

Jiří Kofránek

JAK PROBUDIT SPÍCÍHO OBRA: ZKUŠENOSTI A PERSPEKTIVY MEZIOBOROVÉ KOOPERATIVNÍ SPOLUPRÁCE

JAK PROBUDIT SPÍCÍHO OBRA: ZKUŠENOSTI A PERSPEKTIVY MEZIOBOROVÉ KOOPERATIVNÍ SPOLUPRÁCE

Jiří Kofránek

Motto: „Snili jsme po léta o instituci nezávislých učenců, kteří spolupracují nikoli jako podřízení nějakého velkého vedoucího, ale spojení touhou, ba duchovní potřebou, pochopit tuto oblast jako celek a dávat si navzájem sílu, aby to pochopili.“

Norbert Wiener

Abstrakt

Univerzity jsou přirozeným zdrojem mezioborové spolupráce a mezioborová spolupráce je významným zdrojem inovací, jejichž rozvoj potencuje zakládání malých inovačních firem při univerzitách a spolupráce s vývojovými podniky. Mezifakultní a meziuniverzitní spolupráce v České republice je však zatím nedostatečná a neodpovídá potenciálním možnostem, které univerzity mají. Obrazně tak připomínají spícího obra, který čeká na probuzení. Vzbudit ho ale může pouze aktivita zdola. Nikdo jiný, než učitelé a studenti našich Alma Mater to za ně neudělá.

Klíčová slova

univerzity, mezioborová spolupráce, mezifakultní spolupráce, spin-off firmy, startupy

1 Úvod

Význačné inovace vždy přicházely na styku různých oborů. Obrazně řečeno, na nerozoraných mezích, mezi jednotlivými obory se dají snadněji nalézt zlaté valounky. Jen je potřeba je cíleně společně hledat.

Pražské univerzity, zejména UK a ČVUT soustřeďují řadu oborů. Mezifakultní a meziuniverzitní spolupráce je však zatím nedostatečná a neodpovídá potenciálním možnostem, které univerzity mají. Připomínají tak do jisté míry spícího obra, který čeká na probuzení.

Pro inspiraci uvádím pět příběhů, kdy mezioborová spolupráce vedla k velkým inovačním skokům a snažím se z těchto příběhů najít nějaká poučení, která by mohla najít cesty, jak spícího obra probudit.

2 Příběh první – samořídící auto jako semestrální projekt

Samořídící robotizovaná auta jsou dnes horkým tématem úvah o budoucnosti dopravy a automobilového průmyslu. Docela nedávno tato problematika patřila spíše do oblasti témat spisovatelů sci-fi románů, nyní je však horkým a reálně hmatatelným výsledkem aplikačního výzkumu v oblasti umělé inteligence. Samořídící auta se již zvolna přesouvají ze zkušebních polygonů i do reálného provozu.

Zdálo by se, že tato problematika má dlouhou historii, první reálné výsledky ale přišly teprve před nemálo lety.

V roce 2004 legendární Agentura amerického ministerstva obrany pro pokročilé výzkumné projekty (DARPA), stojící za zrodem řady nových technologií, které dnes používáme (Internet, GPS aj.), se rozhodla podpořit vývoj samořídících aut bez řidiče pořádným balíkem peněz. Vyhlásila závod aut, které budou řízeny robotem místo řidiče. V Mohavské poušti připravila soutěžní trať v délce 142 mil (cca 250 km) a pro vítěze nachystala kulatou sumu jednoho miliónu dolarů. Přihlásilo se 67 účastníků. Týmů různých nadšenců z univerzit, firem i výzkumných organizací přivezli na start závodu nejrůznější, někdy i bizarně vyhlížející vehikly. Výsledek byl však tristní – trať dlouhou pou-

hých 142 mil nikdo z účastníků nedokončil. Nejdále se dostal automobil „červeného týmu“, který ujel 7.4 mil (11,9 km). Na příští rok DARPA zvýšila cenu pro vítěze na 2 milióny USD.



Obrázek 1 – Prof. Sebastian Thrun



Obrázek 2 – Auto týmu Stanfordské univerzity, řízené robotem Stanley projíždí vítězně cílem.

Neúspěch prvního ročníku robotizovaných aut byl výzvou pro profesora umělé inteligence Stanfordské univerzity Sebastiana Thruna. Sebastian Thrun pochází z Německa, a projekt aut bez řidiče byl jeho životní posedlostí již od mládí, kdy jeho nejlepší kamarád zahynul ve svých devatenácti letech v dopravní nehodě. Příčinou dopravních nehod je nejčastěji selhání lidského faktoru. Robotizovaná auta by ve svém důsledku byla mnohem bezpečnější než klasická auta a mohla by řadě těchto selhání zabránit. Sebastian Thrun dal na Stanfordské univerzitě dohromady tým studentů, sehnal finanční podporu projektu, podporu od amerického zastoupení firmy Volkswagen a pro auto Volkswagen Tuareg R5 TDI začal se svými studenty připravovat robota, nazvaného Stanley, kterého hodlali vyslat do příštího ročníku soutěže.

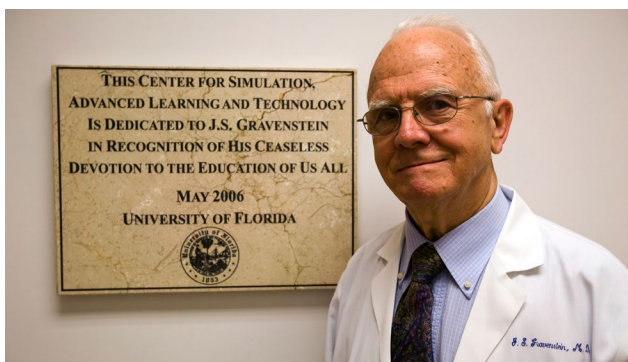
Problematika robotizovaného řízení auta je komplexní a vyžaduje řešení problémů z řady oblastí: od rozpoznávání obrazů, počítačového učení, strojové percepce, plánování, automatizovaného řízení, přes problematiku senzorů, konstrukci, montáž, oživení a testování elektronických dílů, až po čistou mechaniku a strojařinu. Všem těmto problémům se na Stanfordské univerzitě někdo věnuje, a navíc se našlo hodně pre- i postgraduálních studentů, ochotných věnovat svůj čas a úsilí dosažení společného cíle. Nedalo proto velkou práci sestavit ze studentů odhodlaný a výkonný vývojový tým. Profesor Thrun svůj vývojový tým rozdělil do tří částí – na skupinu softwarovou, testovací a komunikační. Pod vedením Thruna studenti naprojektovali senzorový, percepční, řídicí a uživatelský systém robota, vybavili ho potřebnými radarovými, laserovými a kamerovými senzory, naprogramovali příslušný software, vše postupně sestavili a otestovali a... následující rok, 2005 robot Stanley přivezl auto

týmu Stanfordské univerzity do cíle jako první, a Stanfordská univerzita závod v Mohavské poušti vyhrála [1].

Poučení z tohoto příběhu: Univerzity jsou přirozeným zdrojem mezioborové spolupráce, a mezioborová spolupráce je významným zdrojem inovací.

3 Příběh druhý – což takhle trénovat doktory jako piloty (příběh lékařských trenážerů)

V první polovině osmdesátých let na katedře anesteziologie Floridské univerzity (University of Florida) nastoupil do rezidenčního výcviku dr. Joachim Stefan Gravenstein (obr. 3). Práce anesteziologa je zdánlivě velmi poklidná. Spočívá v uvedení pacienta do narkózy a pak jen ve sledování jeho stavu v průběhu operace, kde hlavní tíže spočívá na práci chirurgů. Ten poklid je ale jen zdánlivý. Někdy totiž přicházejí z ničeho nic závažné situace, kdy na rychlém a správném rozhodnutí anesteziologa závisí osud nemocného. Ještě napjatější situace, kdy jen rychlé a správné rozhodnutí může zachránit život pacienta, nastávají na jednotkách intenzivní péče.



Obrázek 3 – Dr. Gravenstein

Dr. Gravenstein přemýšlel o tom, jak co nejlépe naučit lékařský personál tyto krizové situace zvládat a využít při tom obdobné postupy, které se využívají na pilotních trenážerích při výcviku pilotů. Konec sedmdesátých a počátek osmdesátých let byl totiž údobím velkého rozmachu pilotních trenážerů. V sedmdesátých letech, v důsledku naftové krize, začala řada leteckých společností intenzivněji využívat letecké trenážery při výcviku pilotů. Krom toho, pokrok ve výpočetní technice umožnil vytvo-

řit skutečně realistické pilotní trenážery, na nichž bylo možno piloty cvičit jako v reálném provozu, a navíc s nimi procvičovat reakce na závažné situace a poruchy, které bylo nebezpečné procvičovat v reálném provozu. Na trenážer bylo možné pro piloty nasimulovat řadu nebezpečných situací a sledovat, jak se s nimi vypořádají. V následném brífinku bylo možné vrátit čas zpět a podrobně rozebrat rozhodování pilota při řešení akutní situace, kterou bylo možné opět opakovat a zkusit znovu řešit.

