

Nástroje a služby podporující vědeckou práci

Ilona Trtíková

Ilona.Trtikova@cesnet.cz

Současná věda má vysoké nároky na sdílení a zpracování odborných informací a dat. Vědci vytváří výzkumné týmy, které často pracují distribuovaně nejen na národní, ale i mezinárodní úrovni. Všechny tyto potřeby jsou podporovány vývojem softwarových, webových nástrojů a služeb, které zefektivňují a usnadňují spolupráci v rámci výzkumných skupin. V literatuře se často používají pojmy e-věda, otevřená věda, v angličtině e-science, e-research, open science, které zastřešují tyto e-nástroje a služby. V rámci článku je zachycen stav poznání této problematiky v odborné literatuře, seznamuje s výzkumy, které byly provedeny ke zjištění současného stavu.

V rámci současné vědy se zpracovává a vyhodnocuje velké množství informací a dat. Je patrný znatelný nárůst spolupráce ve vědeckém výzkumu v posledních několika dekádách, často se tato skutečnost dokazuje analýzou spoluautorství. Obzvláště je to patrné u disciplín tzv. big science, které se vyznačují potřebou přístupu k unikátním, finančně náročným zařízením nebo zpracováním velkého objemu dat. Počet autorů článků pak značně převyšuje obvyklé číslo u disciplín, které nejsou tak náročné na vybavení (Abramo et al., 2013). Dominantním rysem soudobé vědy je důraz na sdílení dat a jejich znovupoužití, na šíření vědeckých poznatků ve smyslu, duchu otevřené vědy (angl. open science). Tuto myšlenku v rámci programů na podporu vědy, výzkumu a inovací podporuje i Evropská komise (Open Science – Research & Innovation, 2017). Za další znak současného výzkumu lze považovat distribuovaný způsob práce vědeckých týmů na národní i mezinárodní úrovni (Plotnick et al., 2016, Windeler et al., 2015).

Tento styl vědecké práce není možný bez podpory informačních a komunikačních technologií (ICT), které reagují na změnu v dynamice vědy a zároveň usnadňují vývoj nových forem vědeckých postupů. ICT umožňují tvorbu, analýzu, uchování a šíření velkého množství informací a mohou přenastavit celou vědeckou činnost (Liao 2010, Hey et al. 2009). Technologie mají nebývalý potenciál k podpoře spolupráce, která může mít vliv na kvalitu vědeckého procesu (Liao, 2010, Rigby a Edler, 2005). To, že využívání ICT má pozitivní vliv na vědeckou práci a zejména na spolupráci, bylo potvrzeno výzkumem v Jižní Americe na vzorku 400 vědců, členů mezinárodní asociace International Communication Association (Arcila Calderón et al., 2015).

E-nástroje, jak se v literatuře označují nástroje a webové služby, mají rozsáhlý počet specifického použití, ale vědecké prostředí se zejména zaměřuje na (Arcila Calderón et al. 2015):

- Vědecké šíření – komunikace, usnadnění, podpoření a vyjádření vědeckého procesu.
- Analýzu vědeckých dat – zahrnující všechny procedury používané k shromažďování, spravování, vypočítání a ukládání vědeckých informací.

Vědecká spolupráce

Klíčovým slovem současné vědy je spolupráce (angl. collaboration), používá se ve dvojitým smyslu. Jedním z významů je sdílení informací ve smyslu týmové spolupráce, kdy je vytvářeno prostředí pro šíření a sdílení ověřených informací, prezentaci výsledků výzkumu a komunikaci mezi jednotlivými členy týmu. V této souvislosti jsou v odborné literatuře zkoumány sociologické, psychologické aspekty spolupráce, metody komunikace a technické možnosti podpory sdílení informací (Chung et al., 2016, Hara et al., 2003, Pepe 2010). Noriko Hara (2003) nachází v definicích spolupráce dva prvky:

- společná práce pro stanovený cíl,
- sdílení znalostí.

