplývá z její podstaty, že nemají za úkol se pouze vyznat v daném modelu, ale mají jej upravit a navrhnout jeho vylepšení. Do metodiky bylo dodáno „správné“ řešení deterministického konečného automatu bez vícenásobných hran a chybějících přechodů,

jelikož se na něj žáci během ověření ptali. Řešení však může být nepřeberné množství, každý žák může vymyslet jiné, které bude dávat jemu osobně lepší smysl.

Metodika je částečně ukázána na Obrázku 45. Je zde ukázána podoba první strany ze tří celkových.

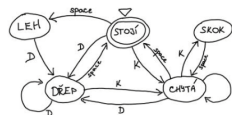
Úloha 2

1/3

Metodiky

### Úloha 2: Survive(r) KA! – next level

**Časový odhad:** 15-20 minut – samostatná úprava modelu, diskuze návrhů od žáků a vysvětlení pojmu konečný automat a jeho využití.



**Potřeby:** Vytisknuté zadání KA-Uloha2 pro každého žáka.

**Shrnutí:** Úloha znázorňuje nedeterministický konečný automat s pěti stavy a třemi možnými vstupy. Stavů znázorněné vrcholy reprezentují pět možností postojů ve hře (STOJÍ, CHYTÁ, DŘEP, LEŽÍ, SKOK), hrany znázorňují přechody mezi stavy na základě stisku jedné ze tří kláves – D, K a space (mezerník).

Součástí této úlohy je i vysvětlení pojmu konečný automat.

Úloha 2 přímo navazuje na úlohu 1, Survive(r) KA! a rozšiřuje ji.

Podstatou úlohy Survive(r) KA! – next level je rozdat žákům vytisknuté zadání, nad kterým mají samostatně nějakou dobu přemýšlet. V zadání se vyskytují některé nejasnosti a chyby v jednoznačnosti, které mají žáci odhalit. Jedná se o nedeterministický konečný automat, žáci mají v podstatě ve stavovém diagramu najít a upravit hrany tak, aby byl konečný automat deterministický. Užití pojmu deterministický a nedeterministický však není nijak nutné, stačí se intuitivně bavit o jednoznačnosti ovládání postavy.

Po nějaké době, kdy žákům zadání předáte, jim sdělte „rady“ k tomu, nad čím se mají více zamyslet:

*Dá se dostat ze všech stavů postavy do dalších?*

*Je stanoveno ve všech stavech postavy, co má dále dělat po stisku každé ze tří kláves?*

K lepšímu odhalení nejednoznačnosti automatu vytvořte na tabuli společně s žáky **tabulku přechodů**. Tabulka přechodů znázorňuje v záhlaví všechny možné vstupy (klávesy D, K a space) a v úplně levém sloupci všechny možné stavy. V každé buňce tabulky je pak zapsán stav, do jakého se dostaneme z určeného po přečtení daného symbolu. Stav, který je počáteční, je označen šipkou vpravo, koncový stav signalizuje šipka vlevo (v této tabulce je stejný počáteční i koncový stav. Tabulka by měla vypadat následovně:

Tabulka přechodů	D	K	space
STOJÍ	DŘEP	CHYTÁ	LEH
DŘEP	DŘEP	CHYTÁ	STOJÍ
CHYTÁ	DŘEP	CHYTÁ / SKOK	STOJÍ
SKOK	?	?	CHYTÁ
LEH	DŘEP	?	?

Ptejte se žáků, do jaké pozice (do jakého stavu) se postava dostane např. ze stavu STOJÍ po stisku klávesy K a zapíše to do tabulky do příslušné buňky. Tím pak narazíte u stavů na nejednoznačné přechody (v tabulce znázorněny **červeně**) a chybějící přechody po stisku dané klávesy (v tabulce znázorněny **zeleně**).

Sada úloh souvisejících s konečnými automaty – Modelování

Obrázek 45: Podoba metodiky k úloze 2 – 1. strana ze 3 (zdroj: vlastní).

Na konci metodiky jsou uvedeny i některé odkazy na videa a webové stránky v anglickém a německém jazyce, pokud by vyučující potřeboval více prohloubit svou znalost konečných automatů, aby mohl s jistotou žákům pojem konečný automat vysvětlit a nemusel spoléhat pouze na příkladový text uvedený na druhé straně metodiky.

### 5.3.3 MEZIPLANETÁRNÍ LETY

Úloha Meziplanetární lety sklídila úspěch, žáci dobře reagovali i na rozšiřující otázky, ve kterých sami měli hledat další možné cesty mezi planetami. Nijak nebyla upravena. Metodika je ukázána na Obrázku 46.

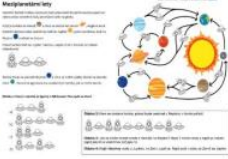
Úloha 3
1/1
Metodiky

## Úloha 3: Meziplanetární lety

**Časový odhad:** do 10 minut i s kontrolou a diskuzí

**Potřeby:** Zadání KA\_Uloha3 pro každého žáka, možno elektronicky.

*Úloha znázorňuje deterministický konečný automat, kde stavy jsou reprezentovány jednotlivými planetami Sluneční soustavy. Vstupy jsou pouze dva – možnost cestovat raketou či vesmírnou lodí.*



Podstatou úlohy Meziplanetární lety je vyznat se v zakresleném grafu, který funguje jako reprezentace konečného automatu a popisuje možné trasy mezi planetami pro vesmírné turisty, přičemž každá trasa může být realizována jedním ze dvou dopravních prostředků – raketou či vesmírnou lodí.

V zadání, které je převzaté z Bobříka informatiky, kategorie Benjamin 2019, jsou vysvětleny přechody mezi planetami na jednodušším příkladu. Zadání ať si žáci přečtou sami a pracují samostatně. Otázku 1 a 2 by měli stihnout všichni, otázka 3 a 4 může sloužit pro rychlejší.

Pokud nastane u některého z žáků problém s plněním otázky 1, ujistěte se, zda žáci rozumí orientovaně hraně, tedy že je možné se přesunout pouze po směru šipky, nikoli opačně. Zároveň se ujistěte, zda pochopili zadání, tedy že hledají návrh, který NEDOVEDE turistu Tina zpět na Zem.

Může nastat problém s odpovědí na otázku 2, kdy žáci nebudou vědět název světle modré planety. Dovedte je k tomu, jak to zjistit – vyjmenovat názvy všech planet Sluneční soustavy a postupně identifikovat ty, které jsou v zadání zmíněné, a dále pojmenovat ty zbylé.

Nemáme zde přímo řečeno a vyznačeno, který stav je počáteční a který koncový (to je stanoveno až zadáním v jednotlivých otázkách), podstatné pro nás bylo, že na základě toho grafu stavového diagramu dokázali žáci určit cestu a rozhodnout se.

**Odpovědi na otázky ze zadání pro žáky:**

Který z návrhů je špatný a NEdovede Tina zpět na Zem? *Návrh d)*

Kam se dostane turista, pokud bude cestovat z Neptunu v tomto pořadí? *Uran (světle modrá planeta)*

Jak se může dostat turista z Venuše na Neptun? Najdi 2 různé cesty a zapiš je (raketu zapiš jako R a vesmírnou loď jako V). *RV a VV nebo také jakákoli jiná delší, např. RRRRV, která jde z Jupiteru na Merkur, pak opět na Venuši.*

Najdi **všechny** cesty z Jupiteru na Zemi, zapiš je. Najdi poté i cestu ze Země na Jupiter. *Cesty, které by měli žáci dokázat najít, jsou VVVV, VVVR, VVRV, RV. Dále se zde mohou vyskytovat další cesty, které navštíví některé planety opakovaně. Cesta ze Země na Jupiter neexistuje.*

Obrázek 46: Podoba metodiky k úloze 3 (zdroj: vlastní).