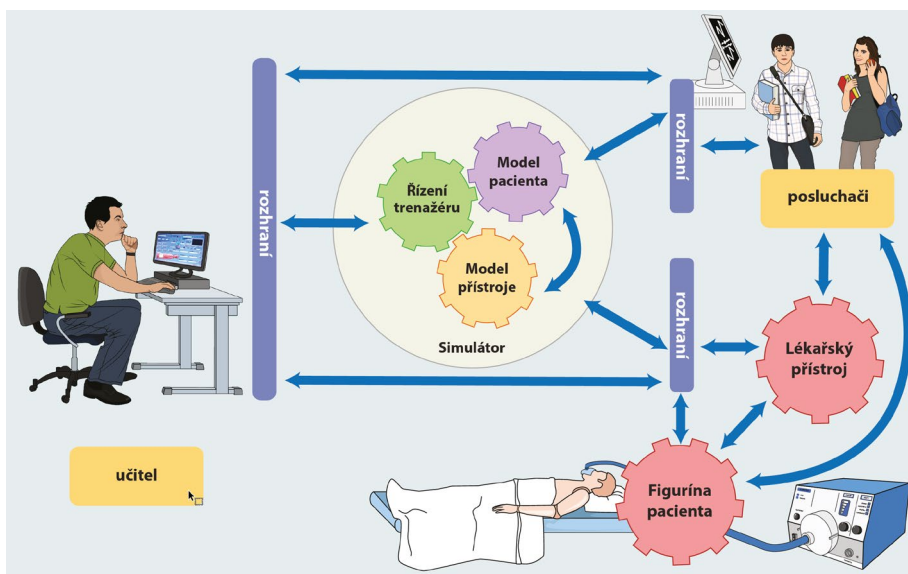
Letecká havárie na pilotním trenážeru je jen virtuální a letadlo je možné zpětně oživit jediným příkazem. Na lékařském trenážeru je poškození nemocného nebo i jeho smrt také jen virtuální. Dr. Gravenstein začal proto vážně uvažovat, jak sestavit lékařský trenážer, na němž by bylo možné procvičovat různé závažné situace, monitorovat rozhodování lékaře a následně zhodnotit jeho správnost a případně to zkusit řešit znovu, jinak a lépe, obdobně jako na pilotním trenážeru. Výhodou bylo, že Dr. Gravenstein byl původním vzděláním počítačový odborník, a tak se při řešení tohoto problému se začal na univerzitě porozhlízet po odbornících z různých (informatických a technických) oborů, kteří by mu s konstrukcí lékařského trenážeru pomohli.

V roce 1986 Gravensteinův tým vytvořil simulátor pacienta, který bylo možné připojovat k základním lékařským přístrojům. Simulátor podle zadaného scénáře a příslušného matematického modelu na pozadí, simuloval různé závažné stavy a adekvátně reagoval na terapii (obr. 4).

V roce 1994 se podařilo dostat trenážer do průmyslové výroby. Simulátor začala pod názvem METI velmi úspěšně prodávat nově založená firma Medical Education Technologies Inc. (Sarasota, Florida). Na přelomu tisíciletí tuto úspěšnou firmu koupil nadnárodní koncern CAE, vyrábějící špičkové simulátory pro různé obory.

Dnes se lékařské trenážery stále více využívají k výchově zdravotníků, při všech špičkových univerzitách vznikají simulační centra vybavené lékařskými trenážery. V České republice jsou např. simulační centra v Praze [2,3], Brně [4], Plzni [5], Hradci Králové [6] a v Olomouci [7].

Trenážer Patient Simulator CAE Healthcare, jehož kolébku bylo oddělení anesteziologie Floridské univerzity dodnes patří mezi nejosofistikovanější lékařské trenážery [8]. Tento simulátor by ale nevznikl, kdyby Gravenstein nedal dohromady tým složený z odborníků i z dalších (nemedicinských) oborů vyučovaných na Floridské univerzitě. Výhodou univerzit je to, že soustřeďují



Obrázek 4 – Dr. Gravenstein a jeho lékařský trenážer z roku 1986; Obrázek 5 – Základní komponenty lékařského trenážeru využívající robotizovanou figurínu pacienta řízenou modelem

různé obory, což dává potenciální možnosti snadného vzniku univerzitních multioborových týmů. Historie vzniku lékařského trenažéru na Floridské univerzitě je názorným využitím těchto možností pro vytvoření zcela nového výrobku s vysokou přídavnou mezioborových znalostí.

3.1 Schola ludus pro 21. století

Rychlý rozvoj internetu, mobilních technologií, postupný rozvoj sítí páté generace přináší nové možnosti pro využití internetových technologií ve vzdělávání. Spojení internetu a interaktivního multimediálního prostředí se simulačními modely přináší zcela nové pedagogické možnosti zejména pro vysvětlování složité provázaných vztahů. Simulační hry dosažitelné přes internet (nejlépe přes internetový prohlížeč) pomáhají studentům pochopit, jak pracuje organismus v normě a v patologii. V zapojení multimediálních výukových her do výuky nachází své moderní uplatnění staré krédo Jana Amose Komenského „Schola Ludus“ – tj. „škola hrou“, které tento evropský pedagog razil již v 17. století [9].

Rozvoj internetu a mobilních technologií vytváří předpoklady pro vznik zcela nového tržního segmentu výukových aplikací se simulačními hrami. Využití simulačních her pro edukační účely je efektivní zejména v oblastech, které jsou náročné na porozumění vzájemných souvislostí a které kladou důraz na celoživotní vzdělávání. K těmto oborům patří medicína. Elektronické simulační aplikace otevírají nové možnosti vysvětlení složitých dějů v lidském organismu v normě a při rozvoji nejrušnějších patologických stavů, i mechanismy jejich terapeutického ovlivnění. Příkladem jsou třeba výuková simulační aplikace Just Physiology [10] využívající rozsáhlý model lidské fyziologie HumMod [11] pro vysvětlení mechanismů řady klinických situací prostřednictvím simulačních her, nebo aplikace Harvi (<https://harvi.online>) [12], vysvětlující hemodynamiku oběhového systému prostřednictvím elektronické učebnice propojené se simulátory.

Tvorba výukových simulačních her není jednoduchá.

Již dávno pryč je doba entuziastů, kteří na přelomu osmdesátých let v nadšení nad novými možnostmi osobních počítačů vytvářeli první výukové programy. Počítače jsou dnes mnohem výkonnější, numerické a grafické možnosti jsou dnes, oproti sklonku osmdesátých let, enormní, pavučina vysokorychlostního internetu obepíná prakticky celý svět a přináší velký potenciál možného využití výukových simulačních her dosažitelných přes internet, které pomohou studentům pochopit dynamické souvislosti. Značně pokročily vývojové nástroje i metodiky softwarové tvorby. Zároveň se ale zvýšily nároky a očekávání uživatelů softwarových aplikací.

Vytváření výukových simulátorů a výukových simulačních her je náročnou výzkumnou a vývojovou prací, vyžadující skloubit výsledky práce odborníků, vytvářejících simulační modely, nápady a zkušenosti pedagogů vytvářejících scénář výukového programu, kreativitu výtvarníků vytvářejících interaktivní multimediální komponenty a úsilí programátorů, kteří „sešijí“ výsledné dílo do konečné podoby [13].

Pro řešení těchto problémů je nutný multioborový tým, který si navzájem rozumí a spolupracuje na vývoji konkrétního produktu a je soustředěn na jednom pracovišti.

Multioborový tým ale nevzniká seshora nějakým organizačním nařízením. Ukazuje se, že multioborová inovativní jádra vznikají na jednotlivých pracovištích při řešení konkrétních problémů. Nejpřirozenějším generátorem multioborové spolupráce na univerzitě je zapojení odborníků z různých kateder ústavů a fakult na řešení společného inovativního projektu.

Zkušenosti z našeho písečku: S multioborovou spoluprací při tvorbě lékařských simulátorů máme vlastní dlouholeté zkušenosti. Dlouhá léta se výzkumně zabýváme problematikou

modelování fyziologických systémů (viz např. [14–17]) a využitím teoretických výsledků matematického modelování ve výuce.

V naší laboratoři (<http://www.physiome.cz>) pracovali a pracují absolventi lékařské, matematicko-fyzikální fakulty, absolventi FEL ČVUT a také i výtvarníci, jejichž úkolem je vytvářet interaktivní grafiku. Jedním z výsledků naší práce je neustále vyvíjený internetový Atlas fyziologie a patofyziologie [18,19], technologie Bodylight umožňující vytvářet numericky simulační modely spustitelné na jakémkoli zařízení v internetovém prohlížeči [20–24] a nově též sada výukových simulátorů lidské fyziologie eGolem [25].

Poučení z tohoto příběhu: Multioborová inovativní jádra vznikají na jednotlivých pracovištích při řešení konkrétních problémů. Nejpřirozenějším generátorem multioborové spolupráce na univerzitě je zapojení odborníků z různých pracovišť univerzity (i z různých fakult) na řešení společného inovativního projektu.

4 Příběh třetí – dřinu strojům i při programování (příběh vzniku jazyka Modelica)

Počáteční, a nejsložitější, úlohou modelování je vytvoření formalizovaného popisu modelované reality, tj. sestavení rovnic matematického modelu. Řešení rovnic tohoto modelu vyjadřuje dedukce o chování modelované reality. Pokud dedukce děláme pomocí numerického řešení těchto rovnic na počítači – pak hovoříme o počítačové simulaci.

