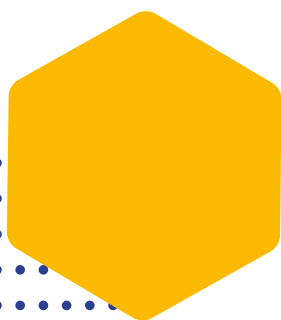




Model systému profesní podpory pro kabinet Informatika a ICT – mezipředmětový

Kód WBS: 4.3.4.2

Schválil: Josef Slovák



www.projektsypo.cz

sypo.info@npi.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Obsah

1	Úvod	4
2	Digitální technologie a důvěra v ně	6
2.1	Co stroje umějí a kde jsou limity.....	6
3	Informatika a digitální kompetence jako zásadní změna v kurikulu.....	8
3.1	Učivo informatiky.....	9
3.1.1	Témata informatiky napříč kurikulem	10
3.2	Informatické myšlení	13
3.2.1	Rozvíjení informatického myšlení napříč kurikulem.....	15
3.3	Digitální kompetence (Digital Competence DigComp).....	18
3.3.1	Digitální kompetence (Digital Competence DigComp) napříč kurikulem.....	19
4	Seznam použitých zkratk	20
5	Literatura:.....	21
	Příloha 1	25
	Příloha 2	26
	Příloha 3	27
	Příloha 4	28

UTVÁŘENÍ A ROZVÍJENÍ INFORMATICKÉHO MYŠLENÍ A DIGITÁLNÍ KOMPETENCE VE ŠKOLNÍM VZDĚLÁVÁNÍ NAPŘÍČ KURIKULEM

Miroslava Černochová

Poznámka 1: Některé části tohoto dokumentu se odkazují na situaci a fakta vyplývající z aktualizací a revizí RVP ZV a RVP G. Práce na revizích RVP intenzivně pokračují tak, aby mohly školy začít vyučovat podle nového RVP ZV od září 2024. Od 2025 bude pro školy povinné vyučovat podle revidovaného RVP ZV alespoň v 1. a 6. ročníku ZŠ. (Baierlová et al., 2022, s.5)

Poznámka 2: Autorka při přípravě tohoto dokumentu vycházela z těchto skutečností: (1) Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ (klíčový dokument pro rozvoj vzdělávací soustavy České republiky v dekadě 2020–2030+)¹, (2) aktuální výsledky probíhající revize rámcových vzdělávacích programů² (zavedení Informatiky a digitální kompetence jako sedmé klíčové kompetence), Revize ICT v RVP ZV³ a RVP G⁴ (3) výsledky mezinárodního šetření ICILS 2018⁵, které mimo jiné zkoumalo počítačovou a informační gramotnost (CIL) a informatické myšlení (CT) třináctiletých žáků, (4) zkušenosti s online distanční výukou v době pandemie (2020 a 2021) v českých školách, (5) dokumenty EC JRC věnované problematice CT⁶ a digitálním kompetencím⁷, (6) trendy ve vývoji digitálních technologií a umělé inteligence.

Poznámka 3: Tento materiál vznikl jako rozšíření a doplnění pracovního materiálu pro projekt SYPO Černochová, M., Dolejší, J., Pitner, T. (2022) Metodický pokyn k revizím modelů SYPO s ohledem na potřebu zařazení informatického myšlení a digitálních kompetencí do školního vzdělávání.

¹ <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/strategie-2030>

² <https://revize.rvp.cz/>

³ <https://revize.edu.cz/>

⁴ <https://revize-ict-g.rvp.cz/nova-informatika-v-rvp-g>

⁵ Fraillon, J. et al. (2020) Preparing for Life in a Digital World. IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report. IEA, 2020.

⁶ Bocconi, S. et al. (2022) Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education, Inamorato Dos Santos, A., Cachia, R., Giannoutsou, N. and Punie, Y. editor(s), Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

⁷ Vuorikari, R. et al. (2022) DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

„Nejcennější akvizicí ve ... vzdělávání jsou univerzální mentální nástroje, které zůstávají použitelné po celý život. Jako nejdůležitější z těchto nástrojů hodnotím přirozený jazyk a matematiku a jako třetí informatiku.“

George Elmer Forsythe⁸ (1965)

1 Úvod

Lidská civilizace si už svůj rozvoj bez počítačových technologií neumí představit. Závisí na nich prakticky všechny oblasti lidské činnosti: ekonomika, výroba, vzdělávání, medicína, doprava, věda, zábavní průmysl, ale i umění.

Potřeba umět používat digitální technologie nejen k zábavě a pro potřeby osobního a občanského života, ale především pro učení, vzdělávání a v zaměstnání stále roste. Požadavky na dovednosti zvládat práci s technologiemi a na schopnosti rychle se dokázat adaptovat na nové digitální technologie v různých oborech lidské činnosti nejen technicky a přírodovědně zaměřených, ale i společenských a uměleckých se stále zvyšují. Škola však nedokáže, ale ani nemůže reagovat dostatečně rychle na všechny změny a požadavky. Ve školním vzdělávání je zapotřebí na příkladu současných technologií ilustrovat obecné principy, postupy a strategie, jak navrhovat a řešit modelové situace a problémy v různých vzdělávacích oborech, jak se v digitálním prostředí chránit a chovat, jak se bránit dezinformacím a manipulacím. Bylo by vhodné identifikovat, co vlastně digitální technologie v dané aplikaci dělají a do jaké míry je má uživatel pod kontrolou. V neustále se měnícím a stále složitějším světě je důležitější víc než kdy jindy, aby mladí lidé byli stále více a více připraveni aplikovat znalosti a dovednosti k řešení problémů, rozumět informacím a vědět, jak shromažďovat a vyhodnocovat důkazy pro rozhodování⁹ a počítat s tím, že ve své práci budou potřebovat učit se dalším zcela novým postupům a pracovat s novými technologiemi.

Počítačové obory a informatika spolu s dalšími obory se výrazně podílejí na automatizaci procesů a vývoji automatů, resp. samoobslužných zařízení. V běžném životě se s nimi setkáváme čím dál tím častěji: automaty na prodej zboží (kávové automaty, automaty na prodej kusového zboží, jízdenek MHD¹⁰ aj.), měničky peněz, bankovní automaty, automaty pro vrácení lahví, řídicí jednotky výtahů, systémy pro řízení provozu na křižovatkách, telefonní automaty pro příchozí hovory atd. Jejich studium a navrhování společně s konstruováním robotických zařízení s využitím robotických edukačních stavebnic může přispět k porozumění využití algoritmů a k rozvíjení technického a logického myšlení a ke kreativě.

Obecně se ve společnosti věnuje podstatně větší pozornost algoritmům než automatům a automatizaci. Jak upozorňují Denning & Tedre (2021, s. 371), „automatizace je větší problém než hledání algoritmu, který problém vyřeší. V oblasti výpočetní techniky se zaměřujeme na automatizaci, aby se mohly provádět úlohy, které by lidé sice uměli dělat v malém měřítku, ale už by je nezvládali dělat ve velkém. Příkladem je zkoumání, zda je konkrétní osoba na videu pohybujícího

⁸ <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Forsythe/>

⁹ <https://www.ed.gov/stem>

¹⁰ V. Vais, 2017

se davu. To lidé dokážou spolehlivě jen pro malé davy. Kombinací neuronových sítí, které dokážou rozpoznat tváře, s algoritmy, které prohledávají obrázky, nyní můžeme tento úkol automatizovat pro velké davy. Dalším příkladem je kreslení dalšího snímku videa na obrazovce počítače; zatímco člověku, kdyby potřebné výpočty dělal každý den po celou dobu 24*3600 sekund, by taková práce trvala jeden rok, tak grafický systém to zvládne za 10 milisekund.“

Změna způsobů práce, poznávání a učení

Zásadní a velice rychlé technologické změny formují lidskou společnost a způsoby práce (Harteis et al., 2020). Hovoří se o digitalizaci práce. Pozornost odborníků, technologů, informatiků a konstruktérů se upíná k aplikacím umělé inteligence pro nejrůznější oblasti lidské činnosti včetně umění (umělá inteligence už vytváří filmové scénáře aj.). Další rozvoj digitální společnosti bude úzce souviset s výcvikem a používáním algoritmů a s aplikováním umělé inteligence.“ (Tabakova-Komsalova et al., 2021, s.176) Technologie umělé inteligence nám umožní nejen shromažďovat, propojovat a analyzovat data v bezprecedentním měřítku, ale také vytvářet komplexní prediktivní modely, které pokrývají různé podobory. (Hassoun et al., 2020)

V podstatě můžeme vyslovit hypotézu, že nelze očekávat vědecký pokrok, nový objev, novou konstrukci, vynález, bez zapojení výpočetních principů a výpočetní techniky a obvykle také velkého množství dat neuchopitelných lidskou myslí. Na druhou stranu žádný takový objev či vynález nevznikne bez kreativní účasti člověka, který rozhoduje na základě svých znalostí, ale také své vůle a svých hodnot, což je něco, co stroje (zatím?) nemají.

Kde se učíme používat digitální technologie?

Škola už dávno přestala být jediným místem, kde se učí žáci a studenti používat digitální technologie. Ve většině případů se s digitálními technologiemi (mobil, počítač, digitální kamera...) malé děti začínají seznamovat (už) doma, v rodině, později s kamarády (sdílením zkušeností jeden od druhého) nebo při různých akcích mimo školu, ve volném čase, při zábavě atd. Aplikace počítačových oborů se velice rychle mění, vyvíjejí, vznikají nové a nové a další. V rozvíjení digitálních kompetencí a informatického myšlení tak významnou roli hraje neformální vzdělávání. Podobně jako v jiných případech ontodidaktické transformace vědních oborů do vzdělávacího obsahu vyvstává otázka, jak pro vzdělávací oblast informatiku řešit tzv. dynamická místa¹¹ kurikula. Podle Mentlíka (2016, cit. Kuberská et al. 2020, s. 294) „dynamického místa kurikula vychází z předpokladu, že určité oblasti vědních oborů prodělávají dynamický vývoj, tj. dochází v nich ke generování originálních vědeckých poznatků, které výrazně obohacují, aktualizují nebo dokonce mění paradigma daných oborů“. Podle jakých kritérií a jak často provádět výběr po identifikování dynamických míst v případě informatiky, resp. počítačových oborů?