Další smysl spolupráce je v kontextu podpory otevřené vědy. K tomu se v literatuře používá řada termínů, které nejsou terminologicky ustáleny a často bývají zaměňovány mezi sebou. Jejich společným znakem je sdílení velkých objemů datových souborů produkovaných vědci například v rámci náročných výpočtů nebo počítačových simulací (Tenopir et al. 2011, Hara 2003). Jedním z používaných termínů je zejména v USA slovo collaboratory (Finholt, 2003), které „označuje důležitost počítačové podpory spolupráce ve vědě“ (Pepe 2010, s. 4). V Evropě se setkáme s označením grid (Foster a Kesselman, 2004) nebo cyberinfrastructure (Atkins, 2003). Cílem těchto technologií je podpořit sdílení zdrojů mezi jednotlivci, institucemi a virtuálními organizacemi. Častěji je v literatuře používán, a lze ho považovat za zastřešující termín pro označení vědecké práce s využitím technologií, termín e-science, respektive e-research.

Termín e-science poprvé použil John Taylor, generální ředitel Úřadu Spojeného království pro vědu a technologii v roce 1999 v USA. E-science lze definovat jako „výpočetně náročnou vědu, která se provádí ve vysoce distribuovaném síto-

vém prostředí. E-science používá obrovské datové soubory, které vyžadují grid computing." (Dobbs, 2017) Výhodou sdílených dat v prostředí e-science je možnost ověření výsledků výzkumu, příležitost pro jinou interpretaci dat v rámci interdisciplinárního prostředí, jejich dlouhodobé uchování (Tenopir, 2011).

Pojem e-science je v literatuře často zaměňován nebo považován za synonymum slova e-research. E-věda jak lze e-science překládat totiž pronikla i do dalších oborů jako humanitních, sociálních, psychologických (Jirotka, 2006, Schroeder a Fry, 2007), proto se e-research považuje za širší koncept e-science. Výzkumné projekty často využívají výpočetní sítě nebo jiné pokročilé technologie, které zpracovávají intenzivní data, ale pojetí e-research zahrnuje i výzkum prováděný digitálně v libovolném měřítku. Stejně jako e-science se vztahuje na zpracování velkého množství údajů z vědeckých výzkumů, může e-research zahrnovat studie velkých jazykových korpusů v humanitních oborech, nebo integrované analýzy sociální politiky v sociálních vědách (Juan et al. 2012). Dále do konceptu e-research lze zařadit webové nástroje, služby web 2.0 a sociálních sítí, které jsou určeny na podporu spolupráce a na správu a znovupoužití dat, odborných informací (Gil et al., 2007).

Velké výzkumné infrastruktury

S vývojem technologií mají vědci možnost zabývat se datově a experimentálně náročnějším, komplexnějším výzkumem. To se odráží jednak ve finančním zatížení projektů, tak i ve využívání počítačových kapacit a internetových sítí. Proto jsou budovány velké výzkumné infrastruktury, které umožňují vědcům přístup k zařízením a službám často přesahující finanční možnosti jednotlivých organizací. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy uvádí, že velká výzkumná infrastruktura „je výzkumným zařízením nezbytným pro ucelenou výzkumnou a vývojovou činnost s vysokou finanční a technologickou náročností, která je schvalována vládou a zřizována pro využití též dalšími výzkumnými organizacemi“ (Velké výzkumné infrastruktury, 2017). Seznam všech výzkumných infrastruktur pro Českou republiku je uveden v dokumentu vydaném MŠMT pod názvem „Cestovní mapa ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace“¹. Rostoucí význam výzkumných infrastruktur je reflektován řadou významných opatření, a to jak v rovině politické koordinace, tak v rovině přijímání finančních závazků na národní, makro-regionální a panevropské úrovni (Výzkumné infrastruktury v Evropském výzkumném prostoru 2017, Besten et al., 2010). Carol Tenopir et al. (2011) v rámci svého výzkumu se zmiňuje, že infrastruktury budou hrát hlavní roli v budoucnosti sdílení dat.

Rozhodnutím Rady EU bylo ustaveno Evropské strategické fórum pro výzkumné infrastruktury (European Strategy Forum on Research Infrastructures)², které sdružuje členské státy EU a definuje priority pro implementaci výzkumných infrastruktur panevropského charakteru a významu. Současně byla vypracována Cestovní mapa ESFRI³, kde jsou uvedeny i některé významné české výzkumné infrastruktury. Problematické evropských výzkumných infrastruktur provozovaných v informačních a komunikačních technologiích se věnuje e-IRG (e-Infrastructures Reflection Group)⁴.

Do oblasti ICT v Cestovní mapě ČR, je zařazeno sdružení právnických osob CESNET, které provozuje národní e-infrastrukturu, společně s národním superpočítačovým centrem IT4Innovations a infrastrukturou CERIT Scientific Cloud. Tyto infrastruktury zajišťují technické zázemí špičkové vědě a zároveň umožňují vědcům a jejich týmům přístup do mezinárodního výzkumného prostoru.