Abychom mohli řešit model na počítači, musíme **odvodit algoritmus**, podle kterého budeme na počítači hodnoty výstupních proměnných základě hodnot vstupů a počátečních hodnot vnitřních, stavových proměnných a vše implementovat do počítače.

V minulosti se simulační modely vytvářely přímo v klasických programovacích jazycích (např. v programovacím jazyku Fortran, C++ či Java). V devadesátých letech se objevila řada specializovaných nástrojů, které ohromně ulehčili implementaci modelu. Objevily se tzv. blokově orientované modelovací jazyky - softwarové nástroje, které umožnily, aby se model se mohl sestavovat pomocí propojování jednotlivých bloků na obrazovce počítače (např. grafický jazyk Simulink od firmy Mathworks).



Obrázek 6 – Hiding Elmquist - „duchovní otec“ jazyka Modelica

Nicméně odvození algoritmu výpočtu zůstávalo stále na bedrech programátorů.

A proto se koncem tisíciletí v akademických kruzích počítačových věd začalo přemýšlet, zda by se algoritmizace výpočtu modelů nedala nějakým způsobem zautomatizovat a odvození postupu výpočtu z rovnic modelu nechat na starost počítači (pod staronovým heslem „dřinu strojům!“).

Začalo se pracovat na vzniku nových programovacích jazyků, určených pro modelování, kde by se model popisoval soustavou algebrodiferenciálních rovnic a úlohou překladače by bylo

zautomatizovat algoritmus jejich řešení – hovořilo se o tzv. „na rovnicích založených jazycích“ (equation-based languages).

Jedním z výzkumníků, věnujících se této problematice, byl Hilding Elmqvist (obr. 6) z univerzity v Lundu v jižním Švédsku.

Jak sám později uvedl, nápad vytvořit na rovnicích založený jazyk, dostal krátce před velikonoce, 15. dubna 1976: „v novém jazyce se místo příkazů programovacího jazyka budou psát přímo rovnice, a nalezení jejich řešení bude úloha pro počítač!“

Měl by to být jazyk pro modelování dynamických systémů – proto ho nazval Dymola (jako akronym Dynamic Modeling Language). Věřil, že tento jazyk bude velmi užitečný zejména pro technické aplikace. Vrhł se do práce a za dva roky vytvořil objektově orientovaný, na rovnicích založený jazyk Dymola, který implementoval v jazyce Simula 68. Výsledky se staly náplní jeho disertační práce, kterou obhájil v květnu 1978.

Ale již koncem roku 1978 přišlo kruté zklamání. Jeho jazyk zvládal pouze 250 rovnic! Bylo to způsobeno hlavně tím, že narazil na technologickou bariéru. Dymolu implementoval na počítači Unica-c1108, s 128 kB paměti a to bylo pro rozumné aplikace příliš málo. Později svou Dymolu implementoval v jazyce Pascal na počítači VAX, ale pořád výsledky byly příliš chabé na reálné průmyslové aplikace – které musí zvládat tisíce až desítky tisíc rovnic.

S růstem výkonnosti počítačů, se ale postupně otevíraly nové možnosti pro uplatnění jeho jazyka v reálných aplikacích. Počátkem devadesátých let Elmqvist Dymolu reimplementoval v jazyce C++, a nejdou již šlo vytvářet rozsáhlé modely potřebným počtem rovnic pro průmyslové aplikace. Podstatný zlom přišel s příchodem verze Microsoft Windows 3.0, která umožnila prolomit bariéru 640 kB operační paměti – a to otevíralo zcela nové možnosti pro realizaci jazyka Dymola na počítačích, které byly průmyslové praxi široce dostupné a výkonné.

V roce 1992 v těsném sousedství Lundské univerzity Hilding Elmqvist zakložil malou vývojovou firmu Dynasim AB, kde se svými studenty a spolupracovníky pokračoval ve vývoji jazyka Dymola s cílem vyvinout snadno dostupný nástroj určený zejména pro tvorbu modelů v průmyslových aplikacích.

Na vývoji Dymoly Elmqvist navázal intenzivní spoluprací s řadou evropských univerzit a institucí - zejména s Martinem Oterem z německého Německého leteckého a kosmického centra - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), a Francoisem Cellierem ze Spolkové vysoké technické školy v Curychu - Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) – s nimi implementoval do Dymoly možnosti tzv. hybridního modelování, tj. možnost kombinovat práci s proměnnými spojitěho i diskretní času a umožnit vytváření událostí a modelovat reakci modelovaného systému na ně - tedy to s čím je nutné počítat při simulacích průmyslových aplikací.

Jeho modelovací software postupně získával významné komerční zákazníky. V roce 1996 firma Toyota začala používat Dymolu pro vývoj hybridního automobilu Prius.

V roce 1996 Elmqvist přišel s nápadem soustředit úsilí akademických pracovníků z dalších, zejména švédských univerzit a společně se dohodnout na specifikaci nového standardizovaného jazyka nazvaného **Modelica**. Jazyk měl být určen především pro modelování technických systémů, měl umožňovat znovupoužitelnost a výměnu jednotlivých komponent dynamických modelů ve standardizovaném formátu.

Výsledkem této meziuniverzitní akademické spolupráce byla první specifikace jazyka Modelica, zveřejněná v září 1997. Vycházela ze zkušeností nejen s jazykem Dymola, ale i s dalšími modelovacími jazyky jiných autorů - jako např. s jazyky Allan, Omola, Smile, ObjectMath, SIDOPS+ a jazykem NMF. Místo toho, aby akademičtí výzkumníci vytvářeli nástroje pro práci s různými na rovnicích založenými jazyky, začali pracovat na nástrojích dodržujících dohodnutou normu [26].

V roce 2000 bylo založeno nekomerční sdružení **Modelica Association** [27] jehož úkolem je standardizace jazyka Modelica [28] a vývoj standardizované volně dostupné knihovny znovupoužitelných komponent Standard Modelica Library.

Vznik jazyka Modelica je příkladem úspěšné meziuniverzitní spolupráce i užitečnosti zakládání malých inovativních firem personálně propojených s univerzitou. Firma Dynasim, spolupracující s Lundskou univerzitou vytvořila první komerční implementaci jazyka Modelica pod staronovým názvem Dymola (což již nebyl jazyk, ale simulační prostředí pro tvorbu modelů ve standardizovaném jazyce Modelica).

Záhy vznikla další komerční implementace jazyka ve firmě Mathcore která v úzké spolupráci s univerzitou v Linköpingu vyvinula implementaci Modeliky s názvem MathModelica.

Modelica, která původně vznikala jako akademický projekt ve spolupráci s malými vývojovými firmami při univerzitách v Lundu a v Linköpingu, se záhy ukázala jako velmi efektivní nástroj pro modelování složitých modelů uplatnitelných zejména ve strojírenství, automobilovém a leteckém průmyslu.

Vývoj jazyka Modelica proto postupně získal podporu komerčního sektoru. Rozšiřovaly se standardizované knihovny a jazyk se vyvíjel.

Původně malou vývojovou firmu Dynasim, která při univerzitě v Lundu vyvinula první implementaci Modeliky s názvem Dymola dnes vlastní významná společnost Dassault Systemes která Dymolu zainkorporovala do svých komplexních softwarových nástrojů pro inženýrské konstruování [29].

Společnost Wolfram, produkující proslulý nástroj pro vědecké a inženýrské výpočty s názvem Mathematica, koupila inovační firmu Mathcore založenou akademickými pracovníky univerzity v Linköpingu. Její MathModelicu pod novým názvem Wolfram System Modeler zaintegrovala do svého nástroje Mathematica [30].

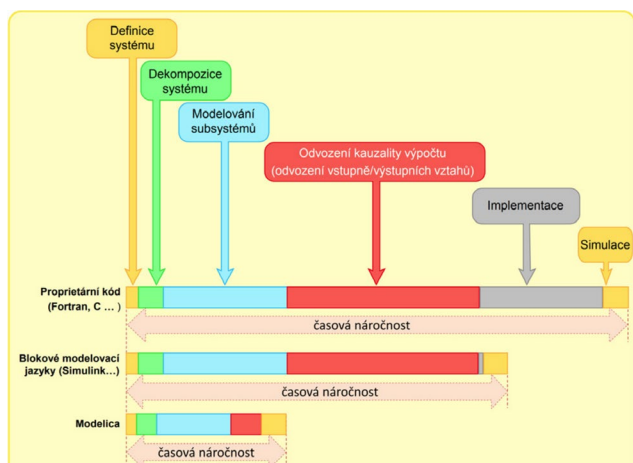
S každou novou verzí se okruh uživatelů Modeliky rozšiřoval a z původně spíše akademického a vědeckého modelovacího prostředí se Modelica stala efektivním průmyslovým nástrojem. Modelica nyní existuje ve standardizované verzi 3.5 [31].

Rychlost, s jakou si nový simulační jazyk Modelica osvojila nejrůznější komerční vývojová prostředí je ohromující. Dnes kromě Dymoly od Dassault Systemes a System Modeler od Wolframu jazyk Modelica např. využívají také simulační prostředí firmy Siemens PLM Software [32], MapleSim od Maplesoftu [33], Mosilab od Frauenhoferovy společnosti [34], SimulationX od společnosti ESI Group [35] a mnohé další komerční i nekomerční vývojové nástroje.