¹¹ Dynamická místa kurikula tak lze definovat jako ty oblasti kurikula, které prošly ontodidaktickou transformací dynamických míst oborů.

2 Digitální technologie a důvěra v ně

Digitální technologie a informatické postupy se stávají nepostradatelnou součástí metod, jimiž „osaháváme“ reálný svět. Souvislosti a procesy probíhající v živé přírodě a neživém světě se stále více a více zkoumají zprostředkovaně – do objevování nových poznatků a souvislostí vstupují jako instrument technologie počítačové aplikace. Mění se způsob, jak studujeme svět. Univerzálním mentálním nástrojem pro získávání nových a často zcela revolučních poznatků se pro člověka stávají roboti, soustavy inteligentních senzorů, simulační aplikace a systémy pro modelování nebo zpracování velkého množství dat, virtuální prostředí atd. Svět a události zaznamenáváme a dokumentujeme digitálními fotoaparáty a kamerami. Existuje nezanedbatelné riziko, že lidé sice nashromáždí díky počítačovým technologiím velké množství dat, ale nebudou vědět nebo budou zpochybňovat, jak tato data byla získána, jak byla zpracována; postup zprostředkovaný technologiemi se jim může jevit jako černá skříňka, případně ve finále zcela rezignují na vlastní schopnosti porozumět čemukoli. Jaké důsledky to pak bude mít na jejich chování, lze domýšlet, podíváme-li se na masový dopad fake news šířících často očividné nelogické nesmysly. Proto je zapotřebí, aby lidé přemýšleli, pochybovali, učili se ptát a porovnávat výsledky poznání s jinými postupy, aby se zajímali o to, jak se k výsledkům dospělo atd. K tomu by mělo vést žáky i školní vzdělávání.

Vzdělávání by se v tomto smyslu mělo opírat o jistý pokročilý druh *kritického myšlení* ve vztahu k technologiím – nemohl to někdo pomocí počítačů zfalšovat? Neodporuje to principům logiky, přírodním (fyzikálním) zákonům, společenským zákonitostem? Digitální technologie přinášejí rovněž rizika spojená s jejich bezpečností, která rostou s šíří a hloubkou jejich vrůstání do života společnosti – na technologie spoléháme ve stále více činnostech. Naprosto nezbytnou součástí učebních procesů musí být pěstování pocitu odpovědnosti za svá jednání v digitálním světě a budování návyků bezpečného chování v kyberprostoru.

2.1 Co stroje umějí a kde jsou limity

Snaha člověka automatizovat a později digitalizovat některé procesy ve výrobě, ale i mimo ni postupně osvobodila člověka od některých typů fyzické i duševní práce. Od dob Charlese Babbage (1791–1871) lidé usilují o to, aby za ně (výpočetní) stroje dělaly práce, které lidé sami dělat nevládnou nebo které by mohly být automatizovány. Přitom nemusí jít jen o práce mechanické; Alan Turing (1912–1954) navrhl mechanický stroj, který měl simulovat postup matematika při vytváření matematického důkazu. Jakmile byl první počítač na světě, myšlení lidí se začalo zabývat intenzivně tím, jak počítače pro takové práce využít, jak navrhnout algoritmy pro počítače, jak má počítač postupovat. „Jedním z hlavních úkolů učitelů by mělo být naučit žáky myslet, aby uměli navrhnout algoritmy a stroje, které budou spolehlivě a bezpečně vykonávat práci, kterou není člověk schopen zvládnout.“ (Denning & Tedre, 2021, s. 362)

Není žádných pochyb o tom, že dnešní „moderní počítače jsou mnohem lepší v provádění algoritmů než lidé – moderní počítače dokážou udělat bilion kroků za dobu, kterou člověk potřebuje na provedení jednoho kroku.“ (Denning & Tedre, 2021, s. 362) Mohlo by se tedy zdát, že lidstvo je dnes díky počítačům schopno vyřešit jakýkoliv problém. Školní výuka by však měla žákům otevřít oči a ukázat, že „navzdory nadšení pro sílu počítačů nelze řadu úloh provést pomocí počítačů v žádném

rozumném čase, pokud vůbec. Studenti, kteří chápou limity práce na počítači, se mohou vyhnout pasti domněnky, že všechny problémy jsou nakonec řešitelné pomocí počítačů.“ (Denning & Tedre, 2021, s. 362)

Omezenost jakýchkoli výpočetních mechanismů je dána jejich samotnou podstatou a nové technologie ji z principu nemohou odstranit, stejně jako v každém dostatečně silném formálním (matematickém) systému nelze rozhodnout o pravdivosti *každého zformulovatelného* tvrzení. Hezkým příkladem je *kvantové počítání* (quantum computing), které sice mění složitostní paradigma a posouvá možnosti počítačů směrem k reálné řešitelnosti problémů, jejichž složitost byla na tradiční paradigmata příliš velká, ani to však neznamená, že kvantové počítače budou obecně „chytřejší než lidé“.

3 Informatika a digitální kompetence jako zásadní změna v kurikulu

Nová informatika a s ním i požadavek na digitální kompetence v RVP¹² by se měla ve školách realizovat už od 2024/25, povinně pak od září 2025 alespoň v 1. a 6. ročníku. Tyto změny by měly přispět k tomu, aby byla mladá generace lépe připravena na využívání digitálních technologií pro život a rozuměla principům, jak digitální technologie fungují. Reálný výsledek a dopad zavádění informatiky, úroveň informatického myšlení a digitální kompetence ve školách však bude velice záviset na práci učitelů, a to nejen učitelů informatiky.

V této souvislosti je na místě připomenout, že učitelé nepočítačových aprobací obvykle během svého studia na ZŠ, SŠ nebo VŠ neabsolvovali informatiku, a nemusí tudíž vědět, čím se informatika zabývá¹³, jaké jsou její nástroje, jakým způsobem aplikace informatiky mění lidské poznání, jaký dopad mají na náš život a svět kolem nás, o čem je a o čem není informatika. Učitelé nepočítačových aprobací tedy nemají často představu, jak se v oborech jejich aprobací používají informatické nástroje pro získávání nových poznatků apod. Jak tedy budou takoví učitelé ve svých předmětech přispívat k rozvíjení informatického myšlení svých žáků? Je to vůbec reálné?

Většina učitelů získala (nejen díky pandemii) a stále rozvíjí určitou úroveň digitální gramotnosti, resp. ICT gramotnosti (uživatelské dovednosti používat počítačové technologie). Např. používat kancelářské SW, vyhledávat na internetu, spravovat svůj počítač, připojit k němu další hardwarové komponenty, používat základní služby internetu apod. Digitální kompetence se však v souladu s konceptem DigComp (viz Bocconi et al., 2022; Vuorikari et al., 2022; Kluzer & Pujol Priego, 2018; EU Science Hub) přijatým i v ČR týkají ještě dalších oblastí dovedností s digitálními technologiemi: patří sem informační a datová gramotnost, komunikace a spolupráce, tvorba digitálního obsahu, bezpečnost a používání technologií k řešení problémů *vymezené vědomím omezení možností technologií a rizik spojených s jejich užíváním a možnostmi zneužití*. „Konvergence digitálních technologií a dalších studijních oborů může přispět k dovednosti myslet kreativně a logicky.“ (N.Y. Hong citováno v Shim & Lee, 2022) Jak tedy mají učitelé ve svých předmětech přispívat k rozvíjení digitální kompetence svých žáků, budeme-li se opírat o koncept DigComp?

Aktuální situace v českém školství

V poslední době se nejen ve světě, ale i v České republice velice často hovoří o tzv. STEM¹⁴ (*science – technology – engineering – mathematics*), popř. STEAM¹⁵ jako o multidisciplinárním přístupu k výuce. Není to nový koncept, už řadu let se prosazuje především v USA¹⁶; právě v kontextu se zaváděním informatického myšlení do škol se od něj hodně očekává. Výzkumy ukazují, že výuka na principu STE(A)M může mít pozitivní dopad např. na souvislosti mezi

¹² Digitalizace je vedle problematiky klimatických změn a wellbeingu v rámci revize RVP považována za jeden z jevů, které se promítnou do vzdělávání. (Baierlová, Š. et al., 2022, s. 5)

¹³ Viz např. R. Bělohlávek (2016)

¹⁴ <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

¹⁵ <https://artsintegration.com/what-is-steam-education-in-k-12-schools/>

¹⁶ V roce 2020 ministerstvo školství USA udělilo 141 milionů dolarů na nové granty a 437 milionů dolarů na pokračování stávajících projektů STEAM.

uměleckými a akademickými (kognitivními) výsledky žáků¹⁷. Autoři studie Wahono et al. (2020) dospěli k závěru, že vzdělávání STEM může být klíčovým nástrojem, který efektivně připravuje studenty z různých národních a kulturních prostředí v celé Asii na dosažení lepších studijních výsledků. V ČR se uvažuje o vytvoření podmínek a podpoře zařazení STEM ve školách, o přípravě učitelů na STEM¹⁸. V dokumentu TAČR se podporují integrativní přístupy jako STEAM¹⁹, protože mohou lépe reflektovat flexibilní myšlení a transdisciplinární povahu řešení skutečných problémů, a podpořit tak motivaci studentů se učit.“ (TAČR, Úřad Vlády ČR)

Na jakékoliv zásadní změny ve školství je zapotřebí dát školám, učitelům a veřejnosti čas. Každá změna by měla být vždy dobře a srozumitelně vysvětlena. Rozvíjení informatického myšlení a digitální kompetence žáků není vzdělávacím cílem pouze vzdělávací oblasti informatika.