### 5.3.4 AUTOMATICKÉ DVEŘE

Úloha Automatické dveře byla pozměněna barevně (z modrého barevného schéma na zlaté), aby seděla k ostatním aktivitám s písemným zadáním, jinak zůstalo znění zadání stejné. Lepší přístup k úloze byl zjištěn během ověření úloh – nasimulovat s žáky a ukazovátkem či nějakou deskou činnost dveří.

Zároveň byla zjištěna pozitivní reakce žáků na Minecraft. I ve skupině, kde Minecraft k ukázce nebyl použit, si žáci desku ovládající dveře sami spojili s Minecraftem, kde se předmět s názvem „nášlapná deska“ vyskytuje a slouží k otevírání dveří. Proto je přiložen k metodikám i program v Minecraftu.

Ukázka první strany dvoustránkové metodiky je na Obrázku 47. Metodika rovněž zahrnuje odkaz na cizí YouTube video v anglickém jazyce více vysvětlující konečný automat ovládající automatické dveře.

Úloha 4

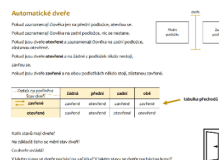
1/2

Metodiky

### Úloha 4: Automatické dveře

Časový odhad: 12-18 minut

**Potřeby:** Zadání KA\_Uloha4 pro každého žáka, stačí elektronicky; dva volné listy papíru; ukazovátka či deska; podle zvolené formy vysvětlení – Minecraft Education a program KA\_dvere.mcworld

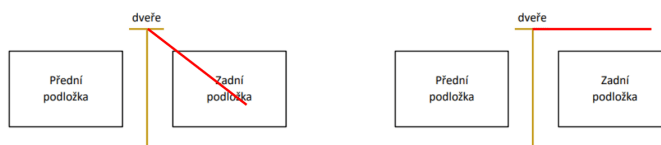


Úloha popisuje konečný automat ovládající automaticky otevřené dveře ovládané dvěma nášlapnými ozkaskami se senzory. Cílem je pochopit chování dveří na základě vstupů získaných z nášlapných podložek, nasimulovat si funkci těchto dveří, porozumět tabulce přechodů a vytvořit stavový diagram popisující tyto dveře.

Podstatou úlohy Automatické dveře je pochopit popis automatických dveří ze zadání, porozumět tabulce přechodů a následně vytvořit stavový diagram. Během té tvorby je vhodné si osvojit některá pravidla pro tvorbu stavového diagramu znázorňující konečný automat, který dveře ovládá – správné označení počátečního i koncového stavu. Zároveň se zde žáci setkají s minimalizací nakreslených přechodů, kdy více hran vedoucích ze stejného stavu do jiného rovněž shodného stavu můžeme nahradit pouze jednou hranou, která bude ohodnocena více vstupy.

Úloha je koncipována jako hromadná, diskuzní a demonstrační. Není hlavním cílem, aby stavový diagram zatím nakreslili sami, ale aby začínali chápat, že v tabulce přechodů a nakresleném stavovém diagramu je znázorněno totéž. Je podstatné si uvědomit, kolik stavů dveře mají (otevřené, zavřené) a kolik vstupů může konečný automat obdržet (čtyři – někdo stojí na přední podložce, na zadní podložce, na obou podložkách, na žádné).

- Určitě na začátku nezapomeňte zdůraznit, že se nejedná o dveře běžně dostupné v supermarketech otevírané do stran (posuvné), ale automatické dveře otevírané do prostoru jako běžné dveře (křídlové dveře). Často jsou použity v nemocnicích. Možné video na ukázkou, kde jsou však dvoukřídlové dveře: <https://youtu.be/wxQ88qHpPX8>
- Dveře se otevírají směrem k zadní podložce – koukněte na pohled shora na podložky a dveře uvedený v zadání úlohy. Směr otevírání je znázorněn na levém obrázku níže. Červená čára znázorňuje pootevřené dveře zasahující do podložky. Když se otevřou úplně (pravý obrázek), zadní podložka je volná a je možné se na ní postavit.



- Zdůrazněte, proč není dobré, aby se dveře zavřely nebo otevřely ve chvíli, pokud někdo stojí na zadní podložce – nechceme nijak osobu na podložce zranit či z podložky vytlačit.

Obrázek 47: Podoba metodiky k úloze 4 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).

### 5.3.5 OVĚŘENÍ KÓDU

Na základě pozorování i reakce z dotazníku znějící „více upřesnit zadání“ bylo nutné upravit zadání úlohy Zámek na PIN. Dostala i jiný název, Ověření kódu, jelikož PIN kód je běžně kontrolován vždy najednou, nikoli po jednotlivých číslicích.

Nové zadání úlohy přináší i možnost diskuze (která v jedné ze skupin během ověřování vznikla) o bezpečnosti zařízení zabezpečených číselnými kódy. V metodice zmiňujeme metodu *brute force*, o které je možné si zde popovídat v souvislosti s touto úlohou, kdy nám přístroj ověřuje správnost postupně zadávaných číslic čtyřmístného kódu – jakmile nám

bude trezor dávat zpětnou vazbu o správnosti jednotlivých číslic kódu, je o dost snazší kód uhodnout postupným zadáváním. Předělané zadání úlohy je naznačeno na Obrázku 48.

### Ověření kódu

Vytvořte stavový diagram (graf) konečného automatu, který ověřuje postupně zadávaná čísla čtyřmístného kódu.

Trezor ovládaný tímto konečným automatem se postupně ptá na zadání jednotlivých číslic kódu (Zadejte 1. číslici kódu; Zadejte 2. číslici kódu...) a umožní postoupit k zadání další číslice až po správném zadání té předchozí. Nakonec se trezor po postupném zadání všech správných číslic odemkne.

Nic jiného, než čísla 0-9 není možné do zámku zadat.

Nezapomeň označit hrany všemi možnými přechody mezi stavy.



Je trezor ovládaný tímto konečným automatem bezpečný?

**Pomocné otázky:** Kolik bude mít graf tohoto konečného automatu vrcholů?

Co se stane po zadání špatného čísla?

Je nutné kreslit všechny hrany zvlášť?



**Pro rychlíky:** Jak by se dalo nastavit opětovné zamknutí trezoru?

Nakresli graf konečného automatu, který umožní po kontrole zadání správného kódu i opětovné zamknutí trezoru.

Obrázek 48: Nové zadání původní úlohy 5 (zdroj: vlastní).

Obrázek 49 níže ukazuje 1. stranu metodiky.

Úloha 5 1/2 Metodiky

### Úloha 5: Ověření kódu

**Časový odhad:** 10 minut

**Potřeby:** Zadání KA\_Úloha5 pro každého žáka, stačí elektronicky.

Úloha popisuje konečný automat zajišťující kontrolu postupně zadávaných číslic čtyřmístného číselného kódu, který může ovládat ne příliš bezpečný trezor.