Modelica velmi usnadňuje implementaci složitých modelů na počítači, a proto nachází stále větší uplatnění v průmyslových aplikacích počítačového konstruování (obr. 7). Tento moderní simulační jazyk dnes využívají velké průmyslové korporace, jako Siemens, ABB a EDF. Firmy působící v automobilovém průmyslu, jako (AUDI, MBW, Daimler, Ford, Toyota, VW) používají Modeliku pro návrh energeticky úsporných automobilů a pro návrh klimatizačních jednotek.

Rozvoj vývojových prostředí a technologií využívajících jazyk Modelica i vývoj příslušných aplikačních knihoven je součástí řady celoevropských výzkumných projektů, např. EUROSYSLIB, MODELISAR, OPENPROD, MODRIO aj.

Kromě komerčních nástrojů, pracujících s jazykem Modelica dnes také existují i volně dostupné nekomerční implementace Modeliky. Nejrozšířenější z nich je OpenModelica [36] vyvíjená konsorciem třiceti firem a výzkumných institucí ve spolupráci s pětadvaceti univerzitami [37]. Podniky do konsorcia platí roční členský příspěvek, jehož výše se odvíjí od velikosti podniku. Díky tomu pak mohou využívat OpenModeliku v komerčních produktech. Konsorcium tím dostává prostředky, díky nimž může zajistit stálý vývoj otevřeného prostředí pro používání jazyka Modelica.



Obrázek 7 – Modelica přinesla obrovskou časovou úsporu při implementaci matematických modelů na počítači, protože odvození algoritmu jak ze hodnot zadaných vstupů a parametrů modelu vypočítat hodnoty výstupů přenechala překladači.

Tento obchodní model je výhodný jak pro komerční firmy, které získávají relativně levný nástroj pro simulační aplikace, tak i pro nekomerční sféru, která dostává k dispozici kvalitní vývojové prostředí dnes již srovnatelné s komerčními nástroji, jehož další rozvoj je nezávislý na shánění grantových prostředků.

Zkušenosti z našeho písečku: Jednou z 30 firem konsorcia Open Source Modelica je i náš malý vývojový podnik Creative Connections s.r.o [38] působící jako spin-off naší laboratoře biokybernetiky [39], který se v těsné spolupráci s Univerzitou Karlovou účastní na výzkumu a vývoji lékařských trenažerů a uplatnění simulací v medicíně. Spolu s dalšími malými vývojovými podniky, se náš podnik účastnil několika výzkumných projektů s Univerzitou Karlovou a podílel se na spolufinancování společného výzkumu.

Rozšíření jazyka Modelica napomáhá dostupnost knihoven pro různé aplikační oblasti (elektrotechnika, plynárenství, automobilový průmysl, energetika aj.), některé jsou volně dostupné, jiné jsou komerční. Z aplikačních knihoven se pak model sestavuje jako z „legové stavebnice“. Naším příspěvkem k rozvoji jazyka je vytvoření knihoven pro vývoj modelů pro oblast fyziologie, které byly na mezinárodních kongresech Modelica v letech 2014 a 2015 oceněny jako nejlepší aplikační knihovny roku [15–17,40,41]. Pomocí těchto knihoven jsme v jazyce Modelica implementovali rozsáhlé modely integrativní fyziologie [14,16,42–46]. V rámci konsorcia Open Source Modelica nyní např. vyvíjíme rozšíření jazyka Modelica pro implementaci partiálních diferenciálních rovnic a otevřené nástroje pro tvorbu simulátorů ve webových prohlížečích [20,47].

Poučení z tohoto příběhu: V akademické sféře mohou vzniknout zcela průlomové inovace. Jejich rozvoj potencuje meziuniverzitní spolupráce a zakládání malých inovačních firem při univerzitách. Když malé inovační podniky, personálně propojené s univerzitou, dotáhnou akademický výzkum do použitelné průmyslové aplikace, přijde i větší podpora od velkých průmyslových či finančních gigantů, která zajistí další rozvoj.

5 Příběh čtvrtý - pokroky z garáže

V jednom kalifornském městečku stojí jednopatrový dům, na první pohled stejný jako stovky jiných domů v okolí. Od příjezdové komunikace vede mezi stěnou domu a břechtanem obrostlým plotem úzká cesta k modře natřeným vratům opodál stojící garáže (obr. 8).

Na domku je upevněna vcelku nenápadná pamětní deska s nadpisem, že se jedná o místo zrodu „Křemíkového údolí“



Obrázek 8 – Kolébka Silicon Valley - garáž, kde dva absolventi Stanfordské univerzity, William R. Helwett a David Packard, v roce 1938 usídlili svou malou vývojovou firmu, a vyvinuli zde svůj první výrobek - audiooscilátor.

(BIRTHPLACE OF SILICON VALLEY). Deska upřesňuje, že místem narození je právě zmíněná garáž, kde dva studenti uposlechli výzvy svého profesora ze Stanfordské univerzity, Dr. Fredericka Termana, který studenty nabádal, aby po absolvování zůstali v tehdy ještě ryze zemědělské Kalifornii a nejezdili na druhý konec Spojených Států, kde by se nechávali zaměstnat u velkých korporací na východním pobřeží, shánějících čerstvě promované inženýry. Terman nabádal absolventy, aby zkusili založit vlastní malé firmy a v nich vyvíjet specializované sofistikované elektrotechnické produkty. Dva studenti byli první, kdo ho poslechl, a v roce 1938 garáží s modře natřenými vraty vyvinuli svůj první produkt, který nabídli k prodeji. Byl jím malý kompaktní a levný audiooscilátor. Studenti se jmenovali William R. Helwett a David Packard.

Dnes je Silicon Valley technologickým inovačním centrem Spojených Států, kde sídlí řada významných inováčních firem a technologických gigantů (krom Hewlett-Packard vzpomeňme např. Apple, Google, Facebook, Tesla, Borland...). „Křemíkové údolí“ je ale také domovem spousty malých inovativních firem, i rodištěm nových start-upů přicházejících s neotřelými inovativními nápady.

Nemusíme se ale poohlížet za oceán, inovativní centra kolem zavedených univerzit nalezneme i v Evropě.

Tak například ve Švédsku, v těsném sousedství univerzity v Lundu, jsou budovy technologického parku IDEON hostící spoustu malých začínajících firem i vývojových laboratoří zavedených podniků (obr. 9).

V Lundu jsem byl mnohokrát, a mohu potvrdit, že technologický park IDEON se rok od roku rozrůstá – stále přibývají nové budovy.

A tam mi vždy tane na mysli otázka – **proč to tam funguje, a proč u nás ne?**

Je to v budovách?

Zřejmě ne – postavit budovu vedle univerzity, propojit ji s univerzitní infrastrukturou nestačí. Jako příklad stačí vzpomenout za dotační peníze z EU postavený TechnoPark Pardubice, do něhož se pak obtížně sháněli nájemníci [48]. Přitom v Pardubicích existuje řada inovačních a technologických firem – ty však raději zůstali ve svých budovách (třeba po bývalém výzkumném ústavu v Opočinku), než by se stěhovali do nových prostor (s dražším nájmem).

Je to v penězích?

Částečně – sehnat peníze na vývoj je pro malou začínající firmu v ČR obtížné – banky jí nepůjčí (protože nemá čím ručit za úvěr) a rizikový kapitál se u nás ještě nezabydlel (částečně proto, že chybí příslušná legislativa).



Obrázek 9 – Jedny z budov rozsáhlého vývojového parku Ideon u univerzity v Lundu - sídlo malých vývojových firem i vývojových laboratoří velkých korporací.

Sehnat financování je těžký, ale v podstatě řešitelný problém. Není to ale důvod, proč se kolem zavedených univerzit v našem blízkém i vzdáleném sousedství jako houby po dešti množí startupy a spin-off firmy v technologických centrech.

Hlavním důvodem úspěšnosti těchto „garážových“ firem není dostupnost financí. Hlavní příčinou je řešení závažnějšího problému, než je nedostatek financí. Tím je nedostatek lidských zdrojů. Vždyť i u nás všechny softwarové firmy zoufale shání programátory, technologické firmy konstruktéry apod.

Příčina úspěšného rozvíjení technologických center kolem univerzit jsou „čerstvé lidské zdroje“ – a právě ty se nejlépe shánějí na univerzitách, mezi pregraduálními i postgraduálními studenty. Učitel díky výuce snadno rozpozná talent svých studentů.

Proto učitelé i studenti zakládají malé firmy kolem svých alma mater. Není střetem zájmů, když učitel založí, nebo spoluzaloží nebo podporuje nějaký studentský start-up. Podíl na intelektuálním vlastnictví mezi univerzitou a novou firmou se řeší dohodou. Vhodným uspořádáním vztahů lze dosáhnout synergického efektu.