Rozvíjení informatického myšlení a digitální kompetence napříč kurikulem v souladu s novými RVP na všech úrovních školního vzdělávání se týká prakticky všech učitelů základních a středních škol. Určitým způsobem se specifickými didaktickými postupy se některé elementární aktivity na podporu rozvíjení informatického myšlení mohou zavádět i v předškolním vzdělávání. **Většina učitelů se však informatikou jako oborem nezabývala, ani během svého studia výuku základům informatiky nezažila. Ale všichni žijí v současném světě prosyceném informatickými technologiemi, většina asi používá internet, umí použít na dálku svůj bankovní účet.** Učitelé ICT předmětů, resp. vzdělávací oblasti ICT, která byla vyškrtána v revidovaných RVP a nahrazena vzdělávací oblastí Informatika, velice často ve své vysokoškolské přípravě neabsolvovali základy informatiky a potřebné základy z matematiky. **Tedy bude pro ně užitečné doplnit nadstavbu nabízející pochopení, orientaci, rozhled a schopnost směřovat žáky, kteří v konkrétních dovednostech budou s počítačovými technologiemi daleko rychlejší.**

3.1 Učivo informatiky

Informatika je vědní disciplína, která je základem pro fungování digitálního světa. Bělohávek (2016, s. 301) charakterizuje informatiku jako obor, který „se zabývá studiem procesů zpracovávajících informace, jejich teoretickými základy, analýzou, návrhem, efektivitou, implementací a aplikacemi, ať už jde o informace uložené ve formě bitů v paměti počítače, nacházející se v dokumentech na internetu nebo zapsané v genech živých organismů. Základní otázkou, která se promítá do všech oblastí informatiky, je: Co vše lze efektivně mechanicky spočítat?“ Čím je informatika jako vědní obor specifická? „Informatika už na počátku svého zrodu stanovila velmi předběžnou řadu markerů, které ji pomohly odlišit se od matematiky a inženýrství. Jedním z nich, a přitom nejdůležitějším a jedinečným, je podle Tedre a Denninga způsob myšlení a praktikování informatiky, často označované jako *algoritmizace, algoritmické myšlení, algoritmika* a v poslední době jako *informatické myšlení*.“ (Connelly, 2020, s. 55)

¹⁷ <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

¹⁸ <https://stemeducationguide.com/>

¹⁹ STEAM disciplíny obohacené o humanitní vědy, jazyky a umění.

Informatika (angl. též *computing*) se stává součástí kurikula ZŠ a G ve většině zemí světa. Jak už bylo uvedeno výše, byla informatika zařazena i do nově revidovaných RVP pro ZŠ a G. Pozornost se bude věnovat také rozvoji inženýrského myšlení dětí MŠ.

Vzdělávací obsah informatiky v RVP základní školy a gymnázia je uspořádán do čtyř tematických celků: (1) Data, informace, modelování, (2) Algoritmizace a programování, (3) Informační systémy a (4) Digitální technologie. Tyto celky jsou společné jak pro základní, tak střední všeobecné vzdělávání.

Lze ve školním vzdělávání využít a opírat se o učivo informatiky ve výuce různých vzdělávacích oblastí?

3.1.1 Témata informatiky napříč kurikulem

Data, informace, modelování

Přispívat ve všech vzdělávacích oblastech k porozumění pojmu údaj, data, informace, aplikovat techniky, jak data sbírat, kde data vyhledávat, jak data zpracovávat, jak výsledky analýzy dat interpretovat, jak na základě dat modelovat a zobrazovat. Objevovat význam těchto pojmů v kontextu jiných obsahů (z historie, z umění, přírodních věd, společenských věd, společenských věd...). Vést žáky k porovnávání různých dat získaných z různých datových zdrojů, přemýšlet o tom, jak byla data získávána, jakými metodami mohla být zpracovávána.

Ve školách lze v různých předmětech žáky učit formulovat problém, navrhnout nástroje pro sběr dat (dotazníky, sestavení zařízení se senzory aj.)

Ve výuce všech vzdělávacích oblastí lze přispívat v různých souvislostech k porozumění pojmů data, jejich typů a formátů (číselná, textová, obrazová aj.), k získání zkušeností s různými způsoby jejich sběru při různých příležitostech (pozorování aj.) včetně použití různých technik a nástrojů digitálních technologií (dotazníky, senzory, čtečka kódů, mobilní telefon aj.) a metod, se zpracováním dat (např. s použitím statistických metod), s analýzou a hodnocením získaných dat, vyvozováním závěrů, jejich interpretací a prezentací.

Příležitostí k tomu, jak se učit kódovat a přenášet data, sdílet, přenášet a chránit informace, jak navrhovat a pracovat s materiálními či digitálními modely pro znázornění a studium reálného světa, jak používat piktogramy, jak vytvářet a využívat různé obrazové modely (myšlenkové mapy, schémata, grafy, diagramy, tabulky, mapy), poznávat jejich přínos i nedostatky a využívat je ke studiu, popisu, objevování a vysvětlování souvislostí v reálném, abstraktním či virtuálním světě (Příloha 1) nabízejí všechny vzdělávací oblasti zařazené do RVP (Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Člověk a jeho svět, Člověk a společnost, Člověk a příroda, Umění a kultura, Člověk a zdraví, Člověk a svět práce).

Bez ohledu na aprobaci učitelů, učitelé umějí vymyslet zajímavé problémy k řešení pro aktivity žáků a studentů ze vzdělávacích oblastí, jimž vyučují. S použitím dat z veřejných databází sekvencí genomových DNA mohou se žáky ve výuce biologie objevovat např. příbuznost mezi lidoopy (M. Kostka, 2008).

Pro zobrazení výsledků po zpracování dat v grafické podobě se ve školách obvykle používají nástroje tabulkových procesorů pro tvorbu grafů různého typu a tvaru. Výsledky však lze zobrazovat i jiným, často přehlednějším způsobem – inspiraci lze najít např. v ukázkách Edwarda Tufte²⁰. Vytvářením originálních grafických zobrazení, schémat, grafů žákovi může pomoci objevovat širší, resp. hlubší souvislosti mezi daty, číst informace z dat. Žák tak přitom rozvíjí svou instrumentální zkušenost.

Velmi důležité místo v poznávání zaujímají techniky pro modelování a simulace. Ve výuce fyziky, přírodopisu, biologie, matematiky, chemie lze využít například interaktivní animace na portálu PhET²¹ Interactive Simulations (projekt University of Colorado Boulder) k pochopení různých jevů a ke studiu procesů.

Modelování je nástroj pro získávání nových poznatků o chování nějakého systému. Ve školách lze pro seznamování se s principy a postupy modelování využít volně dostupné aplikace NetLogo²². Knihovna NetLogo nabízí velké množství (interaktivních) modelů pro různé obory (umění, biologie, fyzika, chemie, počítačové obory, geografie, matematiky, filozofie, sítě, psychologie, společenské obory, dynamické systémy), které simulují nějaký sociální nebo přírodní jev. Typickou ukázkou jednoduchého modelu, který lze se žáky studovat a pochopit jeho podstatu, je např. systémové modelování chování populace lišek a zajíců (viz např. Pelánek, 2011).

Na problematiku dat a jejich zpracování ve škole se žáky lze nahlížet nejen z pohledu matematického, inženýrského, ale i z pohledu ekonomického, společenského, politického. Jak říká Connolly (2020, s. 56), „data jsou formou moci“. Různé sektory pro řízení společnosti, pro výrobu, obchod aj. potřebují data; k jejich sběru a při jejich analýze se používají různé algoritmy. Kdo má v digitální společnosti data, má moc. Pochopitelně, že politikové chtějí mít nad daty a jejich vyhodnocováním kontrolu.

Algoritmizace a programování

Ač se to na první pohled nezdá, tak k porozumění pojmu algoritmus mohou přispívat prakticky všechny vzdělávací oblasti kurikula, tedy nejen matematika a její aplikace nebo informatika. „Historické“ návody pro numerické výpočty a řešení rovnic na hliněných tabulkách, které používali ve starověku Babyloňané (viz např. Knuth, 1972, 1974), mohou být východiskem a oživením pro některé úlohy v informatice. Mezi úlohy z různých oborů nebo každodenních činností člověka, při jejichž řešení lze uplatňovat algoritmické myšlení, patří např. úlohy zaměřené na nalezení nejkratší cesty mezi dvěma místy na mapě s použitím grafu jako matematického objektu nebo také obyčejné použití kuchařky.

Po několik staletí se algoritmy využívaly v hudbě. S digitálními technologiemi se použití algoritmů v hudební tvorbě ujalo pod názvem algoritmická kompozice. Na některé souvislosti využití digitálních technologií v hudebních aktivitách ve školách upozorňuje např. Drkula (2009). Ve výtvarné výchově mohou žáci vytvářet s použitím programovacích prostředí (Logo, Scratch, Turtle Art, Snap!, Python aj.) různé grafické obrazce, vzory, animace, interaktivní příběhy apod. S algoritmy pracujeme, aniž

²⁰ <https://www.edwardtufte.com/tufte/>

²¹ <https://phet.colorado.edu/>

²² <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

si to možná mnozí uvědomují, běžně v každodenním životě (např. při řešení otázky, jak postupovat při párování ponožek, jak uspořádat sbírku knih podle abecedy, jak postupovat při uklízení své e-mailové schránky, při vypracování návodů na postup nějaké činnosti aj.

Na učivo zařazené do tématu Algoritmizace a programování (Příloha 2) lze v dalších vzdělávacích oblastech na základní škole, resp. střední škole navázat, doplnit nebo dokonce aplikovat na novém obsahu. Ve výuce o DNA, resp. genetice lze ukázat pojem algoritmus v dalších souvislostech.