Národní e-infrastruktura

Pojmem e-infrastruktura bývá označována komplexní sada informatických nástrojů použitelných pro řešení problémů z celé řady oborů. CESNET rozděluje tyto služby do 4 oblastí (E-infrastruktura 2016):

- **Komunikační infrastruktura** nabízí výkonnou bezpečnou počítačovou síť CESNET2, která dokáže zabezpečit a vyrovná se i s výrazně nadstandardními požadavky na objem či kvalitativní parametry přenosů.
- **Gridová infrastruktura – MetaCentrum** – pro zpracování objemných experimentálních výsledků, simulace či modelování složitých systémů, které vyžadují velký výpočetní výkon. Ten bývá obvykle poskytován v podobě clusterů a gridů⁵. Dále poskytuje přístup k programovému vybavení. Kromě využívání hotových aplikací mají vědci samozřejmě k dispozici nástroje pro vývoj a optimalizaci vlastních. To platí i pro zadávání a řízení běhu výpočtů, kde standardní příkazový řádek a webové rozhraní doplňuje integrované a modulární prostředí pro realizaci vědeckého workflow, tzv. portál (Galaxy)⁶.
- **Datová úložiště** – lze snadno využít pro sdílení dat v distribuovaných týmech, jejichž členové pocházejí z různých organizací, stejně jako je lze přímo používat z výpočetního prostředí národního gridu.

¹ Cestovní mapa ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace, MŠMT ČR. *MŠMT ČR* [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vyzkum-a-vyvoj-2/cestovni-mapa-cr-velkych-infrastruktur-pro-vyzkum>

² ESFRI Research Infrastructures - Research & Innovation. *European Commission* [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri

³ ESFRI Roadmap 2016. *European Commission* [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.esfri.eu/roadmap-2016>

⁴ e-Infrastructures Reflection Group [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://e-irg.eu/>

⁵ Grid – systémy propojených a spolupracujících počítačů, mezi něž je rozložena úloha

⁶ Galaxy Community Hub [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://galaxyproject.org/>

- **Prostředí pro spolupráci** – virtuální setkání jako jsou videokonference, webkonference, speciální obrazové přenosy (např. operací, výuky), autentizační infrastruktura nabízí přístup do federace eduID.cz⁷, díky níž uživatelé mohou využít své „domácí“ jméno a heslo pro přístup ke službám provozovaným jinými subjekty.

Jak funguje ICT podpora vědecké komunity lze demonstrovat na spolupráci a roli sdružení CESNET s mezinárodním projektem ELIXIR⁸. Jeho cílem je vybudovat efektivní a ekonomický systém pro ukládání, vyhledávání a zpracování dat z molekulárně-biologických výzkumů. Data nepocházejí z jednoho zdroje, ale jedná se o výsledky řady různých laboratoří. Jedním z důležitých úkolů je proto vyřešit integraci a interoperabilitu dat z jednotlivých zdrojů. Vytvářený systém má hierarchickou strukturu s centrem v britském Hinxtonu, kde sídlí Evropský bioinformatický institut (EBI) koordinující celý projekt. Na něj navazují národní uzly s jednotnou architekturou ve 13 účastnických zemích. Technické prostředky jsou zaměřeny na úložné kapacity, výpočetní výkon a komunikační infrastrukturu. Nad nimi vzniká unikátní softwarové vybavení, které bioinformatické komunitě poskytuje potřebné nástroje pro spolupráci a sdílení dat (Satrapa, 2016).