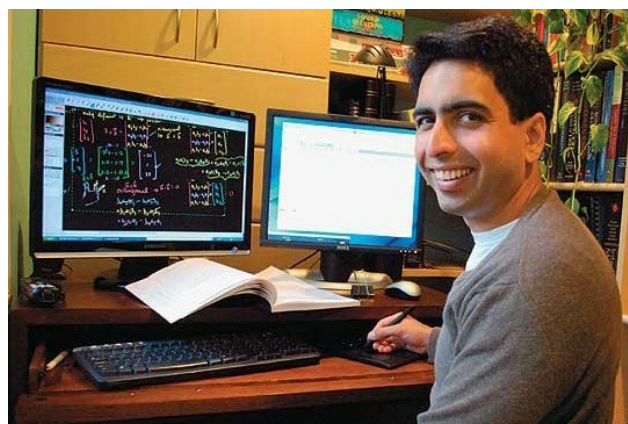
I u nás se pomalu začíná blýskat na lepší časy. Malé firmy, zakladané učiteli a studenty našich univerzit již nejsou těmi podivnými živnostmi podezíranými z tunelování univerzitního majetku a krádeže know-how. Zakládání startupů je obecně podporováno, investoři a velké finanční instituce podporují nejrůznější inovační centra a akcelerátory, kde se zakladatelé nových malých podniků učí orientovat ve světě podnikání. Stále však, v porovnání s našimi severními a západními sousedy, je těch inovačních firem kolem univerzit žalostně málo.

Poučení z tohoto příběhu: Startupy a spin-off firmy při univerzitách jsou inovačními semínky, které napomáhají univerzitě

realizovat výsledky výzkumu v praxi. Spolupráce univerzit a inovačních firem má synergický efekt a je strategickým inovativním jádrem rozvoje. Univerzity jsou pro inovační firmy zdrojem kvalifikovaných pracovníků, inovační firmy při univerzitách poskytují smysluplnou práci pre- i postgraduálním studentům.

6 Příběh pátý – pomůžeme si sami (příběh vzniku Khan Academy, MOOC kurzů, sítě MEFANET a Wikiskript)

Salman Khan (obr. 10) se narodil a vyrůstal ve skromných poměrech v New Orleansu v americké Louisianě. Po získání magisterských titulů na MIT (z elektrotechniky a informačních technologií) pokračoval na Harvardu, kde získal titul MBA. Koncem roku 2004 začal na dálku doučovat svoji sestřenicí Nadiu matematiku pomocí obrázků Yahoo Doodle. Když ho poprosili o pomoc při doučování další příbuzní a přátelé, rozhodl se, že svoje videolekce umístí na YouTube. Popularita videí a děkované příspěvky studentů Khana přiměly, aby v roce 2009 opustil svou vysoce honorovanou práci finančního analytika a zaměřil se na tvorbu vzdělávacích videolekcí naplno.



Obrázek 10 – Salman Khan – zakladatel Khan Academy

Projekt dostal jméno po svém zakladateli: „Khan Academy“ [49]. Khanova akademie je registrována v USA jako veřejně prospěšná organizace, a je dotována z dotací a dobrovolných příspěvků s významnou podporou Nadace Billa a Melindy Gatesových.

Bill Gates na adresu Salmana Khana poznamenal: „Řekl bych, že jsme přesunuli IQ 160 z oblasti akciových trhů do oblasti výuky mnoha lidí účinným způsobem. Byl to dobrý den, když mu manželka dovolila opustit jeho původní zaměstnání“ [50].

Khan se chtěl vyhnout formátu, který by zahrnoval učitele stojícího u tabule. Přál si místo toho realizovat koncept „promlouvajícího hlasu odnikud z temného vesmíru přímo k něčí mysli“ – jako by učitel seděl vedle a vysvětloval řešení příkladu na listu papíru: „Když někdo počítá příklad a při tom myslí nahlas, myslím, že je to pro něj cennější, a ne tak odstrašující,“ komentoval Khan svůj výukový přístup.

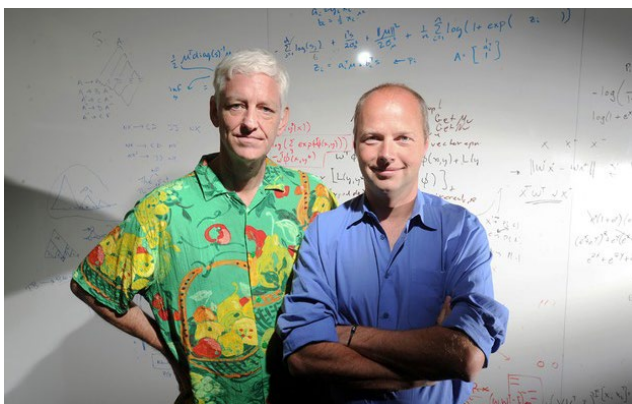
V současné době Khanova akademie obsahuje více než šest tisíc videolekcí z různých vzdělávacích oblastí. Videá jsou veřejně přístupná pod licencí Creative Commons. Khanova akademie dále nabízí automatizované příklady k procvičování s průběžným hodnocením, hlavně v matematice.

Obsah je zaměřen především na základní a střední školy, případně bakalářský stupeň univerzit. Khanův dlouhodobý cíl je poskytnout desítky tisíc videí v maximu oborů a vytvořit tak první bezplatnou virtuální školu na světové úrovni, kde se kdokoli může naučit cokoli. Obsah je v angličtině, ale po světě je řada neziskových organizací a jednotlivců, kteří obsah překládají do rodného jazyka – u nás se tím například zabývá český neziskový projekt „Khanova škola“ [51].

Pozadu za trendem otevřeného internetového vzdělávání nezůstaly ani univerzity.

V létě 2011 Stanfordská univerzita oznámila že na podzim pro širokou veřejnost na internetu otevírá nový typ univerzitního kurzu věnovaného umělé inteligenci, obsahem odpovídající existujícímu Úvodu do umělé inteligence, jenž je pro prezenční studenty na Stanfordu povinný. Univerzita oznámila, že kurs bude zdarma dostupný na internetu, bude obsahovat 6 hodin přednášek týdně, domácí úlohy a týdenní test, půlsestrální zkouškový test a závěrečný test na konci semestru. Bude nabízet průběžnou možnost konzultací po internetu a veškeré učební materiály budou on-line k dispozici.

Vedení kurzu se ujali dva, ve svém oboru vyhlášení, odborníci (obr 11), již výše zmíněný profesor Sebastian Thrun (vedoucí týmu, který se studenty Stanfordu sestrojil robotický samofidelní automobil) a profesor Peter Norvig (vedoucí výzkumný pracovník společnosti Google, který spolu se Stuartem Russellem napsal proslulou učebnici „Artificial Intelligence, a Modern Approach“, [52]).



Obrázek 11 – Sebastian Thrun a Peter Norvig - tvůrci prvního MOOC kurzu

Podarilo vyvolat nečekaný zájem médií o tento připravovaný kurz, a tak se informace o něm rozšířila opravdu do celého světa. Nakonec se do kurzu zapsalo více než 160 tisíc zájemců ze 190 zemí [53].

Přednášky byly rozčleněny na krátké, zhruba pětiminutové videosekvence, prokládané interaktivními automaticky vyhodnocovanými testy, ověřující pochopení vykládané látky, jejichž správné zodpovězení bylo k dalšímu postupu nezbytné. Na konci týdenního cyklu byly vždy zadány domácí úlohy a test, s nutností odeslat do konce dalšího týdne. Vše bylo navíc spojeno s dobře propracovaným systémem on-line konzultací k vykládané látce.

Ze 160 tisíc účastníků kurz úspěšně dokončilo neuvěřitelných 23 tisíc, mezi nimi já a moji tři doktorandi. Z vlastní zkušenosti proto můžeme konstatovat, že kurs byl opravdu časově náročný, zabral týdně zhruba 8 hodin, ale tento čas bylo možné podle potřeby rozčlenit na libovolně dlouhé časové úseky, kdy vykládané látce bylo možné plně věnovat pozornost. To je velká výhoda oproti klasickým univerzitním kurzům, která umožňuje začlenit vzdělávací aktivity do časového rozvrhu i pracovních vytížených posluchačů, bez nutnosti někde být fyzicky přítomen. Stačí připojení k internetu.

Stanfordský kurz základů umělé inteligence v roce 2011 byl první, opravdu masový, otevřený, on-line kurz, který dokázal podchytit statisíce účastníků po celém světě a ukázal principiálně nové možnosti internetu rozšiřující možnosti vzdělávání.

Pro samotné lekory byl obrovský zájem účastníků překvapením. Sebastian Thrun k tomu, o rok později, na konferenci Digital Life Design v lednu 2012 mimo jiné řekl: „Mělo to na mě opravdu velký vliv. Nikdy by mě nenapadlo, že by se něco takového

mohlo stát. Vždy jsem si myslel, jak je to skvělé, že učím na nejlepší univerzitě na světě a jsem dobrým učitelem. Jenže po této zkušenosti nemohu na Stanfordu zůstat. To je nemožné. Je to, jako kdyby existovaly 2 pilulky. Jedna je modrá, a kdybych si ji vzal, vrátil bych se do své třídy s 20 studenty. Jenže já si vzal tu červenou a díky ní jsem zažil zázrak. Mám dojem, že jsme změnilí svět vzdělávání. Dokázali jsme ho otevřít celému světu. Jsme schopni pomáhat lidem v rozvojových zemích – v Africe, v Indii, v Číně – stát se mnohem schopnějšími a silnějšími. Jsem přesvědčen, že jsme položili základ nové společnosti. Naplňuje mě to nadšením.“

Sebastian Thrun poté opouští Stanford a spolu s několika dalšími učiteli vysokých škol zakládá novou online univerzitu **Udacity** [54] která dnes statisícům zájemců nabízí řadu on-line kurzů zejména z oblasti umělé inteligence a počítačových věd.