To, jak významně se informatika uplatňuje při studiu jevů, procesů, problémů v řadě oborů, vyústilo ve vznik oborů nových, např. bioinformatiky²³ nebo geoinformatiky. Na bioinformatiku podle F. Cvrčkové (2005) můžeme nahlížet v širším slova smyslu jako na využití počítačů k hledání odpovědí na biologické otázky (např. pro statistické zpracování fyziologických či klinických dat), nebo v užším slova smyslu v souvislosti s „vývojem software pro pokud možno automatizované (či přinejmenším algoritmizované) zpracování a analýzu sekvenčních dat, nebo aspoň spravuje vlastní databázi“. (Cvrčková, 2005, s. 4). Biologové tak mohou používat např. specializované počítačové programy pro analýzu biologických sekvencí, pro modelování struktur. Ve výzkumu v biologii nebo medicíně se uplatňuje řada různých typů speciálních algoritmů, např. Zelenův algoritmus, který byl použit poprvé v 1985 během studia mimotělního membránového okysličování při léčbě respiračního selhání u kojenců (Christian & Griffiths, 2017, s. 50).

Informační systémy

Informační systémy se používají ve vědě, ve státní správě, v řízení společnosti, v ekonomii, zdravotnictví, v průmyslu, všude kolem nás (letenky, pojišťovny, dopravní inspektorát pro evidenci vozidel, školní informační systémy, zdravotní pojišťovny aj.). Uvedeme jen několik příkladů oborů, kde práce s informačními systémy hraje klíčovou roli, abychom ukázali, jak toto téma z informatiky (Příloha 3) je zapotřebí rozvíjet v kontextu s výukou dalších vzdělávacích oblastí.

V oboru geografie se uplatňují počítačové technologie pro sběr, analýzu a vizualizaci dat souvisejících s geografickými jevy a problémy. Tyto technologie nabízejí geografii nové metody a přístupy k řešení jejích otázek, zprostředkovávají geografické aktivity vyžadující informatické myšlení. Někteří autoři pracují s pojmem geoinformatické myšlení. Zavedení nových výpočetně orientovaných metod pro sběr dat a analýzu dat v geografii (např. dálkově snímaná data přes satelity, globální polohový systém (GPS) pro metody polohového řízení nebo klasifikace obrazu a rozpoznávání vzorů) pomáhá geografům automatizovat procesy a provádět prostorovou analýzu (Knobelsdorf et al., 2017). Podle L. Krále (2015) jedním z témat, které má smysl do středoškolského vzdělávání zařadit, je učivo o geografických informačních systémech (GIS), které jsou hlavním nositelem geografických a informatických znalostí a umožňují modelování a analýzu geografických informací pomocí prostorových databází a souvisejících algoritmů.

Mnohé příklady může poskytnout obyčejná praxe třeba autoservisy s diagnostikou, objednáváním součástek, elektronickými servisními knížkami atd., lokální firmy, která používá NC stroje a možná už roboty, ...

Ve výuce vzdělávací oblasti Člověk a společnost se můžeme s žáky zaměřit na používání již funkčních informačních systémů (v bankovníctví, dopravě, školství aj.), zkoumat, jejich strukturu,

²³ <https://www.bioinformatics.org/wiki/Bioinformatics>

přemýšlet o tom, jak byly systémy navrženy, jakým způsobem jsou administrovány, jak se v nich aktualizují data, jak se v nich vyhledává apod. Žáci rovněž mohou navrhnout pro nějaký problém vlastní informační systém.

Digitální technologie

Součástí témat informatiky je i téma digitální technologie (Příloha 4). Digitální technologie nejsou jen doménou vědeckého a výzkumného prostředí, vojenských systémů, administrativního řízení společnosti, letectví, moderního filmového umění, ale i prostředí edukačního. Jak už bylo mnohokrát naznačeno, digitální technologie spolu se schopností informaticky myslet mohou sloužit mimo jiné také jako kognitivní nástroj, instrument pro učení, poznávání, objevování souvislostí ve všech oborech lidského poznání a tvůrčí činnosti.

Do tématu je zařazeno i téma umělé inteligence (Příloha 4), které je v poslední době mediálně velice často diskutované. „AI je definována jako věda a inženýrství řešení problémů s technologickými inovacemi, jako je strojové učení a neuronové sítě (Wang, 2019). Představuje integraci vědy, technologie, inženýrství a matematiky (STEM)“. (Yang, 2022) S AI už si nachází uplatnění v různých oborech (v průmyslu, v umění, v biologii, ve zdravotnictví, historických vědách aj.). Hassoun et al. (2021) očekávají, že umělá inteligence způsobí revoluci v biologii v 21. století, podobně jako statistika transformovala biologii ve 20. století.

Ačkoliv velká část populace o principech fungování AI nemá zatím ponětí, tak už „si s ní hraje“ (např. s aplikací ChatGPT²⁴). Yang (2022) a další se zabývají tím, proč a jak by se už malé děti měly s AI seznamovat. Jsou vydávány knížky pro žáky 1. stupně pro seznámení se se základními principy AI píše srozumitelným a poutavým způsobem. Podle Yang (2022) mohou interakce předškolních dětí s hračkami nebo roboty s umělou inteligencí zlepšit jejich kreativitu, emoce, společné bádání a související dovednosti v oblasti digitální gramotnosti. Téma AI by se mohlo v budoucnu ve školním vzdělávání realizovat v rámci STEM.

V poslední době už se objevují aktivity a materiály k AI pro děti. Tak například MIT nabízí v projektu Genai K2 pro děti předškolního věku aktivity zaměřené na AI a robotiku. „Činnosti jsou navrženy tak, aby byly poutavé a propojily technologii s inženýrstvím, uměním, psychologií a dalšími předměty. Děti dostávají příležitost zamyslet se nad vlastním myšlením a přemýšlet, nad očekáváním technologie, která „myslí“.“ (MIT Media Lab, Primary AI. K-2nd Grade Robotics and AI Activities. Cambridge, MA, U.S.). S dalšími náměty k AI přichází také ISTE²⁵.

3.2 Informatické myšlení

Informatické myšlení (dále jen CT z angl. computational thinking) a počítačové technologie prostupují všechny obory a zasahují téměř do většiny činností člověka. Informatické myšlení je považováno za klíčovou dovednost 21. století. (Voogt et al., 2015; Yadav et al., 2016)

²⁴ <https://openai.com/blog/chatgpt/>

²⁵ <https://www.iste.org/areas-of-focus/AI-in-education>

UNESCO, ACM, JRC EC a další zdůrazňují význam CT ve vzdělávání mladé generace, a to nikoliv jako izolovaného edukačního konceptu, ale jako kompetenci pro 21. století rozvíjenou napříč kurikulem. Pozornost vzdělavatelů a odborníků na informatiku celého světa je soustředěna na koncept CT, nicméně nepadá mezi nimi shoda v tom, co tento koncept znamená. Autoři různých publikací se velice často odvolávají článek Jeannette Wing pro ACM z roku 2006²⁶ a její vymezení CT jako „myšlenkové postupy zapojené při takovém formulování problémů a jejich řešení, které umožní tato řešení efektivně provést agentem zpracovávajícím informace“ (Wing, 2010, s.1). Podle Wing (2006) se CT týká každého z nás, měla by to být dovednost všech, nikoliv jen počítačových odborníků.

V revidovaném dokumentu RVP ZV je termín informatické myšlení použit²⁷ bez jakéhokoliv vysvětlení. V dokumentu Strategie 2030+ (viz Fryč et al., 2020) se bez jakéhokoliv bližšího vysvětlení s pojmem CT pracuje²⁸.

Podle Denning & Tedre (2021, s. 365) informatické myšlení jsou mentální dovednosti a postupy pro navrhování výpočtů, které přimějí počítače dělat práci za nás, a pro vysvětlování a interpretaci světa z hlediska informačních procesů. Podobně se vyjádřili k CT účastníci „Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking“, pořádaném v 2010 National Research Council of the National Academies, kteří k informatickému myšlení přistoupili jako k mentálnímu, resp. kognitivnímu nástroji.

Lidé by měli mít možnost vedle využívání počítačových technologií se také seznámit a porozumět principům, na jejichž základě počítačové technologie fungují, aby byli schopni je efektivně a smysluplně využít při řešení problémů v různých oborech, aby se uměli bránit případným hrozbám, resp. jejich zneužití. Mají-li však počítačové technologie „přinést transformační změnu udržitelné společnosti, pak musíme změnit naše myšlení. Počítačové odborníci již mají koncepční sadu nástrojů pro řešení problémů – označovanou jako CT.“ (Easterbrook, 2014, s. 235) A právě k rozvoji CT mohou přispět všechny vzdělávací oblasti kurikula. Při práci nad problémy z různých oborů se žáci mohou naučit přemýšlet o tom, k čemu lze počítače využít, co není možné s jejich pomocí řešit, jak některé procesy zautomatizovat apod.

Rozvoj CT není jen záležitostí informaticky zaměřených vyučovacích předmětů; ve výuce informatiky a informaticky zaměřených oborů bychom se měli zaměřit na to, jaké postupy informatika nabízí, na utváření CT z hlediska a pro potřeby počítačových oborů.

- ukázat, jak lze do vzdělávacího obsahu příslušných vzdělávacích předmětů/oborů/oblastí implementovat rozvoj CT a digitální kompetence žáků.
- zohlednit případné změny či doplnění, pokud tak lze, z **obsahového hlediska** (aktualizace kurikula, kritická místa kurikula, dynamická místa kurikula) v důsledku začlenění CT a digitální kompetence do příslušného vzdělávacího předmětu/oblasti.