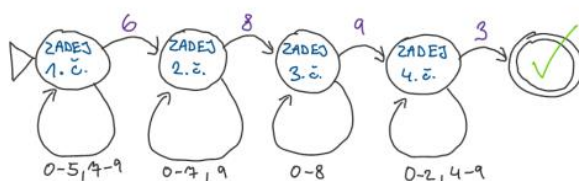
Podstatou úlohy Ověření kódu je znázornit konečný automat, do kterého se postupně zadávají číslice čtyřmístného číselného kódu. Po každém zadání číslice kód zjistí, zda je číslice správná. Pokud ano, přesune se do dalšího stavu a je zde prostor pro zadání další číslice v pořadí. Pokud ne, umožní zopakovat zadání číslic pořadí dokola, než bude odhalen správný kód.

Konečný automat se skládá z pěti stavů. První stav umožňuje zadání 1. číslice, druhý stav zadání 2. číslice, třetí stav zadání 3. číslice, čtvrtý stav zadání 4. číslice a pátý stav je konečný a značí odemčení. Jako vstupy do automatu figurují číslice v rozsahu 0-9.

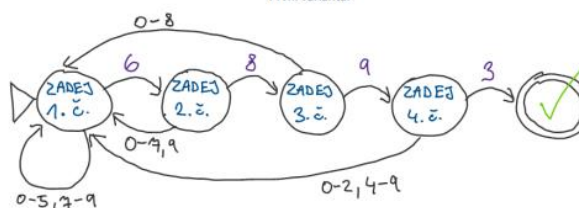
Je dobré se s žáky domluvit, jak se bude konečný automat chovat po zadání špatné číslice. Existují dvě možnosti:

1. po zadání špatné číslice zůstane automat ve stejném stavu (např. po zadání špatné 3. číslice automat zůstane v režimu zadávání 3. číslice);
2. po zadání špatné číslice se změní stav automatu – vrátí se zpět na začátek (např. po zadání špatné 3. číslice se automat vrátí do počátečního stavu a bude vyžadovat opět zadání 1. číslice).

Tyto dvě varianty jsou ukázány na stavových diagramech níže. Popisují ověřování kódu ve znění 6893.



První varianta.



Druhá varianta.

Obrázek 49: Podoba metodiky k úloze 5 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).

### 5.3.6 MIXÉR

Úlohu Mixér bylo nutné na základě reakcí zjištěných během pozorování upravit. Ačkoli žákům přišla poměrně jednoduchá a zajímavá, bylo nutné je dosti ke tvorbě navádět zpřesňováním zadání. Je škoda, že z neočekávaných důvodů (narušení hodiny) nedošlo k ověření i v druhé ověřovací skupině, časový odhad u úlohy je tedy založen pouze na jedné skupině.

Problém dělalo stanovit, kolik stavů vlastně mixér s dvěma tlačítky má, žáci měli tendenci přidávat ke stavům *vypnuto*, *točí pomalu*, *točí středně*, *točí rychle* další stav – *zapnuto*. Neuvědomili si hned, že pokud je mixér zapnutý, rovnou se točí pomalu, i přesto, že to v zadání bylo napsáno (očividně však ne dost důkladně). Nejen z tohoto důvodu byl změněn název tlačítek na mixéru znázorňujících vstupní symboly – tlačítko *on/off* je nyní nově jako tlačítko *power*, tlačítko *spin* je nyní nově jako tlačítko *speed*.

Žáci také měli tendenci považovat tlačítka mixéru za stavy mixéru (čemuž nyní možná pomůže změna jejich názvu, *on/off* vskutku evokuje stav mixéru) a navrhli je jako vrcholy stavového diagramu. Nově jsou nyní v zadání v ilustračním obrázku mixéru obě tlačítka zobrazena, každé jinou barvou a mají čtvercový tvar – žáci mají většinou zafixovaný vrchol v grafu jako kruh či tečku, s čtvercem v zadání by si to již nemuseli spojit. Pozměněné zadání je ukázáno na Obrázku 50.

#### Mixér

Pořídili jste domů jednoduchý mixér, který má na sobě **pouze 2 tlačítka** – jedno je **power** (červené), druhé je s nápisem **speed** (modré). Mixér umí mixovat ve **třech různých rychlostech** (**pomalá, střední, rychlá**), mezi kterými lze přepínat právě stiskem tlačítka **speed**. Pokud je mixér ve stavu **vypnutý**, zapne se po stisku tlačítka **power** a vždy pak začne hned mixovat nejpomalejší rychlostí.



Zapište **tabulku přechodů** tohoto mixéru – do jakého stavu se mixér dostane po stisku kterých tlačítek. Zakreslete **stavový diagram (graf)**, který znázorní funkčnost mixéru. Tabulka vám může pomoci. Nezapomeňte vyznačit začátek i konec (v jakém stavu je mixér na začátku a v jakém stavu je bezpečně skončit).

**Pomocné otázky:** Kolik bude mít graf tohoto konečného automatu vrcholů?

Kolik různých vstupů (tlačítek) existuje? A kolik hran tedy povede z každého vrcholu?

Je jasné v každém stavu, co se stane, pokud bude jedno ze dvou tlačítek stisknuté?



**Pro rychlíky:** Co se stane, když 3x po sobě stisknu tlačítko power? Napiš.

Mladší sourozenec si začal se zapojeným mixérem hrát. Mačkal za sebou tlačítka v této sekvenci:

**Speed, speed, speed, speed, power, power, speed, speed, speed, speed, power, speed.**

V jakém stavu mixér skončil? Je bezpečné ho takto nechat? Vymysli další sekvence stisku tlačítek a dej je kamarádovi na vyřešení. Porovnejte, zda vaše mixéry po stejné sekvenci skončí ve stejném stavu.

Obrázek 50: Upravené zadání původní úlohy 6 (zdroj: vlastní).

Podoba metodiky je ukázána na Obrázku 51.


Úloha 6 1/2 Metodiky

### Úloha 6: Mixér

**Časový odhad:** 10 minut + postupná kontrola prací

**Potřeby:** Zadání KA\_Uloha6 pro každého žáka, stačí elektronicky.

*Úloha popisuje konečný automat ovládající mixér se dvěma tlačítky, který může nabývat čtyř různých stavů – vypnutý, mixuje pomalu, mixuje středně, mixuje rychle.*



Podstatou úlohy Mixér je znázornit funkci dvoutlačítkového mixéru (tlačítka jsou pouze na stisk). Funkci chceme znázornit tabulkou přechodů i stavovým diagramem, čímž plně popíšeme konečný automat. Jako vstupy zde budou brány stisky tlačítek (**power** k zapnutí/vypnutí a **speed** ke změně rychlosti). Stavů jsou čtyři (vypnutý, pomalu, středně, rychle).

Úlohu zadejte samostatně a nechte žáky chvíli přemýšlet. Je pravděpodobné, že budou chtít začít tvorbou diagramu a tabulku přechodů přeskočí. V tom případě ji zkuste společně na tabuli vytvořit. Ujasněte tím počet stavů mixéru a co jsou vstupy, na které reaguje. Zjistěte diskuzí i počáteční a koncový stav, kdy je bezpečné nechat mixér bez dozoru.