Hned po Thrunovi oznámili v roce 2012 založení free on-line univerzity další dva stanfordští profesori, Draphne Kollerová a Andrew Ng. Nazvali ji **Coursera** [55] a záhy podepsali kontrakt s 16 prestižními univerzitami o přípravě kurzů – dnes je na této platformě nabízí kurzy více než stovka univerzit z celého světa. Brzy po založení Udacity a Coursara se dohodl MIT a Harvard na vytvoření platformy **edX**, [56] která dnes nabízí více než tři tisíce kurzů, vytvářených více než třemi stovkami univerzit, které současně studuje cca 481 tisíc účastníků

Masivní on-line otevřené kurzy (**MOOC** - Massive, Open, On-Line, Course) jsou dnes celosvětovým trendem. Tyto kurzy dnes nabízí řada špičkových univerzit prostřednictvím nejruznějších platform (v Udacity, Coursara, či edX jsem ale žádné kurzy našich Alma Mater zatím nenašel).

Zavádění počítačem podporované výuky do všech typů škol patří mezi strategické směry rozvoje školství i v ČR. Zejména z Evropských fondů se nakoupilo spousta elektronických tabulí, počítačů a elektronických výukových materiálů.

Je však třeba poznamenat, že masivní zavádění elektroniky do výuky bez podpory rozvoje výukového obsahu je velkou chybou.

Domněnka, že stačí soustředit síly na to, aby se učitelé naučili vyhledávat výukový obsah na internetu, je veskrze mylná.

Na internetu je k dispozici spousta výukového obsahu, avšak nikoli v českém jazyce a zdaleka ne vždy zdarma. Bylo by proto vhodné soustředit úsilí, zejména českých vysokých škol, na tvorbu elektronického výukového obsahu. Bohužel centrální podpora tvorby výukového obsahu je roztržštěná, nekoordinovaná a z hlediska objemu finančních prostředků zcela nedostatečná. Paradoxem je, že se nedařilo čerpat prostředky z Evropských fondů určené právě na podporu vzdělávání (a to nemluvíme o nechvalně známém projektu „Internet do škol“, kde se promrhaly miliardy).

S podporou Evropských fondů se vytvořila i řada výukových softwarových aplikací v českém jazyce, pro jednotlivé školy či univerzity. To ale nestačí – pro kvalitu vytvářeného výukového materiálu je důležitá zpětná vazba od co největšího počtu uživatelů. A internet umožňuje okruh uživatelů snadno rozšířit – obdobně jako Khanova škola nebo MOOC kurzy.

V České republice existuje 10 lékařských fakult, na Slovensku jsou 3 lékařské fakulty. Studium medicíny je náročné, a sdílení elektronických výukových materiálů v českém a slovenském jazyce mezi těmito 13 lékařskými fakultami by nabídku dostupných elektronických výukových materiálů na jednotlivých fakultách rozšířilo a zároveň přineslo i poměrně širokou skupinu uživatelů.

To byly úvahy, které vedly k založení mezifakultní sítě lékařských fakult **MEFANET** (MEdicinal FACulties NETwork) umožňující studentům a pedagogům efektivně sdílet elektronické výukové materiály (<http://www.mefanet.cz>) [57].

Začalo to tím, že v létě 2006 se pražská 1. lékařská fakulta UK, vedená tehdy děkanem Tomášem Zimou, dohodla s brněnskou

Lékařskou fakultou Masarykovy univerzity o sdílení elektronických výukových materiálů. Záhy se k této iniciativě přidala Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. V létě následujícího roku se k projektu přidaly všechny další lékařské fakulty v České a Slovenské republice a tím vznikla síť horizontálně spolupracujících fakult sdílejících elektronické výukové materiály. Vzdělávací síť MEFANET spojila všechny lékařské fakulty napříč Českou republikou a Slovenskem. Je řízena Koordinační radou MEFANET, složenou ze zástupců všech zapojených členů. Od roku 2012 vstoupily do sítě také fakulty zaměřené na oblast ne-lékařských zdravotnických věd i některá akademická pracoviště.

Elektronické materiály publikované v síti MEFANET, které příslušná fakulta vystaví ke společnému sdílení nejdříve procházejí standardním recenzním řízením (obdobně jako klasická výuková skripta). Krom toho široká komunita tvořená studenty a pedagogy všech lékařských fakult v obou republikách svými poznámkami směřovaným autorům přispívá k stálému zdokonalování sdílených výukových materiálů. Financování provozu této sítě je zajišťováno lokálně každou zúčastněnou fakultou, případně časově omezenými rozvojovými programy. Centrální financování projektu neexistovalo (a dosud neexistuje), přesto se však projekt již deset let úspěšně rozvíjí.

V roce 2008 jako součást sítě MEFANET vznikla platforma WikiSkripta jako prostor pro kooperativní tvorbu a ukládání medicínských výukových materiálů [58].

WikiSkripta (<https://www.wikiskripta.eu>) [59] byla vytvořena pro studenty a učitele všech lékařských fakult v ČR a SR. Jsou určena převážně pro pregraduální výuku. O podporu autorů a dodržování úrovně a pravidel se stará hierarchicky organizovaná studentská redakce s několika učiteli. Na rozdíl od Wikipedie Wikipedii a mnoha dalších wiki projektů, WikiSkripta nejsou encyklopedií. Články připomínají texty ve skriptech a mohou být spojeny do větších kapitol jako v tradičních učebnicích. Text není určen pro širokou veřejnost a předpokládá znalost lékařské terminologie. Na rozdíl od Wikipedie mají WikiSkripta jasně definovanou cílovou skupinu: studenty lékařských fakult.

Původ WikiSkript sahá až do roku 2007, kdy bylo na 1. LF UK hledáno vhodné úložiště pro opakovaně použitelné výukové objekty. Jako výhodný nástroj pro sdílení výukových materiálů byla zvolena platforma wiki. Ve wiki platformě se výukové objekty (texty, obrázky aj.) snadno tvoří a editují. Původní předsta-



Obrázek 12 – Centrální brána sítě Mefanet propojující lékařské a zdravotnické fakulty v ČR a SR. V síti Mefanet možné studenti i učitelé mohou vyhledávat a procházet edukační sdílené zdroje rozříděné podle lékařských disciplín, autorů, fakult, a dalších kritérií.

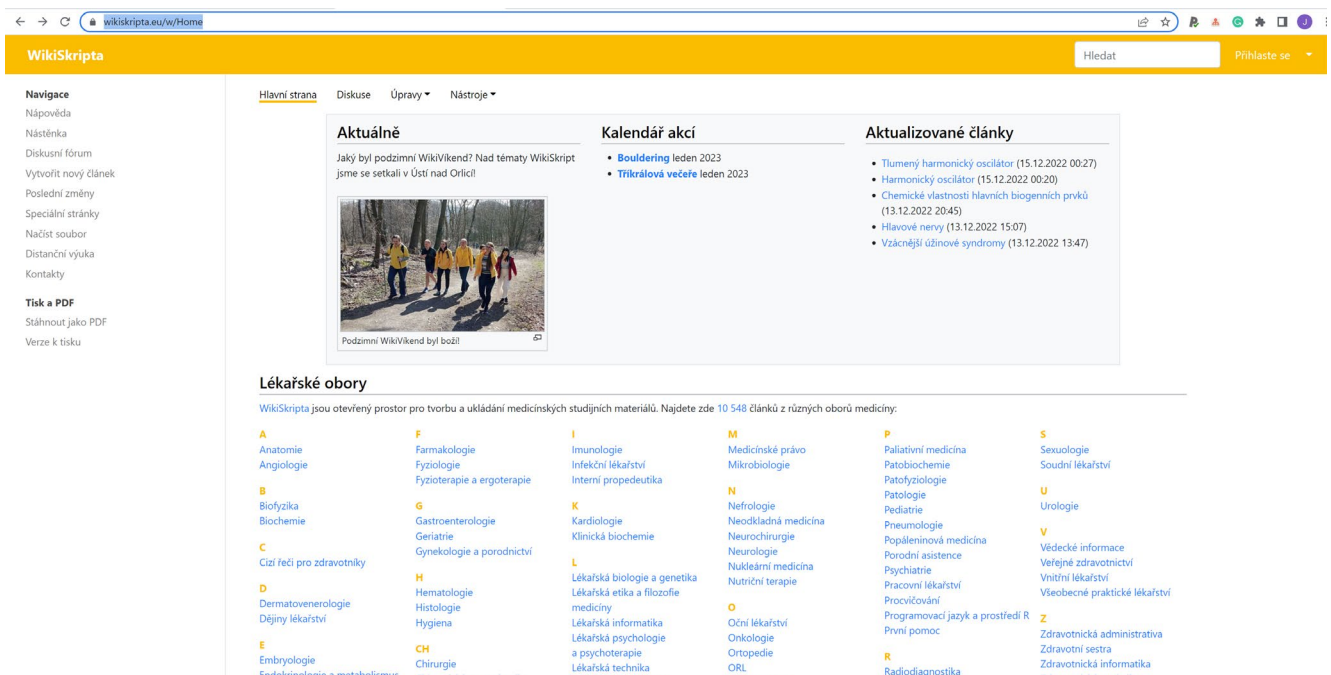
va, že každý vytvořený výukový blok bude doprovázen metadaty, podle kterých pak bude možno výukové objekty vyhledávat, se ukázala jako nereálná. Učitelé, a na lékařských fakultách zejména, jsou nesmírně zaneprázdnění a představa, že každý odstavec textu budou doplňovat metadaty, byla mimo realitu.