²⁶ „Thinking like a computer scientist means more than being able to program a computer. It requires thinking at multiple levels of abstraction.“ (Wing, 2006, s. 33)

²⁷ Na s. 38 ve větě „Vzdělávací oblast Informatika se zaměřuje především na rozvoj informatického myšlení a na porozumění základním principům digitálních technologií.“ (RVP ZV)

²⁸ Na s. 32 je zmínka o tom, že „proměna obsahu vzdělávání zaměřená na digitální gramotnost a informatické myšlení, respektive vůbec využívání digitálních technologií a zdrojů nesmí být omezena jen na výuku informatiky nebo jí blízké oblasti, ale stane se integrální součástí celé výuky.“ Dále pak na s. 36 je uvedeno, že „u všech oborů bude při revizích RVP zapracován rozvoj digitální gramotnosti a informatického myšlení žáků.“ (Fryč et al., 2020)

Jak příslušný obor, vědní disciplína aplikuje digitalizaci a informatiku pro získávání nových poznatků a obecně pro práci v daném oboru. V mnoha případech může jít o jistou „demytizaci“ zdánlivě nedostupné vědy tím, že si lze na některé konkrétní ilustrace sáhnout. Velmi cenné může být praktické poznávání možností a mezí počítačových technologií, ve školním prostředí například jak dobře napíše program pro rozpoznávání hlasu diktát (Sveřepé šakaly napíše Google dobře...), jak aplikace spočítá domácí úkol z matematiky (na úloze: Jeden kopáč vykope příkop za týden, za jak dlouho tentýž příkop vykope 5 kopáčů? Google Lens krutě selhává, zatímco ChatGPT poradí²⁹: „Jeden kopáč vykope příkop za týden, takže jeho týdenní výkon je roven jednomu příkopu. Pokud bude pracovat skupina 5 kopáčů, pak budou moci vykope příkop rychleji než jeden kopáč. Celkový výkon skupiny bude 5 příkopů týdně (jeden příkop za týden na každého kopáče). Takže pět kopáčů vykope tentýž příkop za 1/5 týdne, což odpovídá 0,2 týdne nebo přibližně 1,4 dne...), jak dobře opravdu funguje překladač z jazyka do jazyka. Současně se na úloze s kopáči dá ilustrovat potřeba *formalizace* problému, tzn. převedení do dostatečně přesného zadání, do čísel a modelů, s nimiž mohou pracovat lidi i počítače, je-li to třeba – tedy směřovat k informatickému myšlení.

Lze očekávat, že do výuky informatiky na střední škole budou vedle pojmů algoritmus, úloha, rekurze postupně pronikat pojmy jako strojové učení, specifikace úkolu, formální správnost řešení, pipeling³⁰, optimalizace (National Research Council, 2010).

Na podporu integrace informatiky a digitálních technologií do škol vznikla řada iniciativ jako např. Computer Science for All³¹, CanCode³², ³³ a Computing at School³⁴, které jsou motivovány přesvědčením, že informatické myšlení bude nezbytnou součástí veškeré budoucí práce, a proto je nezbytné, aby školy významně přispívaly k rozvíjení informatického myšlení všech žáků a studentů.

Lze ve školním vzdělávání rozvíjet informatické myšlení ve výuce různých vzdělávacích oborů?

3.2.1 Rozvíjení informatického myšlení napříč kurikulem

O potřebě využívat a propojovat ve vzdělávání počítačové obory se společenskovědními se hovoří v 80. letech 20. století. (Ehman et al., 1987) „V rámci samotných počítačových oborů se výzkum výrazně rozšířil nad rámec analýzy a tvorby algoritmů a návrhu a implementace hardwarových a softwarových architektur a v současné době se už uplatňují při řešení sociálních, psychologických a kulturních problémů.“ (Connelly, 2020) Humanitní a společenské vědy modernizují své výzkumné metody založené na principech a metodách informatiky včetně AI a nástrojů počítačových oborů (ke sběru dat a jejich vyhodnocení, modelování, virtuální reality...) s cílem lépe porozumět a vysvětlit sociální svět (v ekonomii, psychologii aj.), modelovat procesy probíhající ve společnosti a živé a neživé přírodě apod.

Jak už bylo řečeno, v souvislosti s CT nepůjde jen o zařazení několika témat do jednotlivých vzdělávacích oblastí, ale také o metodické přístupy k formování myšlení žáků a dovednosti, jak využívat

²⁹ Ukázka od doc. Jiřího Dolejšího (MFF UK)

³⁰ <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pipelining>

³¹ <https://www.csforall.org/>

³² <https://cancode.org/>

³³ <https://ised-isde.canada.ca/site/cancode/en>

³⁴ <https://www.computingatschool.org.uk/>

digitální technologie při řešení problémů. Digitální „technologie mohou být mimo jiné použity k tomu, aby pomohly zvládnout složitost při porozumění komplikovaným problémům. Člověk s informatickým myšlením si uvědomuje, že počítačové modelování může pomoci řešit složité problémy napříč různými obory, jako je změna klimatu, hospodářská politika a rozhodování ve vzdělávání.“ (National Research Council, 2020, s. 10)

CT lze rozvíjet na všech stupních školního vzdělávání napříč kurikulem a v mezipředmětových souvislostech například při využívání současných počítačových technologií od běžně dostupných, např. v podobě aplikací na mobilních zařízeních až po pokročilé technologie používané ve vědeckém výzkumu: podle hlasu dovede aplikace poznat ptáka, podle gravitačních vln detekují astrofyzici srážku černých děr.... Přínosem může být osvojování nových zajímavých vědeckých poznatků z různých vědních oborů, při nichž klíčovou roli sehrály počítačové technologie, zpracování velkého množství dat, pokročilé zpracování obrazu (například v archeologii zpracování leteckých snímků). Do školních hodin pak patří objevování a zkoumání jevů z reálného světa, při nichž žáci používají počítačové nebo mobilní aplikace (například s využitím senzorů chytrých telefonů).

Rozvíjet informatické myšlení ve výuce společenských věd lze **sběrem dat / analýzou dat / reprezentací dat**. Inspirací může být ukázka převzatá z Yadav et al. (2016). „Učitel společenských věd využije data z nejpoužívanějších slov z prezidentských inauguračních projevů z let 1789 až 2009 (s použitím zdroje <http://nyti.ms/1XLe26x>) a zadá studentům, aby analyzovali rozdíly mezi projevy napříč érou nebo mezi demokraty a republikánskými prezidenty.“ Yadav et al. (2016, s. 566)

Výuka přírodovědných předmětů nabízí velké možnosti pro rozvíjení informatického myšlení. Jako příklad můžeme zmínit aktivitu, popisovanou Yadav et al. (2016, s. 566), v níž dostali studenti za úkol prozkoumat veřejně dostupné soubory dat o emisích skleníkových plynů s použitím Google Public Data Explorer (<http://www.google.com/publicdata>), porovnávat míru emisí napříč státy a dát je do souvislostí s ekonomickými sektory (zemědělství, energie, průmyslové procesy a odpady).

Irgens et al. (2020), Kafai et al. (2017) nebo Strawhacker et al. (2021) se zabývali otázkou, jak navrhnout ve výuce biologie podporovat rozvoj informatického myšlení středoškolských studentů. Zjistili, že zapojení studentů do biologických problémů a výzkumu v reálném světě poskytuje praktické příležitosti pro využití a rozvoj CT. Můžeme zmínit zkušenost Strawhacker et al. (2021), kteří využili pandemii covid-19, aby motivovali studenty ve věku 10–18 let a zapojili je do počítačového průzkumu fiktivní epidemie s využitím aplikace Whyville³⁵. „Výzkumníci vytvořili „SPIKEY-20“, virus podobný covid, a vypustili jej do virtuálního světa v době, kdy se skutečný svět aktuálně potýkal s podobnými problémy. Studenti si mohli zakoupit osobní ochranný oděv, nechat se otestovat na infekci a prozkoumat epidemiologické koncepty prostřednictvím her a dalších simulací. Vyhledávali a vyměřovali si data, aby mohli provést informovaná rozhodnutí, jak se pandemie vyvíjela. Studenti tak byli uvedeni do simulovaného chování k provádění skutečné vědy s více zdroji dat.“ (Peters-Burton et al., 2022, s. 5)

Dalším příkladem může být projekt „biomaker wetlab“, mokré laboratoře pro aktivity syntetické biologie ve výuce biologie na střední škole, inspirovaný výukou informatiky. „V syntetické biologii si účastníci vytvářejí svou vlastní DNA – gen po genu – a poté své návrhy rozšiřují do skutečných aplikací tím, že je vkládají do mikroorganismů, aby se vyvinuly různé vlastnosti a vlastnosti poskytované geny. Středoškolští studenti pracovali s biomakerlab na „pěstování“ návrhů loga pomocí mikroorganismů, se

³⁵ Whyville vznikla už 1999 a může sloužit jako virtuální svět pro experimentování.

kterými manipulovali, aby vytvořili různě barevné pigmenty.“ (Kafai et al., 2017, s. 503). Studenti se v tomto projektu učili informatickým konceptům na základě navrhování softwarových řešení v reálném světě pro „pěstování“ návrhu loga.

Rozvoj jednotlivých složek CT ve vzdělávacích oblastech

Různí autoři vymezují různé dílčí složky (komponenty) informatického myšlení, resp. vymezují různé taxonomie CT. J. Wing (2006) hovoří o třech klíčových konstruktech informatického myšlení: *Algoritmy*, *Abstrakce* a *Automatizace*. CSTA a ISTE zařazují do CT devět složek: *sběr dat*, *analýza dat*, *reprezentace dat*, *dekompozice problémů*, *abstrakce*, *algoritmy a postupy*, *automatizace*, *paralelizace* a *simulace* (Barr & Stephenson, 2011).

Pro vzdělávací účely se velice často používá struktura složek navržená pro kategorie úloh mezinárodní informatické soutěže Bebras³⁶ (u nás známá jako Bobřík informatiky): *abstrakce*, *logika*, *analýza dat*, *reprezentace dat*, *algoritmus*, *rozklad problému na dílčí problémy* (dekompozice), *simulace*, *automatizace*, *paralelismus*, *zobecnění* (generalizace).

Můžeme se setkat také se strukturou CT se čtyřmi komponentami (např. CSTA & ISTE, 2011): *abstrakce*, *algoritmizace*, *dekompozice* a *rozpoznávání vzorů*.