*Nezapomeňte se zeptat, co se stane, pokud bude mixér vypnutý a stiskne se tlačítko speed (nestane se „nic“ -> zůstane vypnutý).*

Tabulka přechodů	<b>power</b>	<b>speed</b>
vypnutý	pomalou	vypnutý
pomalou	vypnutý	středně
středně	vypnutý	rychle
rychle	vypnutý	pomalou

- Pokud budou mít žáci tendence začít kreslit stavový diagram, kde vrcholy budou tlačítka **power** a **speed**, zastavte činnost a ujasněte, že tlačítka nejsou stavy (chování mixéru), ale vstupy – něco, na co mixér reaguje, např. právě přepnutím do jiného stavu.
- Může nastat situace, kdy si žáci budou myslet, že stavů je 5 – neuvědomí si, že ve chvíli, kdy mixér zapneme, rovnou se začne točit pomalou rychlostí. Zjistěte, co žáky vede k myšlence na 5 stavů a pokud se jedná o tuto, vyvráťte ji.
- Žáci se mohou zarazit, jak se mixér zachová, když již mixuje rychle a stiskne se znova tlačítko **speed** na změnu rychlosti. Nenastane žádný kolaps, rychlost se přepne znovu na pomalou. Po dalším stisku na střední rychlost, po dalším na rychlou, poté opět na pomalou atd.

Obrázek 51: Podoba metodiky k úloze 6 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).

### 5.3.7 VLAKOVÁ SÍŤ

Úloha Vlaková síť (ve finální podobě sady úloh nese číslo 7) žáky zaujala. U některých žáků byl sice ze začátku problém vyznat se v klikání v prezentaci, po menších peripetiích to však bylo překonáno (problémem byla mimo jiné snaha žáků vracet se na předchozí stanici šipkou zpět, což nefunguje).

Když tvořili stavový diagram, často se během tvorby zasekli, že by mohl být nepřehledný. Někteří žáci pak sami pochopili důležitost zmíněné tabulky přechodů, kterou je snazší vytvořit a zároveň je snazší až podle ní tvořit stavový diagram, i když ji zprvu ignorovali. U některých však nastal problém s tvorbou tabulky, hlavně se zapsáním levého sloupce se všemi stanicemi – nevěděli, co mají zapsat místo slova Další stanice a do dalších buněk.

Proto bylo zadání mírně upraveno, kde v tabulce na snímku již jsou stanice předepsané (tato úprava proběhla již během hodiny, nejprve na tabuli, pro druhou skupinu rovnou v zadání). Žáci, co si dokázali stanice sami vyhledat, se ptali, zda nevádí, že mají stanice v jiném pořadí, pak ale pochopili, že pořadí řádků v tabulce přechodů není důležité pro zjištění přechodů mezi stavy. Ukázka nově znázorněné tabulky je na Obrázku 52.

Pokud pro vás bude složité rovnou správně nakreslit graf, vzpomeňte si na **tabulku přechodů**.

odkud jedu	Trasa A	Trasa B
Luční	?	?
Farmářská		
Jezerní		
Rudý vrch		
Hradec n. Ř.		
Zlatý důl		

Obrázek 52: Doplnění tabulky přechodů v úloze 7 (zdroj: vlastní).

Žáci však během ověření doporučili ještě jednu věc – přidat možnost vrátit se jedním klikem na počáteční stanici Luční. Na každý snímek se stanicí jinou než Luční byl proto přidán odkaz k návratu na první stanici Luční, viz Obrázek 53.



Obrázek 53: Odkaz na první stanici Luční na snímku jiné stanice, odkaz je vždy v levém dolním rohu snímku (zdroj: vlastní).

### 5.3.8 TRIPLE VLAKOVÁ SÍŤ

Úloha triple Vlaková síť byla původně brána jako rozšiřující úlohu Vlakové sítě pro rychlejší žáky. Z důvodu velkého úspěchu, pozitivní reakce a zaujetí do plnění aktivity Vlaková síť a následného téměř nemožného přerušení rozdělané práce žáků první skupiny pracujících na rozšiřující úloze byla Vlaková síť se třemi trasami zařazena do sady jako plnohodnotná



úloha. Prezentace změnila barvu z oranžové na zelenou (učitel pak lépe na první pohled pozná, které úloze se žák věnuje) a snímky znázorňující stanice byly doplněny o odkaz na počáteční stanici, Luční, stejně jako tomu bylo u úlohy Vlaková síť, nic více upraveno nebylo (tabulka přechodů zůstala v zadání bez doplněného levého sloupce, nyní by si s tím již žáci měli dokázat poradit).

Metodika je pro obě úlohy věnující se vlakové síti společná, jelikož mají v podstatě stejné instrukce zadání a mohou zde narazit žáci na stejné problémy. Je společná i z důvodu téměř nemožného odhadnutí doby trvání každé z těchto úloh, jelikož žáci na (v té době rozšiřující úlohu pro rychlejší žáky) s třemi trasami přecházeli podle svého tempa a často ani učitel nesdělili, že mají úlohu 7 hotovou. Podoba metodiky je ukázána na Obrázku 54.

Úlohy 7 a 8 1/3 Metodiky

**Úloha 7: Vlaková síť**

**Úloha 8: triple Vlaková síť**

**Časový odhad:** 30-40 minut na obě úlohy dohromady i s hromadnou kontrolou, z důvodu samostatné práce žáků je odhad velmi individuální

**Potřeby:** Zadání KA\_Uloha7 a KA\_Uloha8 v elektronické podobě pro každého žáka (v případě nemožnosti zadání otevřít v prezentačním softwaru se jedná o zadání KA\_Uloha7b a KA\_Uloha8b)

*Úloha předkládá síť vlakových tras mezi stanicemi ve fiktivní zemi. V případě úlohy 7 je zde stanic šest a z každé vedou dvě různé trasy, v případě úlohy 8 je zde stanic pět a z každé vedou tři různé trasy. V přípodobně ke konečnému automatu stanice reprezentují stavy vlaku, zvolená trasa reprezentuje vstupy.*



Podstatou úloh Vlaková síť (úloha 7) a triple Vlaková síť (úloha 8) je popsat pohyb vlaků ve fiktivním státě. Žáci mají vytvořit tabulku přechodů a stavový diagram znázorňující možný pohyb vlaku mezi všemi stanicemi ve fiktivním státě (nebo chcete-li ve městě). Jednotlivé stanice jsou stavy konečného automatu, zvolené trasy jsou vstupy. Hrany v diagramu znázorňují přechody mezi jednotlivými stavy.

I přesto, že se jedná o dvě plnohodnotné úlohy, mají stejnou metodiku z důvodu shodného zadání a doporučení využít je v jedné vyučovací hodině za sebou. Umožní to žákům pracovat vlastním tempem.

Zadání KA\_Uloha7 i KA\_Uloha8 je vytvořeno v prezentačním softwaru. Tuto prezentaci žákům předložte, mají v ní instrukce k plnění úlohy. Jejich cílem je vytvořit mapu celé vlakové sítě. Žáci mají trasy (přechodové funkce) mezi stanicemi zjistit průchodem předloženou prezentací – jsou zde zavedeny odkazy, které žáka přesunou na další stanici, když si zvolí trasu – jednu ze 2 tras (KA\_Uloha7) nebo jednu ze 3 tras (KA\_Uloha8).