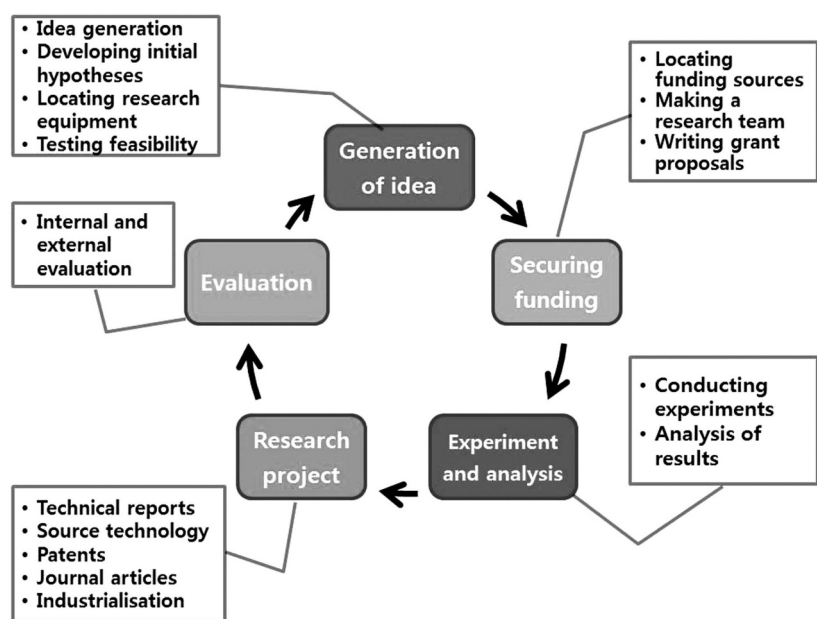
Národní gridová infrastruktura

Rostoucí technické možnosti experimentálních zařízení i prostředků, s nimiž se běžně pracuje, vedou ke zvyšování objemu zpracovávaných dat. Extrémním příkladem je Large Hadron Collider ve švýcarském CERN-u, pro který byla vybudována celoevropská síť úložných a výpočetních kapacit, aby vůbec bylo možné zpracovávat výsledky měření. Nicméně i dostupnější prostředky generují stále více a více dat. Zvyšuje se přesnost měření, rozlišení digitálních mikroskopů a kamer, více a více materiálu se zpracovává digitálně (Satrapa, 2016). Z tohoto důvodu je budována národní gridová infrastruktura – MetaCentrum⁹, systém vzájemně propojených síťových, výpočetních a úložných kapacit a souvisejících služeb pro výzkumnou komunitu ČR. Zahrnuje řadu výpočetních clusterů umístěných v několika lokalitách a patřících různým subjektům jako centru CERIT-SC (CERIT Scientific Cloud), ve vlastnictví CESNET se nachází asi polovina strojů MetaCentra. Všechny jsou integrovány do jednotného prostředí se společnou správou uživatelů a úloh. MetaCentrum má statut Národní gridové infrastruktury (NGI) České republiky v rámci projektu EGI – European Grid Infrastructure¹⁰.

Velkým tématem v současnosti jsou cloudové služby, které jsou schopny sdružovat zdroje a služby a tím ušetřit náklady, navýšit kapacitu, výkon, využití (A GÉANT Clouds website, 2017). European Open Science Cloud je nová aktivita vycházející z Evropské komise, jejím cílem je začít řešit otázky dlouhodobé péče o výsledky vědeckých projektů, přispět ke konsolidaci prostředí infrastruktur a lépe propojit e-infrastruktury na evropské úrovni (Matyska, 2017, European Open Science Cloud, 2016).

Podpora vědeckého procesu ICT

Jak je patrné z předchozího textu, technologickému zabezpečení výzkumu je věnována patřičná pozornost. Vědecká práce ale není pouze o zpracování velkého objemu dat a experimentech. V rámci celého vědeckého procesu (obr. 1.) – generování myšlenky, stanovení hypotézy, zabezpečení financování, samotný výzkum (experiment a analýza), výzkumný projekt (technické zprávy, články, patenty atd.) až po evaluaci, vědci využívají komunikační a výpočetní techniku, webové nástroje a služby. Začlenění digitálních technologií, speciálně používání osobních počítačů a kancelářských balíků, je nyní běžné ve všech vědeckých oborech, vlastně není možné představit si akademickou nebo vědeckou práci bez nástrojů jako email nebo textové procesory (ARCILA et al., 2013). Řada služeb a programů podporuje vědeckou práci začlenění funkcí jako možnost práci s citacemi nebo začleněním revize, které zefektivňují spolupráci autorů.



Obr. 1 Vědecký cyklus (Kwon, 2017)

⁷ Česká akademická federace identit eduID.cz.eduID.cz [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.eduid.cz/>

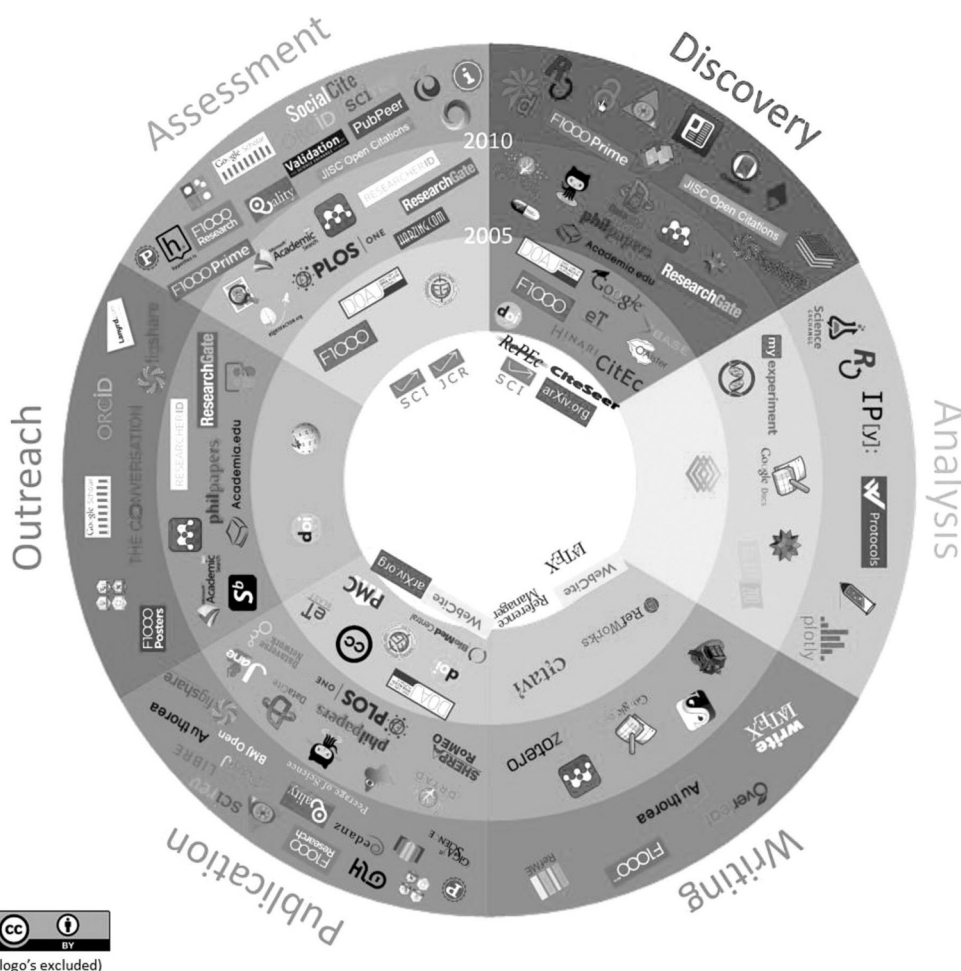
⁸ ELIXIR: A distributed infrastructure for life-science information. ELIXIR [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.elixir-europe.org/>

⁹ MetaCentrum NGI. CESNET [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.metacentrum.cz/cs/>

¹⁰ EGI Advanced Computing Services for Research. EGI [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.egi.eu/>

Dalším příkladem mohou být sociální sítě, které vědci využívají pro šíření a sdílení svých poznatků, nalézání partnerů pro výzkum. Pro vědecké účely existují speciálně navržené sítě jako ResearchGate, Academia.edu, které podporují šíření vědeckých poznatků a vytvářejí podmínky pro spolupráci. (REBIUN, 2011)

Nabízených služeb a nástrojů je celá řada a většinou záleží na druhu prováděného výzkumu, které informační a komunikační technologie vědec nebo tým zvolí. Co vše vědci mohou využívat, lze demonstrovat na průzkumech, které řešily otázku využívání ICT ve vědě. Jedním z komplexnějších mezinárodních výzkumů je dotazníkový průzkum z let 2015 – 2016 provedený knihovnou Utrecht University v Nizozemí, který na vzorku 20 663 vědců, knihovníků, editorů, vydavatelů a dalších skupin, zkoumal využívání nových online nástrojů a webových služeb v rámci vědecké komunikace. K tomu to účelu vytvořili databázi s více než 600 nástroji (400+ Tools and innovations in scholarly communication, 2017) a nadále ji aktualizují. V průzkumu vycházeli z vědeckého cyklu (obr. 2), který zahrnuje 17 vědeckých aktivit v oblastech vyhledávání, analýzy, psaní, publikování, šíření a hodnocení výsledků výzkumu. Pro každou aktivitu vybrali 7 zástupců služeb a nástrojů, vždy 4 – 5 více známé a 2 – 3 méně známé. Cílem výzkumu bylo zjistit, jak vypadá vědecký proces (vědecké workflow), jaké nástroje a služby vědci používají. Na základě toho to průzkumu chtějí autoři pokračovat v aktivitách, které by umožnili propojit mezi sebou nástroje, služby a vizualizovat výsledky tak, aby mohli s vývojáři systémů a infrastruktur diskutovat o vzájemné interoperabilitě, jejichž cílem bude otevřeně vědecké workflow (Bosman a Kramer, 2015).