Abstrakce jako složka CT

Napříč předměty v kurikulu školního vzdělávání se lze zaměřit na rozvoj **abstrakce** jako složky CT. „Abstrakce zahrnuje schopnost zobecnit a přenést řešení z jednoho problému na jiné podobné problémy. Abstrakce také zahrnuje vývoj a reprezentaci modelů skutečného světa (jako je použití fyzického modelu, který představuje naši sluneční soustavu, nebo simulace, která ukazuje, jak populace reagují na situace, jako je vypuknutí nemoci).“ (Yadav et al., 2016, s.567).

Automatizace jako složka CT

Jednou z klíčových složek CT je automatizace. Podle Peter Lee (National Research Council, 2010, s. 11) „informatické myšlení je v podstatě o rozšiřování lidských mentálních schopností prostřednictvím abstraktních nástrojů, které pomáhají zvládat složitost a umožňují automatizaci úkolů“.

Modelování a simulace je příležitostí pro rozvíjení automatizace jako složky CT. K takovým činnostem už je zapotřebí počítač. V zahraničí se k těmto účelům ve vzdělávání využívá NetLogo³⁷. K využití této aplikace existuje množství literatury a ukázek modelů a simulací v různých oborech, nejen v přírodních, ale též společenských vědách. Díky aplikacím tohoto typu můžeme studovat jevy jako dominový efekt, vývoj společenství hmyzu, rozvoj lokalit s imigranty, vývoj klimatu apod.

Rozklad problému na dílčí problémy jako složka CT³⁸

Důležitou součástí CT, jak ukazují Yadav et al. (2016, s. 565–566), „je schopnost rozčlenit složité problémy na známější/ zvládnutelné dílčí problémy (*dekompozice problému*), použití posloupnosti kroků (*algoritmů*) k řešení problémů, přezkoumání toho, jak se řešení přenesou na podobné problémy

³⁶ <https://www.bebas.org/>

³⁷ <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

³⁸ <https://www.learning.com/blog/why-is-decomposition-required-in-computational-thinking/>

(*abstrakce*), a nakonec určení, pokud nám počítač může pomoci efektivněji řešit tyto problémy (*automatizace*). Tyto složky CT jsou sice základem informatiky, ale jejich síla a užitečnost dalece přesahují jakoukoli jednotlivou disciplínu a uplatní se i v ostatních předmětech školního kurikula.“

3.3 Digitální kompetence (Digital Competence DigComp)

Do revidovaného dokumentu RVP ZV, resp. dokumentu RVP G byla v roce 2021 zařazena a vymezena další klíčová kompetence, v pořadí sedmá digitální kompetence, jejíž charakteristika hrubě koresponduje s pojetím konceptu DigComp (viz Tabulka 1, resp. Tabulka 2). DigComp byl zaveden výzkumným týmem při JRC EC pod vedením Riiny Vuorikari³⁹ jako evropský rámec vymezující 5 oblastí digitální kompetence (1. informační a datová gramotnost; 2. komunikace a spolupráce; 3. tvorba digitálního obsahu; 4. řešení problémů; 5. bezpečnost) následně rozpracovaných do 21 složek. DigComp se stal východiskem pro projekt OP VVV „Podpora rozvoje digitální gramotnosti“, jehož jedním z cílů bylo připravit ukázkové materiály pro školy pro rozvíjení digitální gramotnosti⁴⁰ žáků ve všech předmětech kurikula.

Tabulka 1 Oblasti DigComp a klíčová digitální kompetence vymezená v RVP ZV

Klíčová digitální kompetence v RVP ZV (2021) Žák:	DigComp
ovládá běžně používaná digitální zařízení, aplikace a služby; využívá je při učení i při zapojení do života školy a do společnosti; samostatně rozhoduje, které technologie pro jakou činnost či řešený problém použít	používání technologií k řešení problémů
získává, vyhledává, kriticky posuzuje, spravuje a sdílí data, informace a digitální obsah, k tomu volí postupy, způsoby a prostředky, které odpovídají konkrétní situaci a účelu	informační a datová gramotnost
vytváří a upravuje digitální obsah, kombinuje různé formáty, vyjadřuje se za pomoci digitálních prostředků	tvorba digitálního obsahu
využívá digitální technologie, aby si usnadnil práci, zautomatizoval rutinní činnosti, zefektivnil či zjednodušil své pracovní postupy a zkvalitnil výsledky své práce	
chápe význam digitálních technologií pro lidskou společnost, seznamuje se s novými technologiemi, kriticky hodnotí jejich přínosy a reflektuje rizika jejich využívání	bezpečnost
předchází situacím ohrožujícím bezpečnost zařízení i dat, situacím s negativním dopadem na jeho tělesné a duševní zdraví i zdraví ostatních; při spolupráci, komunikaci a sdílení informací v digitálním prostředí, jedná eticky	bezpečnost

³⁹ Vuorikari et al. (2022)

⁴⁰ Na rozdíl od klíčových kompetencí „gramotností se rozumí schopnost aplikovat znalosti v reálných životních situacích a při řešení prakticky orientovaných úloh. Lze přitom odlišit základní gramotnosti (čtenářskou včetně její pisatelské složky a matematickou) a oborové gramotnosti, které jsou více vázány na vzdělávací oblasti, obory či předměty. Základní gramotnosti jsou předpokladem rozvoje oborových gramotností. Úroveň gramotností je zpravidla kvantitativně měřitelná.“ (Baierlová et al., 2022, s. 24)

Tabulka 2 Oblasti DigComp a klíčová digitální kompetence vymezená v RVP G

Klíčová digitální kompetence v RVP G (2021) Žák:	DigComp
ovládá <i>potřebnou</i> sadu digitálních zařízení, aplikací a služeb, využívá je při <i>školní práci i při zapojení do veřejného života; digitální technologie a způsob jejich použití nastavuje a mění podle toho, jak se vyvíjejí dostupné možnosti a jak se mění jeho vlastní potřeby</i>	používání technologií k řešení problémů
získává, <i>posuzuje</i> , spravuje, sdílí a sděluje data, informace a digitální obsah <i>v různých formátech</i> ; k tomu volí <i>efektivní</i> postupy, strategie a způsoby, které odpovídají konkrétní situaci a účelu;	informační a datová gramotnost
vytváří, <i>vylepšuje a propojuje</i> digitální obsah v různých formátech; vyjadřuje se za pomoci digitálních prostředků;	tvorba digitálního obsahu
<i>navrhuje prostřednictvím digitálních technologií taková řešení, která mu pomohou vylepšit postupy či technologie; dokáže poradit s technickými problémy;</i>	
<i>vyrovnává se s proměnlivostí digitálních technologií a posuzuje, jak vývoj technologií ovlivňuje různé aspekty života jedince a společnosti a životní prostředí, zvažuje</i> rizika a přínosy;	bezpečnost
předchází situacím ohrožujícím bezpečnost zařízení i dat, situacím <i>ohrožujícím</i> jeho tělesné a duševní zdraví; při spolupráci, komunikaci a sdílení informací v digitálním prostředí jedná eticky, <i>s ohleduplností a respektem k druhým</i> .	bezpečnost

Lze využívat digitální kompetence a dále je rozvíjet ve výuce různých vzdělávacích oblastí?

3.3.1 Digitální kompetence (Digital Competence DigComp) napříč kurikulem

Jak už bylo řečeno, vědní obory a další významné oblasti lidské činnosti včetně umění už s digitálními technologiemi z různých důvodů pracují. Staly se součástí vědeckých metod poznávání, nástrojem pro uměleckou tvorbu a významně se podílejí na organizaci a řízení života ve společnosti. Proto je zapotřebí ukazovat žákům konkrétní příklady toho, jak se uplatňují digitální technologie v různých oblastech lidské činnosti a zařazovat aktivity, v nichž žáci budou řešit problémy s využitím HW a SW napříč kurikulem. Tyto příklady mohou posloužit k rozvíjení digitální kompetence žáků na základě osvojování vzdělávacího obsahu z různých oborů a současně k uvědomění se toho, že se DT postupně stávají mentálním nástrojem pro poznávání. Na těchto příkladech v kontextu jiných (vědních a uměnovědných oborů) mohou žáci objevovat, na jakých principech informatiky fungují počítačové aplikace a vědecké metody používané v oborech k získávání nových poznatků a objevování dalších souvislostí.

„Žádný obor nelze zvládnout jinak než ovládnutím všech jeho důležitých nástrojů – instrumentů, tj. nabytím zkušenosti s nimi.“ (Janík et al., 2020, s.28) „Žáci tedy získávají instrumentální zkušenost tak, že se postupně učí ovládat oborové instrumenty (symbolické i věcné nástroje oboru nebo celé kulturní oblasti), jejich prostřednictvím zvládat instrumentální praxi oboru (např. umět početní operace, zvládat tvůrčí oborové postupy) a tak porozumět vzdělávacímu obsahu, resp. učivu. Důležité je, že nejde jen o znalost ve smyslu něčemu porozumět (tzv. deklarativní znalost), ale i o znalosti postupů, jak s příslušnými instrumenty zacházet (tzv. procedurální znalost).“ (Bílek et al., 2022, s.21)

4 Seznam použitých zkratk

AI – artificial intelligence (česky umělá inteligence)

ACM – Association of Computer Machinery

KA – konečný automat

MK – Metodický kabinet

CSTA – Computer Science Teachers Association (<https://www.csteachers.org/>)

CT – Computational Thinking (česky informatické myšlení)

DigComp – digitální kompetence (https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en)

DT – digitální technologie

EC – European Commission (Evropská komise)

ICILS – International Computer and Information Literacy Study

ISTE – International Society for Technology in Education

JRC EC – Joint Research Centre (Společné výzkumné středisko Evropské komise, https://ec.europa.eu/info/departments/joint-research-centre_cs)

NSF – National Science Foundation (<https://www.nsf.gov/>)

OP VVV – Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

UNESCO – the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organizace spojených národů pro výchovu, vědu a kulturu. Usiluje o budování míru prostřednictvím mezinárodní spolupráce ve vzdělávání, vědě a kultuře.)