Z této slepé uličky vyvedlo projekt Wikiskript až pochopení, že koncept metadat lze nahradit konceptem fulltextového vyhledávání. Pak už nic nebránilo použít pro „repozitář“ platformu wiki a technologie pro budoucí úspěch byla připravena.

První fakultní wiki pro výukové materiály byla nainstalována a nabídnuta učitelům i s rozsáhlou nabídkou podpory počátkem roku 2008, ale efekt zpočátku neodpovídal vloženému úsilí. Materiály (např. postgraduální skripta Neurowiki) vznikaly velmi pomalu, protože učitelé byli příliš zaneprázdnění a technologický práh byl pro ně příliš vysoký.

Na konci roku 2008 byli proto do projektu přibráni studenti, aby podpořili vytížené učitele.

To, co se stalo, bylo fascinující: pár studentů přineslo do projektu tolik aktivity a nadšení, že se WikiSkripta začala nejen velmi rychle rozvíjet technicky, ale velmi rychle rostl také po-



Obrázek 13 – Úvodní stránka wikiskripta

čet článků. Studenti zde našli nástroj, kterým své (do té doby rozptýlené) poznámky z přednášek a přípravy na zkoušky mohli dovést na vyšší úroveň, efektivně sdílet a verifikovat vystavením materiálu očím odborné veřejnosti. Články na Wikiskriptech jsou pravidelně kontrolovány odborníky – pedagogy lékařských fakult (každý článek má příznak, zda již byl zkontrolován učitelem). Tak lze zajistit vysokou úroveň článků a jen tak se mohou studenti spolehnout na správnost zde uvedených informací.

Výhodou pro tvorbu nových a inovací stávajících výukových materiálů je to, že učitelé nemusí vytvářet články od začátku, mohou editovat a doplňovat materiály vytvořené komunitou (nebo vytvářet články nové).

Před zapojením studentů obsahovala WikiSkripta asi 100 článků. Za tři měsíce vzrostl tento počet na 500, a za šest měsíců pak na impozantních 1000 článků. Dnes mají WikiSkripta více než deset tisíc článků z různých oborů medicíny a stále rostou (obr 13).

WikiSkripta a Mefanet jsou dnes v České republice nejnavštěvovanějším portálem pro studium medicíny (desítky tisíc zobrazených stránek denně), spontánně se rozvíjejí a integrují do sebe další projekty. Soustřeďují sdílený digitální výukový obsah lékařských fakult v České a Slovenské republice a dnes patří mezi největší evropské databáze výukového obsahu z oblasti medicíny.

Poučení z tohoto příběhu: Nečekejme, že mezioborovou spolupráci někdo zorganizuje ze shora, podstatná je iniciativa zdola. Příběh vzniku Khan Academy, vytvoření prvních MOOC kurzů, zrod sítě MEFANET a WikiScript je dokladem toho, že to jde.

7 Závěr – probudíme spícího obra?

Shrňme si poučení z pěti příběhů:

- Univerzity jsou přirozeným zdrojem mezioborové spolupráce,** a mezioborová spolupráce je významným zdrojem inovací. Bez těsné spolupráce specialistů z mnoha oborů vyučovaných na Stanfordově univerzitě by nebylo možné vytvořit první prakticky použitelné samořídící auto.
- Multioborová inovativní jádra** vznikají na jednotlivých pracovištích **při řešení konkrétních problémů.** Nejpřirozenějším generátorem multioborové spolupráce na univerzitě je zapojení odborníků z různých pracovišť univerzity (i z různých fakult) na řešení společného inovativního projektu. Příkladem je vytvoření prvního lékařského trenažéru s robotizovanou figurinou pacienta, řízenou matematickým modelem.
- V akademické sféře** mohou vzniknout **zcela průlomové inovace,** jejich rozvoj potencuje **meziuniverzitní spolupráce a zakládání malých inovačních firem** při univerzitách. Průlomovou inovací byl i jazyk Modelica, který umožnil psát program jako soustavu rovnic a hledání algoritmu jejich řešení přenechat počítači. Tento jazyk, dnes široce využívaný v programech pro počítačové konstruování, vznikl ve spolupráci švédských i dalších evropských univerzit a spolupracujících inovačních firem.
- Startupy a spin-off firmy jsou inovačními semínky,** které napomáhají univerzitě realizovat výsledky výzkumu v praxi. Spolupráce univerzit a inovačních firem má synergický efekt a je strategickým inovativním jádrem rozvoje. Vznik Silicon Valley v USA či IDEONu kolem univerzity v Lundu jsou toho příkladem.
- Nečekejme, až mezioborovou a meziuniverzitní spolupráci někdo zorganizuje shora, **podstatná je iniciativa zdola.** To, že to jde i u nás, ukazuje např. vznik sítě MEFA-NET a Wikiskript.

V České republice univerzity bohužel dosud fungují spíše jako konfederace často málo spolupracujících fakult, a inovační potenciál multioborové spolupráce není dosud dostatečně využíván. Podpora spin-off firem a startupů je přes veškeré úsilí v posledních letech nedostatečná.

Pro inovativní rozvoj má velký význam spolupráce technických a klasicky univerzitních oborů. Přední světové univerzity si to již dávno uvědomili – existuje např. široká spolupráce mezi MIT a Harvardovou univerzitou. Některé přední světové univerzity (např. Stanfordská univerzita nebo univerzita v Lundu) mají ve svém vzdělávacím portfoliu jak klasické univerzitní obory tak i technické fakulty.

V Praze je pro budoucnost klíčová meziuniverzitní spolupráce mezi Univerzitou Karlovou a ČVUT (a také s vysokými školami, které český lev ve znaku ČVUT v průběhu času poztrácel – resp. z původních fakult ČVUT vznikly samostatné vysoké školy – je to VŠCHT, VŠE a Zemědělská univerzita).

Mezioborová spolupráce napříč obory a podpora spolupráce s vývojovými podniky přitom skýtá velký inovační a rozvojový potenciál a může nejen odhalit nové možnosti univerzit, ale i významně ovlivnit i hospodářský rozvoj.

Pražské univerzity tak obrazně připomínají spícího obra, který čeká na probuzení.

Nečekejme, že obra vzbudí nějaký kouzelný šém seshora – vzbudit ho může pouze aktivita zdola. zdola. Nikdo jiný, než učitelé a studenti našich Alma Mater, to za ně neudělá.

Literatura

- [1.] Thrun S, Montemerlo M, Dahlkamp H, Stavens D, Aron A, Diebel J, et al. Stanley: The Robot That Won the DARPA Grand Challenge. In: Buehler M, Iagnemma K, Singh S, editors. *The 2005 DARPA Grand Challenge: The Great Robot Race*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007. pp. 1–43. doi:10.1007/978-3-540-73429-1_1
- [2.] Simulační centrum KARIM 1. LF UK a ÚVN Praha. In: *Ústřední vojenská nemocnice Praha (ÚVN) [Internet]*. 2022 [cited 14 Dec 2022]. Available: <https://www.uvn.cz/cs/simulacni-centrum-karim>
- [3.] Centrum medicínských simulací - 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy. 2022 [cited 14 Dec 2022]. Available: <https://www.lf1.cuni.cz/centrum-lekarskych-simulaci>
- [4.] Simulační centrum Masarykovy univerzity. 2022 [cited 14 Dec 2022]. Available: <https://www.med.muni.cz/simu>
- [5.] Simulační centrum Západočeské univerzity. 2022 [cited 14 Dec 2022]. Available: https://www.fzs.zcu.cz/cs/Research/Simulation_center
- [6.] Simulační centrum Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci králové. [cited 14 Dec 2022]. Available: <https://www.lfhk.cuni.cz/simcen/>
- [7.] Olomouc FN. Simulační medicínské centrum (SIMECE). [cited 14 Dec 2022]. Available: <https://www.fnol.cz/kliniky-ustavy-oddeleni/simulacni-medicinske-centrum-simece>
- [8.] Thoman WJ, Gravenstein D, van der Aa J, Lampotang S. Auto-regulation in a Simulator-Based Educational Model of Intracranial Physiology. *J Clin Monit Comput*. 1999;15: 481–491. doi:10.1023/A:1009998606087
- [9.] Comenius JA. *Schola ludus seu Encyclopaedia Viva*. Sarospartak; 1656.
- [10.] *Just physiology | human model charting: Pages*. [cited 15 Dec 2022]. Available: <http://justphysiology.com>
- [11.] HumMod. [cited 15 Dec 2022]. Available: <http://hummod.org>
- [12.] PVLoops LLC. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://harvi.online/site/welcome/>
- [13.] Kofránek J, Mateják M, Privitzer P. *Web simulator creation technology*. MEFANET report. 2010;3: 32–97. Available: <http://www.physiome.cz/references/mefanetreport3.pdf>

- [14.] Physiomodel - Model of physiology in Modelica based on HumMod and Physiobrary. 2015 [cited 12 Oct 2022]. Available: <https://www.physiomodel.org/>
- [15.] Physiobrary. [cited 1 Mar 2019]. Available: <http://www.physiolibrary.org/>
- [16.] Mateják M, Kofránek J. Physiomodel - an integrative physiology in Modelica. 2015 37th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). 2015. pp. 1464–1467. doi:10.1109/EMBC.2015.7318646
- [17.] Mateják M, Kulhánek T, Šilar J, Privitzer P, Ježek F, Kofránek J. Physiobrary-Modelica library for physiology. Proceedings of the 10th International Modelica Conference; March 10-12; 2014; Lund; Sweden. Linköping University Electronic Press; 2014. pp. 499–505. Available: <http://www.ep.liu.se/ecp/article.asp?issue=096&volume=&article=052>
- [18.] Kofranek J, Matousek S, Rusz J, Stodulka P, Privitzer P, Matejak M, et al. The Atlas of Physiology and Pathophysiology: Web-based multimedia enabled interactive simulations. *Comput Methods Programs Biomed.* 2011;104: 143–153. doi:10.1016/j.cmpb.2010.12.007
- [19.] Atlas fyziologie a patofyziologie. [cited 1 Mar 2019]. Available: http://www.physiome.cz/atlas/index_cz.html
- [20.] Šilar J, Polák D, Mládek A, Ježek F, Kurtz TW, DiCarlo SE, et al. Development of In-Browser Simulators for Medical Education: Introduction of a Novel Software Toolchain. *J Med Internet Res.* 2019;21: e14160. Available: <https://www.jmir.org/2019/7/e14160/>
- [21.] Šilar J, Ježek F, Mládek A, Polák D, Kofránek J. Model visualization for e-learning, Kidney simulator for medical students. Proceedings of the 13th International Modelica Conference, Regensburg, Germany, March 4–6, 2019. Linköping University Electronic Press; 2019. pp. 393–402. Available: <http://www.ep.liu.se/ecp/157/040/ecp19157040.pdf>
- [22.] Kofránek J, Ježek F, Šilar J, Mládek A, Mateják M, Kulhánek T. Nová generace elektronických učebnic se simulačním jádrem. *Medsoft.* 2020;32: 63–72. doi:10.35191/medsoft_2020_1_32_63_72
- [23.] Kofránek J, Kulhánek T. Standardizace – cesta k open source technologiím pro webové simulátory. *Medsoft.* 2021;33: 25–34. doi:10.35191/medsoft_2021_1_33_25_34
- [24.] Kulhánek T, Mládek A, Brož M, Kofránek J. Bodylight.js web components - webové komponenty pro webové simulátory. *Medsoft.* 2021;33: 48–52. doi:10.35191/medsoft_2021_1_33_48_52
- [25.] egolem.online. 2022 [cited 12 Oct 2022]. Available: <https://egolem.online/>
- [26.] Elmqvist H. Modelica evolution - from my perspective. Proceedings of the 10th International Modelica Conference, March 10-12, 2014, Lund, Sweden. Linköping University Electronic Press; 2014. doi:10.3384/ecp1409617
- [27.] The Modelica Association. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://modelica.org/>
- [28.] Modelica Language. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://modelica.org/modelicalanguage>
- [29.] Heinke S, Pereira C, Leonhardt S, Walter M. Modeling a healthy and a person with heart failure conditions using the object-oriented modeling environment Dymola. *Med Biol Eng Comput.* 2015;53: 1049–1068. doi:10.1007/s11517-015-1384-6
- [30.] Wolfram System Modeler: Modeling, Simulation & Analysis. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.wolfram.com/system-modeler/>
- [31.] Modelica Language Specification, version 3.5. Available: <https://modelica.org/documents/MLS.pdf>
- [32.] Simcenter Amesim. In: Siemens Digital Industries Software [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/simcenter/simcenter-amesim.html>
- [33.] MapleSoft - Software for Mathematics, Online Learning, Engineering. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.maplesoft.com/>
- [34.] Bastian J, Enge-Rosenblatt O, Schneider P. MOSILAB—a Modelica solver for multiphysics problems with structural variability. Conference on Multiphysics Simulation-Advanced Methods for Industrial Engineering. *academia.edu*; 2010. Available: https://www.academia.edu/download/43553633/MOSILAB_-_a_Modelica_solver_for_multiphysics20160309-6617-1fmc0zp.pdf
- [35.] ESI Group. SimulationX - System Simulation Software. In: ESI Group [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.esi-group.com/products/system-simulation>
- [36.] OpenModelica. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.openmodelica.org/>
- [37.] Open Source Modelica Consortium. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://openmodelica.org/home/consortium>
- [38.] Creative connections. [cited 23 Mar 2018]. Available: <http://www.creativeconnections.cz/>
- [39.] Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky. In: Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <http://www.physiome.cz/cs/>
- [40.] Mateják M, Ježek F, Tribula M, Kofránek J. Physiobrary 2.3-An Intuitive Tool for Integrative Physiology. *IFAC-PapersOnLine.* 2015;48: 699–700. Available: https://www.researchgate.net/profile/Marek-Matejak/publication/281527992_Physiobrary_23_-_An_Intuitive_Tool_for_Integrative_Physiology/links/55f29ed608ae0af8ee1f906d.pdf
- [41.] Matejak M, Tribula M, Ježek F, Kofranek J. Free Modelica Library for Chemical and Electrochemical Processes. Proceedings of the 11th International Modelica Conference, Versailles, France, September 21-23, 2015. Linköping University Electronic Press; 2015. pp. 359–366. Available: <http://www.ep.liu.se/ecp/article.asp?issue=118&volume=&article=38>
- [42.] Physiomodel. [cited 14 Feb 2019]. Available: <http://www.physiomodel.org/>
- [43.] Ježek F, Tribula M, Kulhánek T, Mateják M, Privitzer P, Šilar J, et al. Surviving sepsis - a 3D integrative educational simulator. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2015;2015: 3679–3682. doi:10.1109/EMBC.2015.7319191
- [44.] Mateják M. Formalization of Integrative Physiology. Charles University in Prague. Ph.D. dissertation. Kofránek J, advisor. Charles University. 2015. Available: <https://github.com/MarekMatejak/dissertation/blob/master/thesis.pdf>
- [45.] Ježek F. Model of circulatory, blood gases transport and acid-base for medical simulators and intensive care clinical aid system. Ph.D. dissertation. Lhotská L, Kofránek J, advisors. Czech Technical University in Prague, Faculty of Electrical Engineering. Available: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/81484/F3-D-2019-Jezek-Filip-DctoralThesis-FilipJezek-MainText.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- [46.] Šilar J. Modelica in physiological modelling. Ph.D. dissertation. Kofránek J, advisor. Charles University. 2019. Available: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/108819/140078513.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [47.] Hubený J. Zkrachovalý Technopark Pardubice chce jeho nový majitel rozšířovat. In: *iDNES.cz* [Internet]. 1 Dec 2016 [cited 15 Dec 2022]. Available: https://www.idnes.cz/pardubice/zpravy/technopark-pardubice.A161201_2289683_pardubice-zpravy_jah
- [48.] Khan Academy. In: Khan Academy [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.khanacademy.org/>
- [49.] Bill Gates' favorite teacher. 23 Aug 2010 [cited 15 Dec 2022]. Available: https://archive.fortune.com/2010/08/23/technology/sal_khan_academy.fortune/index.htm
- [50.] Khanova škola. In: Khanova škola [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://khanovaskola.cz/>
- [51.] Russell PN. Artificial Intelligence: A Modern Approach by Stuart Russell and Peter Norvig contributing writers, Ernest Davis [et al]. 2010. Available: <https://www.academia.edu/download/61853459/Artificial-Intelligence-A-Modern-Approach-3rd-Edition-by-Stuart-Russell-Peter-Norvig20200121-107745-13gd7bj.pdf>
- [52.] Abu AB. Learning Artificial Intelligence clip by clip: Post class reflections on the first online Norvig-Thrun-Stanford-Know Labs Artificial Intelligence course. *Frontiers in Education Conference (FIE), 2012. IEEE;* 2012. pp. 1–7. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6462298/>

Jiří Kofránek

- [53.] Udacity. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.udacity.com/>
- [54.] Coursera. In: Coursera [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.coursera.org/>
- [55.] edX. In: edX [Internet]. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.edx.org/>
- [56.] Mefanet. [cited 15 Dec 2022]. Available: <https://www.mefanet.cz/>
- [57.] Štuka Č, Vejražka M, Kajzar P, Kofránek J. Wikiskripta. Medsoft. 2016;28: 169–178. Available: <http://www.creativeconnections.cz/medsoft/2016.html>
- [58.] Wikiskripta. [cited 12 Dec 2022]. Available: <https://www.wikiskripta.eu/w/Home>

Kontakt

doc. MUDr. Jiří Kofránek, CSc.
Oddělení biokybernetiky
Ústav patologické fyziologie 1. LF UK
kofranek@gmail.com
+420 777 68 68 68