Pokud žák trasu nezvolí a pouze klikne někam do snímku, přesune to žáka na snímek, který mu to v textu oznámí: „Vrať se zpět na [stanice, která předchází tomuto snímku]! Nezvolil jsi trasu, ale pouze jsi překliknul na další snímek.“

- Ujistěte se, že žáci pochopili zadání – může k tomu posloužit jednoduchý náčrtek na tabuli, jednoho vrcholu a z něj vedoucí orientovaná hrana ohodnocených jako A. Poté se ptejte, co se stane po kliku na trasu A a po kliku na trasu B – trasu B budete muset dokreslit.
- Ujistěte se, že žáci chápou tvorbu tabulky přechodů; v případě potřeby vyplňte společně první řádek tabulky. Může být dobré zmínit, že v tabulce přechodů vůbec nezáleží na pořadí řádků.
- Zdůrazněte, že mají žáci nejprve vytvořit tabulku přechodů. Ta se snadněji vytvoří během průchodu prezentací. Podle tabulky pak také žáci mohou vytvořit přehlednější stavový diagram.
- Pokud mají žáci problém s nakreslením přehledného stavového diagramu, doporučte jim využít barvy a načrtněte všechny stanice do kruhu.

Obrázek 54: Podoba metodiky k úlohám 7 a 8 – 1. strana ze 3 (zdroj: vlastní).

Zařazením úlohy triple Vlaková síť do sady sice zmizela aktivita pro rychlejší žáky, místo toho však navrhujeme odkázat žáky přímo na úlohu *Trainsylvania* (Finite State Automata – CS Unplugged, 2023). Odkaz je uveden v metodice.

### 5.3.9 NÁVRH TRASY STOPOVAČKY

Poslední úloha Návrh trasy stopovačky byla bohužel ověřena v časovém presu. Čas, který na její vypracování zbyl, nebyl dostatečně dlouhý, což podotkli i žáci. Nedošlo k důkladnému porovnání Timurova návrhu stopovačky s návrhem od Míly, jelikož na něj nebyl čas, nedošlo ani k diskuzi nad zjištěními žáků a k předávání poznatků mezi jednotlivými dvojicemi. Zadáání zůstává beze změny, ačkoli je velmi dlouhé – žáci v závěrečné úloze díky tomu ověří i svou čtenářskou gramotnost a porozumění textu.

Metodika k této úloze sice obsahuje časový odhad, ten však není založen na ověřené situaci. Zároveň z neočekávaných a neovlivnitelných důvodů nebyla ověřena u druhé skupiny. Stojíme si však za tím, že úlohu má smysl s žáky realizovat. Podoba metodiky je zobrazena na Obrázku 55.

Úloha 9 1/2 Metodiky

## Úloha 9: Návrh trasy stopovačky

**Časový odhad:** 15-30 min

**Potřeby:** Vytisknuté zadání KA-Uloha9tisk, rozstřížené a do dvojic; zadání KA-Uloha9 minimálně jednou do dvojice.

**Shrnutí:** Úloha znázorňuje dva konečné automaty s výstupem, Mealyho i Moorova typu, které mají stejný počet stavů a dva různé vstupní symboly – 0 a 1. Grafy reprezentující tyto konečné automaty zároveň mohou znázorňovat trasu stopovací hry, kterou dva kamarádi, Míla a Timur navrhují.

Podstatou úlohy Návrh trasy stopovačky je rozdat žákům vytištěné stavové diagramy, nad kterými mají žáci nějakou dobu přemýšlet, porovnávat je ve dvojici, popsat jejich rozdíly a shody a na základě svých zjištění a všech svých znalostí najít správnou sekvenci vstupů (cestu ve stavovém diagramu). Během správného průchodu zároveň nasbírají právě 7 písmen (a v případě průchodu Moorovým automatem ještě jeden znak pomlčky navíc).

Rozdělte nejprve žáky do dvojic – doporučujeme rozdat tištěné verze návrhu stopovačky od Míly (která reprezentuje Mealyho konečný automat) a Timurův návrh (Moorův konečný automat), poté sdělit, že mají všichni dost podobné zadání, které se však něčím liší (umístěním fialových písmen) a ať vytvoří dvojice, kde:

1. každý v dvojici bude mít jiné zadání (s ohledem na umístění fialových písmen, výstupů,
2. každý bude v jiné dvojici, než v té, ve které původně seděli na začátku hodiny v lavici.

Nechte žáky přečíst zadání KA-Uloha9 a nechte je pracovat. Zdůrazněte, ať své poznatky zapíší na papír a jako první ať označí, kdo má Timurův návrh stopovačky a kdo má návrh od Mealy.

Časové rozvržení je velmi individuální, žákům bude déle trvat vyznat se v zadání, zároveň někteří správnou trasu najdou hned, další ji budou hledat velmi dlouho. Po době, kdy již většina žáků bude mít hotovo, nezapomeňte na hromadnou diskuzi řešení.

Obrázek 55: Podoba metodiky k úloze 9 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).

## ZÁVĚR

Revize v oblasti vzdělávací oblasti informatika otevřela možnosti začlenění nových témat z oblasti informatiky, která i přes svou odbornost mají návaznost na běžné přístroje a předměty z reálného světa kolem nás. Tematickou oblast *modelování*, která je v novém RVP ZV součástí informatiky, a v ní očekávané výstupy je možné představit prostřednictvím úloh souvisejících s královskou oblastí informatiky – teoretickou informatikou a teorií automatů.

V rámci práce bylo nutné formulovat informatiku jako vědní obor a ujasnit si rovněž její definici. Díky tomu jsme mohli lépe popsat její možné podobory a oblasti, které mají co nabídnout nejen informatikům – sama teoretická informatika je velmi mezipředmětová, poznatky v ní získané mají dlouhou životnost a stálost, nabízí úvahy o řešitelnosti problémů a právě díky studiu teoretické informatiky si může jedinec osvojit, jak kombinovat teoretické znalosti s praktickými dovednostmi a tím rozvinout způsob myšlení k řešení problémů. V kontextu teoretické informatiky jsme představili konečné automaty, jejich formální definicí, pojmy s nimi související a možnosti jejich reprezentace.

Seznámili jsme se s revizí v oblasti RVP ZV, abychom mohli lépe zakotvit konečné automaty do výuky na základní škole a představili jsme již existující možné učební materiály související s výukou konečných automatů na základní škole v českém i anglickém jazyce. Na základě toho jsme se pokusili provést didaktickou transformaci oborového obsahu do podoby sady úloh souvisejících s konečnými automaty vhodných pro výuku na druhém stupni základní školy.

Ověření úloh ukázalo některé nejasnosti v zadání, které jsme následně odstranili a úlohy upravili podle zpětné vazby žáků. Vzniklá sada devíti úloh poskytuje náplň zhruba čtyřem po sobě jdoucích vyučovacích hodin. Ačkoli ověření neprobíhalo podle původního plánu a čelilo neočekávaným a neovlivnitelným problémům, přineslo užitečné poznatky, díky kterým jsme úlohy opatřili metodikami, které pomohou dalším učitelům ve využití úloh ve své výuce. Bylo by však vhodné opětovně sadu úloh s metodikami ověřit na větším vzorku a na různých školách, což by pomohlo ke zpřesnění metodik a k dalšímu ověření, jak

moc velký úspěch budou mít úlohy přímo související s teoretickou informatikou a konečnými automaty mezi žáky základních škol.

Konečné automaty jako nejjednodušší modely počítače mají potenciál k naplnění výstupů uvedených v RVP ZV ve vzdělávací oblasti Informatika, přímo v tematickém celku *Data, informace a modelování*. Úlohy s nimi související zároveň nabízí přímé představení oborových pojmů z teoretické informatiky, které až do revize nové informatiky na základní škole chybělo nejen žákům, ale i některým dosud neaprobovaným učitelům informatiky.

## RESUMÉ

Diplomová práce se zaměřuje na konečné automaty a jejich využití ve výuce na základní škole. Je zde uvedeno několik definic informatiky jako vědního oboru, zdůrazněna důležitost teoretické informatiky a jsou zde představeny konečné automaty a jejich reprezentace. Text dále popisuje revizi RVP ZV v oblasti informatiky a způsob, jak by mohly být konečné automaty zakotveny do výuky na základní škole. Výsledkem práce je sada devíti úloh souvisejících s konečnými automaty, které byly ověřeny a upraveny na základě zpětné vazby žáků během výuky. Tyto úlohy mohou sloužit jako náplň čtyř vyučovacích hodin. Konečné automaty jako nejjednodušší modely počítače mají potenciál k naplnění výstupů uvedených v RVP ZV ve vzdělávací oblasti Informatika. Úlohy s nimi související pomáhají žákům osvojit si teoretické znalosti z vědního oboru informatika a praktické dovednosti pro řešení problémů.

The thesis focuses on finite automata and their use in elementary school education. Several definitions of computer science as a discipline are given, the importance of theoretical computer science is emphasized, and finite automata and their representations are introduced. The text further describes the revision of the Framework Educational Programme for Basic Education (RVP ZV) in the field of computer science and how finite automata could be embedded in primary school teaching. The result of the work is a set of nine educational activities related to finite automata, which have been verified and modified based on pupils' feedback during lessons. These activities can be used to fill four lessons. Finite automata, as the simplest models of computers, have the potential to fulfil the outcomes specified in the educational activities (RVP ZV) in the educational area of Computer Science. The educational activities related to them help pupils to acquire theoretical knowledge in the field of computer science and practical problem-solving skills.

## SEZNAM LITERATURY

1. BARWISE, Jon a John ETCHEMENDY, c1993. *Turing's World 3.0 for the Macintosh: an introduction to computability theory*. Stanford: CSLI Publications. CSLI lecture notes. ISBN 1-881526-10-0.
2. BELL, Tim, Ian H. WITTEN a Mike FELLOWS, 2015. *CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students* [online]. University of Canterbury, New Zealand: Computer Science Education Research Group [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: [https://classic.csunplugged.org/documents/books/english/CSUnplugged\\_OS\\_2015\\_v3.1.pdf](https://classic.csunplugged.org/documents/books/english/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf)
3. BERKI, Jan a Jindra DRÁBKOVÁ, 2020. *Základy informatiky pro 2. stupeň základní školy* [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2023-05-19]. ISBN 978-80-7494-521-2. Dostupné z: <https://imysleni.cz/ucebnice/zaklady-informatiky-pro-zakladni-skoly>
4. BERKI, Jan, 2012. *Využití Petriho sítí ve výuce*. Liberec. Závěrečná práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická. Vedoucí práce Ing. Jindra Drábková, Ph.D.
5. Bobřík informatiky archiv, 2008 – 2021. *Bobřík informatiky: Informatická soutěž pro základní a střední školy* [online]. Katedra informatiky PF JČU, Copyright © 2008–2021, [cit. 2023-06-14]. Dostupné z: <https://ibobr.cz/test/archiv>
6. BOKR, Josef a Václav MATOUŠEK, 2003. *Logiky a automaty*. Plzeň: Západočeská univerzita.
7. CEJPEK, Jiří, 2005. *Informace, komunikace a myšlení: úvod do informační vědy*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1037-X.
8. Classic CS Unplugged [online], 2021. University of Canterbury, New Zealand: Computer Science Education Research Group [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://classic.csunplugged.org/>
9. Co je to informatika?, 2022. *IT Slovník: počítačový slovník* [online]. IT-Slovník.cz team [cit. 2023-01-09]. Dostupné z: <https://it-slovník.cz/pojem/informatika>
10. DENNING, Peter J. et al., 1989. Computing as a discipline. *Communications of the ACM*. **32**(1), 9-23.
11. DRLÍK, Peter a Jozef HVORECKÝ, 1992. *Informatika: Náčrt didaktiky*. Nitra: Pedagogická fakulta. Vysokoškolské učebné texty (Pedagogická fakulta, Univerzita Nitra). ISBN 80-851-8381-1.
12. D'SOUZA, Deepak a Priti SHANKAR, ed., 2012. *Modern applications of automata theory*. Singapore: World Scientific. IISc research monograph series (World Scientific). ISBN 978-981-4271-04-2.
13. ELZNIČOVÁ, Veronika, 2021. Co provedou s výukou informatiky změny v RVP ZV? [online]. 15. března 2021 [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.ucimeonline.cz/co-provedou-s-vyukou-informatiky-zmeny-v-rvp-zv/>

14. ENGINEER: English meaning - Cambridge Dictionary, 2023. *Cambridge Dictionary | English Dictionary, Translations & Thesaurus* [online]. Cambridge: © Cambridge University Press [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/engineer>
15. Finite State Automata – CS Unplugged, 2023. *CS Unplugged* [online]. University of Canterbury, New Zealand: Computer Science Education Research Group [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://www.csunplugged.org/en/at-a-distance/finite-state-automata/#/3>
16. Finite State Automata: Classic CS Unplugged, 2021. *Classic CS Unplugged* [online]. University of Canterbury, New Zealand: Computer Science Education Research Group [cit. 2023-06-15]. Dostupné z: <https://classic.csunplugged.org/activities/finite-state-automata/>
17. HABIBALLA, Hashim, 2021. *Základy teoretické informatiky*. Třetí. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
18. HROMKOVIČ, Juraj, 2004. *Theoretical computer science: introduction to automata, computability, complexity, algorithmics, randomization, communication, and cryptography*. Berlin: Springer. ISBN 978-354-0140-153.
19. CHRÁSKA, Miroslav, 2016. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-5326-3.
20. IMYSLENI.CZ, 2018a. O projektu. *Informatické myšlení*. [online]. Copyright 2018. [cit. 2023-06-08]. Dostupné z: <https://imysleni.cz/o-projektu>
21. IMYSLENI.CZ, 2018b. Modelové školní vzdělávací programy pro základní vzdělávání. *Informatické myšlení*. [online]. Copyright 2018. [cit. 2023-06-08]. Dostupné z: <https://www.imysleni.cz/svp/svp-zv>
22. MŠMT A KOLEKTIV, 1996. VZDĚLÁVACÍ PROGRAM ZÁKLADNÍ ŠKOLA: Kompletní materiál se všemi doplňky a úpravami. In: *KOMPLETNÍ PEDAGOGICKÁ DOKUMENTACE VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU ZÁKLADNÍ ŠKOLA*, ČJ. 16 847/96 2, VČETNĚ VŠECH ZMĚN A DOPLŇKŮ [online]. Praha: MŠMT, 1996 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/kompletni-pedagogicka-dokumentace-vzdelavaciho-programu-zakladni-skola-cj-16-847-96-2-vcetne-vsech-zmen-a-doplнку>
23. MŠMT A KOLEKTIV, 2021. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: MŠMT. Dostupné z: <https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2021/07/RVP-ZV-2021.pdf>
24. NAUMANN, Friedrich, 2009. *Dějiny informatiky: od abaku k internetu*. Praha: Academia. Galileo. ISBN 978-80-200-1730-7.
25. NEUMAJER, Ondřej, 2008. Sedm mýtů o informatice a ICT ve vzdělávání. *Metodický portál: Články* [online]. 04. 11. 2008, [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/2747/SEDM-MYTU-O-INFORMATICE-A-ICT-VE-VZDELAVANI.html>. ISSN 1802-4785.

26. NEWELL, Allen, Alan J. PERLIS a Herbert A. SIMON, 1967. Computer science. *Science*. **157**(795), 1373-1374. ISSN 0036-8075.
27. *Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, 2021. Praha, č. j.: MSMT-40117/2020-4. Dostupné také z: [https://www.msmt.cz/file/56005\\_1\\_1/](https://www.msmt.cz/file/56005_1_1/)
28. Professor Seymour, 2000. [online]. Copyright 2000. MaMaMedia [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <http://www.papert.org/>.
29. PRŮBĚH REVIZÍ ICT KURIKULA, © 2011 – 2022. *Národní pedagogický institut České republiky (dříve Národní ústav pro vzdělávání)* [online]. NÚV - Národní ústav pro vzdělávání, 2018 [cit. 2023-06-08]. Dostupné z: <https://archiv-nuv.npi.cz/t/prubeh-revizi-ict-kurikula.html>
30. PRŮCHA, Jan, Jiří MAREŠ a Eliška WALTEROVÁ, 2003. *Pedagogický slovník*. 4. aktualiz. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-717-8772-8.
31. Přehled úprav RVP ZV od roku 2004 do současnosti, 2022. Národní pedagogický institut České republiky (dříve Národní ústav pro vzdělávání) [online]. NÚV - Národní ústav pro vzdělávání [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://archiv-nuv.npi.cz/t/prehled-uprav-rvp-zv-1.html>
32. SHALLIT, Jeffrey Outlaw, 2009. *A second course in formal languages and automata theory*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 05-218-6572-7.
33. SIPSER, Michael, 1997. *Introduction to the theory of computation*. Boston: PWS Publishing Company. ISBN 05-349-4728-X.
34. SKUTIL, Martin, 2011. *Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-778-7.
35. SMUTNÝ, Zdeněk a Michal DOLEŽEL, 2017. Ustavení a historický vývoj informatiky a počítačových disciplín ve vybraných evropských zemích a v USA. *Acta Informatica Pragensia*. **6**(2), 188-229. ISSN 1805-4951. Dostupné z: doi:10.18267/j.aip.109
36. ŠESTÁKOVÁ, Eliška, 2017. *Automaty a gramatiky: sbírka řešených příkladů*. 3. dotisk 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-800-1063-064.
37. ŠTÍPEK, Jiří a Petra VAŇKOVÁ, 2014. Vybraná zjištění výzkumu stavu a pojetí rozvoje informačně technologických kompetencí na základních školách. *ORBIS SCHOLAE*. **8**(1), 47-64. ISSN 2336-3177. Dostupné z: doi:10.14712/23363177.2015.4
38. Theoretical Computer Science, 2022. *MIT Mathematics* [online]. Cambridge [cit. 2023-01-28]. Dostupné z: <https://math.mit.edu/research/applied/comp-science-theory.html>
39. VAIS, Václav, 2017. *TEORETICKÁ INFORMATIKA 1. část: Konečné automaty a regulární jazyky* [online]. Plzeň [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~vais/Vais%20-%20KA%20a%20RG.pdf>
40. VANÍČEK, Jiří a Miroslava ČERNOCHOVÁ, 2015. Didaktika informatiky na startu. In: STUHLÍKOVÁ, Iva, Tomáš JANÍK, Zdeněk BENEŠ, et al. *Oborové didaktiky: vývoj, stav, perspektivy* [online]. Brno: Masarykova univerzita, s. 159-188 [cit. 2023-06-27]. Syntézy výzkumu vzdělávání. ISBN 978-80-210-7884-0. Dostupné z: <https://munispace.muni.cz/library/catalog/view/549/1713/312-1/#preview>



41. VRBOVÁ, Viola, 2021. *Deskové hry jako prostředek pro rozvoj inforatického myšlení u studentů vysokých škol*. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická. Vedoucí práce PhDr. Zbyněk Filipi, Ph.D.
42. VÚP PRAHA A KOLEKTIV, 2005. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením*. V Praze: Výzkumný ústav pedagogický. ISBN 80-87000-02-1.
43. ZÁKLADNÍ VÝCHODISKA A TEZE REVIZÍ ICT KURIKULA, © 2011 – 2022. *Národní pedagogický institut České republiky (dříve Národní ústav pro vzdělávání)* [online]. NÚV - Národní ústav pro vzdělávání, 2018 [cit. 2023-06-08]. Dostupné z: <https://archiv-nuv.npi.cz/t/1-zakladni-vychodiska-a-teze-revizi-ict-kurikula.html>
44. Zákon č. 561/2004 Sb.: Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), 2004. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-561>

## SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ

Obrázek 1: Turingův stroj (zdroj: vytvořeno podle (Barwise a Etchemendy, c1993, s. 19)).	9
Obrázek 2: Dveře a detekční podložky (zdroj: vytvořeno podle (Sipsler, 1997, s. 31)).	18
Obrázek 3: Stavový diagram konečného automatu (zdroj: vlastní).	23
Obrázek 4: Stavový strom konečného automatu (zdroj: vlastní).	24
Obrázek 5: "Základní trojúhelník" lidského intelektu (zdroj: vytvořeno podle (Drlík a Hvorecký, 1992, s. 15)).	32
Obrázek 6: Oblasti zabývající se počítači v kontextu vzdělávání (zdroj: vytvořeno podle (Vaníček a Černochová, 2015, s. 161)).	34
Obrázek 7: Úloha z Computer Science Unplugged – Treasure Hunt (zdroj: (Bell, Witten a Fellows, s. 112)).	51
Obrázek 8: Zadání úlohy 1 (zdroj: vlastní).	55
Obrázek 9: Zadání úlohy 2 (zdroj: vlastní).	55
Obrázek 10: Zadání úlohy 3 (zdroj: podle (Bobřík informatiky archiv, 2008 – 2023), kategorie Benjamin 2019).	56
Obrázek 11: Zadání úlohy 4. (zdroj: vlastní).	57
Obrázek 12: Ukázka „dveří“ v softwaru Minecraft Education. Vlevo je zadní podložka pod kamennými „dveřmi“, vpravo je přední podložka. (zdroj: vlastní)	58
Obrázek 13: Zadání úlohy 5. (zdroj: vlastní).	59
Obrázek 14: Zadání úlohy 6. (zdroj: vlastní).	59
Obrázek 15: Zadání úlohy 7 (zdroj: vlastní podle (Berki a Drábková, 2020)).	60
Obrázek 16: Zadání úlohy 5 (zdroj: vlastní).	61
Obrázek 17: Zadání úlohy 8, druhý snímek (zdroj: vlastní).	61
Obrázek 18: Stanice Luční v úloze 8 (zdroj: vlastní).	62
Obrázek 19: Rozšiřující verze úlohy 8 (zdroj: vlastní).	62
Obrázek 20: Zadání úlohy 9 (zdroj: vlastní).	63
Obrázek 21: Úloha 9 – Timurův návrh (zdroj: vlastní).	64
Obrázek 22: Úloha 9 – návrh od Míly (zdroj: vlastní).	64
Obrázek 23: Ukázka práce žáků, úloha 1 (zdroj: vlastní).	91
Obrázek 24: Ukázka práce žáků, úloha 1 (zdroj: vlastní).	91
Obrázek 25: Ukázka práce žáků, úloha 2 (zdroj: vlastní).	91
Obrázek 26: Ukázka práce žáků, úloha 2 i s výpisky (zdroj: vlastní).	92
Obrázek 27: Ukázka práce žáků, úloha 2 s více možnými vstupy (zdroj: vlastní).	92
Obrázek 28: Ukázka práce žáků, úloha 3 (zdroj: vlastní).	93
Obrázek 29: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).	93
Obrázek 30: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).	93
Obrázek 31: Ukázka práce žáků, úlohy 4, 5 a 6 (zdroj: vlastní).	94
Obrázek 32: Ukázka práce žáků, úloha 4 (zdroj: vlastní).	94
Obrázek 33: Ukázka práce žáků, úloha 5 a 6 (zdroj: vlastní).	95
Obrázek 34: Ukázka žákovské práce, úloha 6 (zdroj: vlastní).	95
Obrázek 35: Ukázka žákovské práce, úloha 6 (zdroj: vlastní).	96
Obrázek 36: Ukázka žákovské práce, úloha 8 – méně povedená (zdroj: vlastní).	96
Obrázek 37: Ukázka žákovské práce, úloha 8 – méně povedená (zdroj: vlastní).	96
Obrázek 38: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 – vzniklý stavový strom (zdroj: vlastní).	97
Obrázek 39: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 (zdroj: vlastní).	98