5 Literatura:

- Baierlová, Š. et al. (2022) Hlavní směry revize rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání. Č.j. MŠMT-21618/2022-3
- Barr, V., Stephenson, C. (2011) Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Bělohávek, R. (2016) Informatika jako obor. *Matematika – fyzika – informatika*, 25,2016, s. 299-315.
- Bertram, C., Weiss, Z., Zachrich, L., Ziai, R. (2021) Artificial intelligence in history education. Linguistic content and complexity analyses of student writings in the CAHisT project (Computational assessment of historical thinking), *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2021, 100038, ISSN 2666-920X, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100038>.
- Bílek, M., Mentlík, P., Ševčíková, J., Šmahaj, V. (2022) Model systému profesní podpory pro kabinet Přírodovědné vzdělávání. NPI ČR, 2022. WBS kód: 4.3.4.5
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagienė, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M.A., Jasutė, E., Malagoli, C., Masiulionytė-Dagienė, V. and Stupurienė, G. (2022) Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education, Inamorato Dos Santos, A., Cachia, R., Giannoutsou, N. and Punie, Y. editor(s), Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-47208-7, doi:10.2760/126955, JRC128347.
- Connelly, R. (2020) Why Computing Belongs within the Social Sciences. *Communications of the ACM*, August 2020, Vol. 63, No. 8, pp. 54–59.
- CSTA & ISTE (2011) Operational Definition of Computational Thinking for K-12 Education. <http://www.iste.org/docs/pdfs/Operational-Definition-of-Computational-Thinking.pdf>
- Cvrčková, F. (2005) Úvod do praktické bioinformatiky. Autorská verze rukopisu, který byl r. 2006 publikován nakladatelstvím Academia knižně. Dostupné na internetu http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/bioinfo/data/kniha_postprint.pdf
- Denning, P.J., Tedre, M. (2021) Computational Thinking: A Disciplinary Perspective. In *Informatics in Education*, 2021, Vol. 20, No. 1, 361–390. Vilnius University, 2021.
- Drkula, P. (2009) Algoritmická kompozice v krajině hudební výchovy. NPI. Metodický portál RVP.CZ. Dostupné na <https://clanky.rvp.cz/clanek/k/kreativita/3215/ALGORITMICKA-KOMPOZICE-V-KRAJINE-HUDEBNI-VYCHOVY.html>
- Easterbrook, S. (2014) From Computational Thinking to Systems Thinking: A Conceptual Toolkit for Sustainability Computing. In: *Proceedings of the 2014 Conference ICT for Sustainability*. Paris: Atlantis Press, 2014, pp. 235–244.
- Ehman, L.H., Glenn, A.D. (1987) *Computer-Based Education in the Social Studies*. ERIC Clearinghouse for Social Studies/Social Science Education, Bloomington, Indiana University Press. ISBN-0-941339-03-3
- EU Science Hub. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en
- Exploring Computational Thinking. <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>

- Forsythe, G.E. (1965) Stanford University's Program. In Computer Science, Technical Report CS26, Computer Science Department, Stanford University, 25 June 1965.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., Duckworth, D. (2020) Preparing for Life in a Digital World. IEA International Computer and Information Literacy Study 2018 International Report. IEA, 2020.
- Fryč, J., Matušková, Z., Katzová, P., Kovář, K., Beran, J. (2020) Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+. MŠMT, Praha, 2020.
https://www.msmt.cz/uploads/Brozura_S2030_online_CZ.pdf
- Harteis, C., Goller, M., Caruso, C. (2020) Conceptual Change in the Face of Digitalization: Challenges for Workplaces and Workplace Learning. *Frontiers in Education*, January 2020. Volume 5, Article 1, pp. 1-10. doi: 10.3389/educ.2020.00001
- Hassoun, S., Jefferson, F., Shi, X., Stucky, B., Wang, J., Rosa, E. Jr. (2021) Artificial Intelligence for Biology, *Integrative and Comparative Biology*, Volume 61, Issue 6, December 2021, Pages 2267–2275, <https://doi.org/10.1093/icb/icab188>
- Hong, N.Y. (2019) Development of creative integrated art education program using coding. Master's thesis. Seoul Graduate School of Education, Seoul, South Korea. in: Shim, H., Lee, H. The effect of design education using virtual reality-based coding on student competence and educational satisfaction. *Educ Inf Technol* **27**, 4577–4597 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10730-w>.
- Christian, B., Griffiths, T. (2017) *Algoritmy pro život*. Jan Melvil Publishing, 2017.
- Irgens, G. A., Dabholkar, S., Bain, P., Woods, P., Hall, K., Swanson, H., Horn, M., Wilensky, U. (2020) Modeling and measuring high school students' computational thinking practices in science. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 136–160. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09811-1>
- Janík, T., Černochová, M., Slavík, J. et al. (2020) Model systému profesní podpory pro kabinet Informatika a ICT. NPI, SYPO, 2020.
- Kafai, Y., Telhan, O., Hogan, K., Lui, D., Anderson, E., Walker, J. T., Hanna, S. (2017) Growing designs with biomakerlab in high school classrooms [Conference session]. *Interaction Design and Children Conference*, June 27–30, 2017, Stanford, CA. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3078072.3084316>
- Kluzer S., Pujol Priego L. (2018) DigComp into Action - Get inspired, make it happen. S. Carretero, Y. Punie, R. Vuorikari, M. Cabrera, and O'Keefe, W. (Eds.). JRC Science for Policy Report, EUR 29115 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018. ISBN 978-92-79-79901-3, doi:10.2760/112945.
- Kostka, M. (2008) *Naše opičí příbuzenstvo*. Metodický materiál. Projekt ESF Cesty. MMF UK.
- Knobelsdorf, M., Otto, J., Sprenger, S. (2017) A Computing Education Approach for Geography Students in Context of GIS. 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). 2017, Conference Paper, Publisher: IEEE.
- Knuth, D.E. (1972) Ancient Babylonian Algorithms. *Communication of the ACM*, July 1972, Vol. 15, Num. 7, pp. 671-677.

Knuth, D.E. (1974) Computer Programming as an Art. Communication of the ACM, December 1974, Vol. 17, Num. 12, pp. 667-673.

Král, L. (2015) Geoinformatika ve středoškolském kurikulu. Disertační práce. PŘF UK.

Kuberská, M., Masopust, P., Kolářová, L., Desenský, P., Slavík, J., Mentlík, P. (2020) Dynamická místa kurikula jako most mezi formálním a neformálním vzděláváním. *Pedagogika*, roč. 70, č. 3, 2020, s. 293–313. DOI: 10.14712/23362189.2020.1672

MŠMT (2021) Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. MŠMT, leden 2021. <https://revize.edu.cz/files/rvp-zv-2021-s-vyznaceny-mi-zmenami.pdf>

MŠMT (2021) Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. MŠMT, Praha, září 2021.

National Research Council. 2010. *Report of a Workshop on the Scope and Nature of Computational Thinking*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12840>.

OP VVV Podpora rozvoje digitální gramotnosti. <https://digigram.cz/>

OP VVV Podpora rozvíjení informatické myšlení. <https://imysleni.cz>

Pelánek, R. (2011) Modelování a simulace komplexních systémů. Masarykova univerzity: MUNI Press, 2011.

Peters-Burton, E., Rich, P.J., Kitsantas, A., Stehle, S.M., Laclede, L. (2022) High school biology teachers' integration of computational thinking into data practices to support student investigations. *JRST Wiley*. 2022, pp.1–32. <https://doi.org/10.1002/tea.21834>

Sentance, S. Barendsen, E., Schulte, C. (2018) Computer Science Education. Perspectives on teaching and learning in school. Bloomsbury, 2018.

Shim, H., Lee, H. (2022) The effect of design education using virtual reality-based coding on student competence and educational satisfaction. *Educ Inf Technol* **27**, 4577–4597 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10730-w>

TAČR, Úřad vlády ČR: MEGATRENDY A VELKÉ SPOLEČENSKÉ VÝZVY. <https://www.tacr.cz/future-pro-megatrendy-a-velke-spolecenske-vyzvy/>

Tabakova-Komsalova, V., Glushkova, T., Stoyanov, S., Krasteva, I. (2021) Artificial Intelligence Training – Approaches, Results, Analyses and Conclusions. 10.34916/el.2021.13.15.

Strawhacker, A. L., Kafai, Y. B., Giang, M., Fields, D., Tofel-Grehl, C. (2021) Designing the virtual SPIKEY-20 epidemic [conference session]. In Proceedings of the Interaction Design and Children Conference, June 24–20, 2021, Athens, Greece. <https://doi.org/10.1145/3459990.3465208>

Voogt, J., Fisser, P., Good, J. et al. (2015) Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Educational Information Technology* **20**, 715–728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>

Vuorikari, R., Kluzer, S. and Punie, Y. (2022) DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-48883-5, doi:10.2760/490274, JRC128415.