Obr. 2 Příklady ICT nástrojů v rámci vědeckého cyklu (Bosman a Kramer, 2015)

Podpora e-vědy informačními profesionály

V roce 2009 mezinárodní asociace vědeckých knihoven ARL (The Association of Research Libraries)¹¹ provedla průzkum, jak a zda jsou knihovny podporující aktivity e-science v jejich institucích. Bylo zjištěno, že 73 % účastníků průzkumu nějakou formou podporuje e-science. Některé knihovny uvedly, že poskytují e-science konzultace a referenční služby k nalezení a použití dostupných technologií infrastruktury, hledání relevantních dat, vývoj nástrojů na podporu

¹¹ ARL. Association of Research Libraries [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.arl.org/>

vědecké práce. V odpovědích se objevily i témata k dlouhodobé archivaci dat. V dokumentu, který ARL vydala, obsahující výsledky výzkumu jsou zahrnuty případové studie z významných univerzitních knihoven, a dále jsou uvedeny konkrétní činnosti na podporu e-vědy na své domovské organizaci (Soehner et al., 2010).

Knihovny reagují na e-vědu a inovativní postupy ve vědě zaváděním nových služeb jako je nastavení management plánu vědeckých dat, správa institucionálních repozitářů, asistence ve spolupracujícím virtuálním vědeckém prostředí, pomoc při šíření vědeckých výstupů politikou otevřeného přístupu (Schmidt et al., 2016). V rámci diskuzí se otevírají nová témata, ke kterým mohou informační specialisté přispět svými znalostmi a zkušenostmi z práce s výzkumníky. Proto ARL řeší nové kompetence informačních profesionálů z pohledu e-vědy a vědeckého workflow. Pro nové role knihovníků vytvořila asociace dva profily (Ruttenberg a Shearer, 2016). Jeden profil pro management vědeckých dat, kde jsou vyjmenovány možné role knihovny a hlavní kompetence, seznam názvů pracovních pozicí. Druhý dokument je věnován vědecké komunikaci a otevřenému přístupu.

Závěr

Na podporu vědecké práce a komunikace informačními technologiemi lze nahlížet z různých úrovní. Jedna je z pohledu e-science, která poskytuje vědcům přístup ke službám velkých výzkumných infrastruktur, jako jsou výpočetní prostředky, úložiště dat, vysokorychlostní internet nebo špičkovým zařízením typu urychlovače částic, mikroskopy, atd. Porizování těchto technologií, které převyšují finanční možnosti jedné organizace, bývá koordinováno na úrovni státu, případně větších celků jako Evropská unie. Primární snahou je nejen ušetřit finanční prostředky, ale poskytnout vědcům přístup ke špičkovým zařízením a službám, které dovolují provádět výzkum na světové úrovni. Za další úroveň lze považovat nástroje a služby běžně dostupných prostředků ICT, webu 2.0 a sociálních sítí. Jak ukázal výzkum knihovny Utrecht University, vědci mají k dispozici velké množství různých nástrojů a služeb k různým účelům. Otázkou zůstává dořešení interoperability systémů a tím i nastavení vědeckého workflow za pomoci dobře zvolených ICT technologií. Cílem by mělo být dosažení otevřené vědy, která poskytne přístup k vědeckým výstupům pro další výzkum.

Pro informační profesionály je otevřena řada oblastí v rámci podpory vědy, ve kterých se aktivně zapojují nebo se jim do budoucna mohou věnovat. Knihovníci pracují na tvorbě metadat pro popis vědeckých dat, jsou členy týmů pro nastavení data managementu, poskytují vědcům a jejich týmům pomoc při publikování, sdílení dat a informací. Jednou z nových oblastí může být asistence při zefektivnění vědeckého workflow pomocí ICT technologií.

Použitá literatura

- 400+ Tools and innovations in scholarly communication, 2017. *Google Docs* [online] [vid. 2017b-05-27]. Dostupné z: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1KUMSeq_Pzp4KveZ7pb5rddcssk1XBtILHniD0d3nDqo/edit?usp=embed_facebook
- A GÉANT Clouds website, 2017. *GÉANT Clouds website* [online] [vid. 2017-05-31]. Dostupné z: <https://clouds.geant.org/>
- ARCILA CALDERÓN, Carlos, Mabel CALDERÍN CRUZ a José Ignacio AGUADED GÓMEZ, 2015. *Adoption of ICTs by communication researchers for scientific diffusion and data analysis* [online]. [vid. 2017-05-24]. ISSN 1386-6710. Dostupné z: doi:10.3145/epi.2015.sep.03
- ATKINS, D., 2003. *Revolutionizing science and engineering through cyberinfrastructure. Report of the National Science Foundation Blue-ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure* [online]. [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <https://www.nsf.gov/cise/sci/reports/atkins.pdf>
- BESTEN, Matthijs Den, Robert ACKLAND, Jenny FRY a Ralph SCHROEDER, 2010. *Collaboration among e-research projects in the UK: an analysis using online research methods* [online]. Post-Print hal-00547109. B.m.: HAL [vid. 2016-08-05]. Dostupné z: <https://ideas.repec.org/p/hal/journal/hal-00547109.html>
- BOSMAN, Jeroen, 2015. Academic COMMUNICATION, Academic WRITING, Essential 'how-to' GUIDES, Evidence-based RESEARCH, RESOURCES a Social media|22 COMMENTS, 2015. 101 Innovations in Scholarly Communication: how researchers are getting to grip with the myriad new tools. *Impact of Social Sciences* [online]. [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://blogs.lse.ac.uk/impactofsocialsciences/2015/11/11/101-innovations-in-scholarly-communication/>
- DOBBS, Arta, 2017. *LibGuides: E-Science Institute sponsored by ARL/DLF: Key Concepts and Terms* [online] [vid. 2017-05-24]. Dostupné z: <http://uchc.libguides.com/c.php?g=377220&p=2553937>
- E-infrastruktura, 2016. *CESNET* [online] [vid. 2017-05-31]. Dostupné z: <https://www.cesnet.cz/e-infrastruktura/>
- European Open Science Cloud, 2016. *Open Science – Research & Innovation – European Commission* [online] [vid. 2017-05-31]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud>
- FINHOLT, Thomas, 2003. Collaboratories as a new form of scientific organization. *Economics of Innovation and New Technology* [online]. **12**(1), 5 [cit. 2017-06-01]. DOI: 10.1080/104385903031119.
- FOSTER, Ian a Carl KESSELMAN, ed., 2004. *The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. ISBN 9781558609334.
- GIL, Y., E. DEELMAN, M. ELLISMAN, T. FAHRINGER, G. FOX, D. GANNON, C. GOBLE, M. LIVNY, L. MOREAU a J. MYERS, 2007. Examining the Challenges of
- HEY, Tony, Stewart TANSLEY a Kristin TOLLE, 2009. *The Fourth Paradigm: Data-Intensive Scientific Discovery* [online] [vid. 2017-04-15]. ISBN 978-0-9825442-0-4. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/fourth-paradigm-data-intensive-scientific-discovery/>

- CHUNG, EunKyung, Nahyun KWON a Jungyeoun LEE, 2016. Understanding scientific collaboration in the research life cycle: Bio- and nanoscientists' motivations, information-sharing and communication practices, and barriers to collaboration. *Journal of the Association for Information Science and Technology* [online]. **67**(8), 1836–1848. ISSN 2330-1643. Dostupné z: doi:10.1002/asi.23520
- JIROTKA, Marina, Rob PROCTER, Tom RODDEN a Geoffrey C. BOWKER, 2006. Special Issue: Collaboration in e-Research. *Computer Supported Cooperative Work: The Journal of Collaborative Computing* [online]. **15**(4), 251-255 [cit. 2017-06-01]. DOI: 10.1007/s10606-006-9028-x. ISSN 09259724.
- JUAN, Angel A., Angel A. JUAN, Thanasis DARADOUMIS, Meritxell ROCA, Scott E. GRASMAN a J. FAULIN, 2012. *Collaborative and Distributed E-Research: Innovations in Technologies, Strategies and Applications*. Hershey, PA, USA: IGI Global. ISBN 1-4666-0125-6.
- KWON, Nahyun, 2017. *How work positions affect the research activity and information behaviour of laboratory scientists in the research lifecycle: applying activity theory* [online] [vid. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.informationr.net/ir/22-1/paper744.html>
- LIAO, Chien Hsiang, 2010. How to improve research quality? Examining the impacts of collaboration intensity and member diversity in collaboration networks. *Scientometrics* [online]. **86**(3), 747–761. ISSN 0138-9130, 1588-2861. Dostupné z: doi:10.1007/s11192-010-0309-2
- MATYSKA, Luděk, 2017. European Open Science Cloud (EOSC) aneb budoucnost e-infrastruktur dle EK. In: *Seminář gridového počítání 2017* [online]. [vid. 2017-05-31]. Dostupné z: <https://metavo.metacentrum.cz/cs/seminars/seminar2017/index.html>
- Open Science - Research & Innovation, 2017. European Commission [online] [vid. 2017c-06-01]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm>
- PEPE, Alberto, 2010. *Structure and Evolution of Scientific Collaboration Networks in a Modern Research Collaboratory* [online]. SSRN Scholarly Paper ID 1616935. Rochester, NY: Social Science Research Network [vid. 2016-09-13]. Dostupné z: <http://papers.ssrn.com/abstract=1616935>
- REBIUN, 2011. *Science 2.0: the use of social networking in research* [online]. Rev. 2011. Madrid: Rebiun. [vid. 31. května 2017]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/biblioblog01/science-20-the-use-of-social-networking-in-research>
- RIGBY, J. a J. EDLER, 2005. Peering inside research networks: Some observations on the effect of the intensity of collaboration on the variability of research quality. *Research Policy* [online]. **34**(6), 784–794. ISSN 0048-7333. Dostupné z: doi:10.1016/j.respol.2005.02.004
- RUTTENBERG, Judy a SHEARER, Kathleen 2016. *Librarian Competencies in Support of Research Data Management, Scholarly Communication, Open Access | Association of Research Libraries® | ARL®* [online]. [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: http://www.arl.org/news/arl-news/4043-librarian-competencies-in-support-of-research-data-management-scholarly-communication-open-access#.WS_IJGjyI9P
- SATRAPA, Pavel, 2016. *CESNET | 20 let sdružení CESNET* [online]. Praha: CESNET [vid. 2017-05-28]. ISBN 978-80-906308-0-2. Dostupné z: <https://www.cesnet.cz/sdruzeni/dokumenty/20-let/>
- SCHMIDT, Birgit, Pascal CALARCO, Iryna KUCHMA a Kathleen SHEARER, 2016. *Time to Adopt: Librarians' New Skills and Competency Profiles* [online] [vid. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://goedoc.uni-goettingen.de/goescholar/handle/1/13347>
- SCHROEDER, Ralph a Jenny FRY, 2007. Social Science Approaches to e-Science: Framing an Agenda. *Journal of Computer-Mediated Communication* [online]. **12**(2), 229-248 [cit. 2017-06-01]. DOI: 10.1111/j.1083-6101.2007.00338.x. ISSN 10836101.
- SOEHNER, Catherine, Catherine STEEVES a Jennifer WARD, 2010. *e-Science and data support services: a survey of ARL members* [online]. srpen 2010. B.m.: Association of Research Libraries. [vid. 2017-05-28]. Dostupné z: <http://www.arl.org/storage/documents/publications/escience-report-2010.pdf>
- TENOPIR, Carol, Suzie ALLARD, Kimberly DOUGLASS, Arsev Umur AYDINOGLU, Lei WU, Eleanor READ, Maribeth MANOFF a Mike FRAME, 2011. Data Sharing by Scientists: Practices and Perceptions. *PLOS ONE* [online]. **6**(6), e21101. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0021101
- Velké výzkumné infrastruktury, 2017. *MŠMT ČR* [online] [vid. 2017-05-31]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vyzkum-a-vyvoj-2/velke-infrastruktury-vyzkumu>
- Výzkumné infrastruktury v Evropském výzkumném prostoru, 2017. *MŠMT ČR* [online] [vid. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vyzkum-a-vyvoj-2/vyzkumne-infrastruktury-v-evropskem-vyzkumnem-prostoru>

Mgr. Ilona Trtíková

Ilona.Trtikova@cesnet.cz ■

(Ústav informačních studií a knihovnictví, FF UK; CESNET z. s. p. o.)