Obrázek 40: Ukázka žákovských řešení, úloha 8 (zdroj: vlastní).....	98
Obrázek 41: Ukázka žákovských prací, úloha 8 – rozšíření (zdroj: vlastní).....	99
Obrázek 42: Ukázka žákovských řešení, úloha 9 – Mealyho automat (zdroj: vlastní).....	100
Obrázek 43: Ukázka žákovských řešení, úloha 9 – Moorův automat (zdroj: vlastní).....	100
Obrázek 44: Podoba metodiky k úloze 1 (zdroj: vlastní).....	102
Obrázek 45: Podoba metodiky k úloze 2 – 1. strana ze 3 (zdroj: vlastní).....	103
Obrázek 46: Podoba metodiky k úloze 3 (zdroj: vlastní).....	104
Obrázek 47: Podoba metodiky k úloze 4 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).....	105
Obrázek 48: Nové zadání původní úlohy 5 (zdroj: vlastní).....	106
Obrázek 49: Podoba metodiky k úloze 5 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).....	106
Obrázek 50: Upravené zadání původní úlohy 6 (zdroj: vlastní).....	107
Obrázek 51: Podoba metodiky k úloze 6 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).....	108
Obrázek 52: Doplnění tabulky přechodů v úloze 7 (zdroj: vlastní).....	109
Obrázek 53: Odkaz na první stanici Luční na snímku jiné stanice, odkaz je vždy v levém dolním rohu snímku (zdroj: vlastní).....	109
Obrázek 54: Podoba metodiky k úlohám 7 a 8 – 1. strana ze 3 (zdroj: vlastní).....	110
Obrázek 55: Podoba metodiky k úloze 9 – 1. strana ze 2 (zdroj: vlastní).....	111
Tabulka 1: Tabulka přechodů konečného automatu.....	24
Tabulka 2: Úlohy z Bobříka informatiky zmiňující konečné automaty.....	49
Tabulka 3: Harmonogram ověření sady úloh.....	68
Graf 1: Úlohy 1,2, 3. Byla úloha zajímavá? Obě skupiny.....	78
Graf 2: Úlohy 1, 2, 3. Byla úloha složitá? Obě skupiny.....	79
Graf 3: Úlohy 1, 2, 3. Jak mi úloha šla? Obě skupiny.....	80
Graf 4: Úlohy 4, 5, 6. Byla úloha zajímavá? První skupina.....	82
Graf 5: Úlohy 4, 5, 6. Byla úloha složitá? První skupina.....	82
Graf 6: Úlohy 4, 5, 6. Jak mi úloha šla? První skupina.....	83
Graf 7: Úlohy 4, 5. Byla úloha zajímavá? Druhá skupina.....	85
Graf 8: Úlohy 4, 5. Byla úloha složitá? Druhá skupina.....	85
Graf 9: Úlohy 4, 5. Jak mi úloha šla? Druhá skupina.....	86
Graf 10: Úlohy 8, 9. Byla úloha zajímavá? První skupina.....	87
Graf 11: Úlohy 8, 9. Byla úloha složitá? První skupina.....	88
Graf 12: Úlohy 8, 9. Jak mi úloha šla? První skupina.....	88
Graf 13: Úloha 8, všechny otázky. Druhá skupina.....	90

## PŘÍLOHY

1. Tabulka úloh, které jsou součástí sady úloh souvisejících s konečnými automaty.

č.	Název	Popis	Čas (min)
1	<b>Survive(r) KA!</b>	Podstatou úlohy samostatné zamyšlení žáků nad rozdaným modelem znázorňujícím konečný automat se třemi stavy a třemi možnými vstupy.	10
2	<b>Survive(r) KA! – next level</b>	Úloha znázorňuje nedeterministický konečný automat s pěti stavy a třemi možnými vstupy. Žáci mají odhalit nejednoznačnosti a upravit model.	15-20
3	<b>Meziplanetární lety</b>	Úloha znázorňuje deterministický konečný automat, kde stavy jsou reprezentovány jednotlivými planetami Sluneční soustavy. Žáci se mají v modelu orientovat a nalézt různé cesty.	10
4	<b>Automatické dveře</b>	Úloha popisuje konečný automat ovládající automaticky otevírané dveře. Žáci mají pochopit popis automatických dveří ze zadání, porozumět tabulce přechodů a následně vytvořit stavový diagram.	12-18
5	<b>Ověření kódu</b>	Úloha popisuje konečný automat zajišťující kontrolu postupně zadávaných číslic čtyřmístného číselného kódu, který může ovládat ne příliš bezpečný trezor. Žáci mají vytvořit stavový diagram.	10
6	<b>Mixér</b>	Úloha popisuje konečný automat ovládající mixér se dvěma tlačítky, který může nabývat čtyř různých stavů – vypnutý, mixuje pomalu, mixuje středně, mixuje rychle. Žáci mají vytvořit tabulku přechodů a stavový diagram.	10
7	<b>Vlaková síť</b>	Žáci mají popsat pohyb vlaku, vytvořit tabulku přechodů a stavový diagram znázorňující možný pohyb vlaku mezi všemi stanicemi ve fiktivním státě. Jednotlivé stanice jsou stavy konečného automatu, zvolené trasy jsou vstupy. Úloha 7 pracuje se dvěma trasami, úloha 8 se třemi trasami.	30-40
8	<b>triple Vlaková síť</b>		
9	<b>Návrh trasy stopovačky</b>	Úloha znázorňuje dva konečné automaty s výstupem, Mealyho i Moorova typu, které mají stejný počet stavů a dva různé vstupní symboly – 0 a 1. Grafy reprezentující tyto konečné automaty zároveň mohou znázorňovat trasu stopovací hry, kterou dva kamarádi, Míla a Timur, navrhují.	15-30

2. Elektronická příloha: Plné znění úloh, metodiky úloh, výsledky dotazníků.