- Yadav, A., Hong, H., Stephenson, C. (2016) Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms. *TechTrends* 60, 565–568 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>
- Yang, W. (2022) Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, Volume 3, 2022, 100061, ISSN 2666-920X, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>.
- Vais, V. (2017) Teoretická informatika. 1. část. Konečné automaty a regulární jazyky.
- Wahono, B., Lin, PL., Chang, CY. (2020) Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *IJ STEM Ed* 7, 36 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00236-1>
- Wang, P. (2019) On defining artificial intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 10(2), pp. 1-37. DOI: 10.2478/jagi-2019-0002
- Wing, J. M. (2006) Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2010) Computational Thinking: What and Why? [online]. 2010 [cit. 2022-06-01] <https://www.cs.cmu.edu/~CompThink/papers/TheLinkWing.pdf>

Příloha 1

Učivo informatiky v tématu Data, Informace, modelování

1. stupeň ZŠ

data, informace	sběr (pozorování, jednoduchý dotazník, průzkum) a záznam dat s využitím textu, čísla, barvy, tvaru, obrazu a zvuku; hodnocení získaných dat, vyvozování závěrů
kódování a přenos dat	využití značek, piktogramů, symbolů a kódů pro záznam, sdílení, přenos a ochranu informace
modelování	model jako zjednodušené znázornění skutečnosti; využití obrazových modelů (myšlenkové a pojmové mapy, schémata, tabulky, diagramy) ke zkoumání, porovnávání a vysvětlování jevů kolem žáka

2. stupeň ZŠ

data, informace	získávání, vyhledávání a ukládání dat obecně a v počítači; proces komunikace, kompletnost dat, časté chyby při interpretaci dat
kódování a přenos dat:	různé možnosti kódování čísel, znaků, barev, obrázků, zvuků a jejich vlastnosti; standardizované kódy; bit; bajt, násobné jednotky; jednoduché šifry a jejich limity
modelování	schéma, myšlenková mapa, vývojový diagram, ohodnocený a orientovaný graf; základní grafové úlohy

Gymnázium

data, informace	získávání, vyhledávání a ukládání dat obecně a v počítači; data a jejich význam, pojem informace
kódování a přenos dat	kódování dat v počítačích obecně, binární soustava, bity a bajty; kódování čísel, vliv množství informace (počtu bitů) na možný rozsah a dostupnou přesnost; kódování textů; kódování obrazu, zvuku, videa, principy bezeztrátové a ztrátové komprese; přenos dat, kódování a dekódování zprávy, komunikační kanál, kontrolní součty
modelování	model jako zjednodušení reality, schéma, diagram, pojmová a myšlenková mapa; graf, vrcholy, hrany, orientovaný graf, ohodnocený graf, kritická cesta
interpretace dat	kvalita informačního zdroje; chyby a manipulace v interpretacích dat; kritické myšlení a kognitivní zkreslení

Příloha 2

Učivo informatiky v tématu Algoritmizace a programování

1. stupeň ZŠ

řešení problému krokováním	postup, jeho jednotlivé kroky, vstupy, výstupy a různé formy zápisu pomocí obrázků, značek, symbolů či textu; příklady situací využívajících opakovaně použitelné postupy; přečtení, porozumění a úprava kroků v postupu, algoritmu; sestavení funkčního postupu řešícího konkrétní jednoduchou situaci
programování	experimentování a objevování v blokově orientovaném programovacím prostředí; události, sekvence, opakování, podprogramy; sestavení programu
kontrola řešení	porovnání postupu s jiným a diskuze o nich; ověřování funkčnosti programu a jeho částí opakovaným spuštěním; nalezení chyby a oprava kódu; nahrazení opakujícího se vzoru cyklem

2. stupeň ZŠ

algoritmizace	dekompozice úlohy, problému; tvorba, zápis a přizpůsobení algoritmu
programování	nástroje programovacího prostředí, blokově orientovaný programovací jazyk, cykly, větvení, proměnné
kontrola	ověření algoritmu, programu (například změnou vstupů, kontrolou výstupů, opakovaným spuštěním); nalezení chyby (například krokováním); úprava algoritmu a programu
tvorba digitálního obsahu	tvorba programů (například příběhy, hry, simulace, roboti); potřeby uživatelů, uživatelské rozhraní programu; autorství a licence programu; etika programátora

Gymnázium

algoritmizace	zadání úlohy, vstup, výstup, podmínky řešení; rozdělení problému na části, identifikace návazností dat, opakujících se vzorů a míst pro rozhodování; pojem algoritmus, vlastnosti algoritmu, přirozené a formální jazyky, různé zápisy algoritmů
programovací koncepty	programovací jazyk; proměnné, datové typy a jejich vlastnosti, vstup a výstup dat; podprogramy s parametry a s návratovými hodnotami; větvení programu se složenými podmínkami, cykly, seznamy
testování, optimalizace	syntaktické, běhové a logické (funkční) chyby, krokování a ladění programu; vliv vstupních dat na spotřebované výpočetní zdroje
vývoj programu	volba nástroje podle zadání úlohy; návrh přehledného uživatelského rozhraní programu; nápověda a dokumentace k programu; autorství a licence programu; etika programátora

Příloha 3

Učivo informatiky v tématu Informační systémy

1. stupeň ZŠ

systémy	skupiny objektů a vztahy mezi nimi, vzájemné působení; příklady systémů z přírody, školy a blízkého okolí žáka; části systému a vztahy mezi nimi
práce se strukturovanými daty	shodné a odlišné vlastnosti objektů; řazení prvků do řad, číslovaný a nečíslovaný seznam, víceúrovňový seznam; tabulka a její struktura; záznam, doplnění a úprava záznamu

2. stupeň ZŠ

informační systémy	informační systém ve škole; uživatelé, činnosti, práva, struktura dat; ochrana dat a uživatelů, účel informačních systémů a jejich role ve společnosti
návrh a tvorba evidence dat	formulace požadavků; struktura tabulky, typy dat; práce se záznamy, pravidla a omezení; kontrola správnosti a použitelnosti struktury, nastavených pravidel; úprava požadavků, tabulky či pravidel
hromadné zpracování dat	velké soubory dat; funkce a vzorce, práce s řetězcí; řazení, filtrování, vizualizace dat; odhad závislostí

Gymnázium

informační systémy	informační systém – data, jejich struktura a vazby, definované procesy, role uživatelů, technické řešení informačních systémů; veřejné informační systémy
hromadné zpracování dat	tabulka, její struktura – data, hlavička a legenda; řazení a filtrování dat, rozpoznávání vzorů a trendů v datech, vizualizace dat; velká data – zdroje, metody zpracování, využití
vývoj informačního systému	postup tvorby informačního systému; návrh uživatelského rozhraní, datového modelu a procesů; návrh databázové tabulky, atributy polí, primární klíč; návrh struktury a propojení více tabulek – cizí klíč, relace

Příloha 4

Učivo informatiky v tématu Digitální technologie

1. stupeň ZŠ

hardware a software	digitální zařízení a jejich účel; prvky v uživatelském rozhraní; spouštění, přepínání a ovládání aplikací; uložení dat, otevírání souborů
počítačové sítě	propojení technologií, (bez)drátové připojení; internet, práce ve sdíleném prostředí, sdílení dat
bezpečnost	pravidla bezpečné práce s digitálním zařízením; uživatelské účty, hesla

2. stupeň ZŠ

hardware a software	pojmy hardware a software, součásti počítače a principy jejich společného fungování; operační systémy – funkce, typy, typické využití; datové a programové soubory a jejich asociace v operačním systému, komprese a formáty souborů, správa souborů, instalace aplikací; fungování nových technologií kolem žáka
počítačové sítě	typy, služby a význam počítačových sítí, fungování sítě – klient, server, switch, IP adresa; struktura a principy internetu; web – fungování webu, webová stránka, webový server, prohlížeč, odkaz, URL, vyhledávač; princip cloudových aplikací; metody zabezpečení přístupu k datům, role a přístupová práva
řešení technických problémů	postup při řešení problému s digitálním zařízením – nepropojení, program bez odezvy, špatné nastavení
bezpečnost	útoky – cíle a metody útočníků, nebezpečné aplikace a systémy; zabezpečení digitálních zařízení a dat – aktualizace, antivir, firewall, bezpečná práce s hesly a správce hesel, dvoufaktorová autentizace, šifrování dat a komunikace, zálohování a archivace dat
digitální identita	digitální stopa (obsah a metadata) – sledování polohy zařízení, záznamy o přihlašování a pohybu po internetu, cookies, sledování komunikace, informace v souboru; sdílení a trvalost (nesmazatelnost) dat, fungování a algoritmy sociálních sítí

Gymnázium

hardware a software	technické schéma současného počítače, sledované parametry základních dílů a jejich vliv na jeho rychlost, kapacitu, možné využití a na ergonomii práce s počítačem, typy počítačů; fungování operačního systému, současné operační systémy a jejich využití; zlomové události vývoje hardwaru a softwaru, nové počítačové technologie, jejich využití a vliv na společnost
umělá inteligence	princip strojového učení; aplikace umělé inteligence; limity, přínosy a rizika umělé inteligence

počítačové sítě	lokální počítačové sítě a internet – paketový přenos dat, firewall; zabezpečený přenos dat; principy fungování webu a cloudových služeb; typy, vlastnosti bezdrátových sítí, internet věcí
bezpečnost počítačových zařízení a dat	způsoby útoků na počítačová zařízení; cíle a sociotechnické metody útočníků; zabezpečení zařízení a dat – aktualizace softwaru, antivir, bezpečná práce s hesly, vícefaktorová autentizace a biometrika; metody zálohování dat; systémový přístup k zabezpečení
bezpečné digitální prostředí	fyzická identita člověka jako spojení jeho biologické a právní identity; digitální identita a její vazby s fyzickou identitou – datová schránka, elektronický podpis, token; neověřená a falešná digitální identita; nevědomá digitální stopa – logy, metadata, cookies, sledování uživatele a narušení soukromí při využívání internetu; vědomá digitální stopa – virtuální osobnosti a jejich cílené vytváření; fungování a algoritmy sociálních sítí



Model systému profesní podpory pro kabinet Informatika a ICT – mezipředmětový

Kód WBS: 4.3.4.2

Toto dílo - Model systému profesní podpory pro
kabinet Informatika a ICT – mezipředmětový je
licencováno pod licencí Creative Commons
Uveďte původ-Zachovejte licenci 4.0.



Licenční podmínky navštivte na adrese:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.cs>.

Zdroj použitých obrázků, tabulek a grafů: autoři dokumentu
(NPI ČR)

Národní pedagogický institut České republiky

Senovážné nám. 872/25, 110 00 Praha 1

Tel./fax: +420 222 122 112

E-mail: sekretariat@npi.cz

Praha, 2023



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY