

# Česká digitální matematická knihovna

Miroslav BARTOŠEK

Masarykova univerzita, Ústav výpočetní techniky, Brno  
bartosek@ics.muni.cz

INFORUM 2008: 14. konference o profesionálních informačních zdrojích  
Praha, 28. – 30. 5. 2008

## Abstrakt:

Česká digitální matematická knihovna DML-CZ zpřístupňuje na Internetu matematickou literaturu mezinárodní úrovně vytvořenou na území České republiky od 19. století. Jedná se především o matematické časopisy, ale také vybrané monografie a sborníky konferencí. Na projektu DML-CZ spolupracuje Akademie věd ČR, Masarykova univerzita v Brně a Karlova univerzita v Praze. Projekt je součástí aktivit směřujících k vytvoření Světové digitální matematické knihovny. V tomto článku se zaměříme na tři aspekty České matematické digitální knihovny: nejprve stručně představíme koncepci DML-CZ a její obsah; v druhé části je naznačen postup při zpracování digitalizovaných tištěných dokumentů s využitím Metadatového editoru – nástroje vyvinutého v průběhu řešení projektu; ve třetí části je ukázána vlastní digitální knihovna vybudovaná nad open-source systémem DSpace.

## 1. Co je to DML-CZ

Česká digitální matematická knihovna<sup>1</sup> (zkratka DML-CZ) je fulltextová digitální knihovna zaměřená na oblast matematiky. Jejím cílem je volně zpřístupnit na internetu nejvýznamnější českou matematickou literaturu, potenciálně jako součást plánované světové digitální matematické knihovny WDML – World Digital Mathematics Library. Knihovna nabízí především časopisy (v současnosti jde o 10 časopiseckých titulů, včetně *Časopisu pro pěstování matematiky a fyziky* vydávaného již od roku 1872), vybrané monografie (mimo jiné například sebrané spisy proslulého českého matematika Bernarda Bolzana) a sborníky matematických konferencí. Práce na DML-CZ započaly v roce 2005, dokončena bude v roce 2009. V současnosti knihovna zahrnuje již kolem 16 tisíc matematických článků (přes 160 000 stran textu) a v polovině června tohoto roku ji čeká oficiální představení mezinárodní odborné veřejnosti. Vedle provádění vlastní digitalizace a budování uživatelské digitální knihovny jsou v projektu DML-CZ zkoumány i pokročilé technologie pro digitalizaci matematiky a vyvíjeny podpůrné softwarové nástroje.

Na projektu DML-CZ spolupracují matematici, počítačovní specialisté, knihovníci a studenti pěti institucí: Matematického ústavu AV ČR (koordinace projektu), Knihovny AV ČR (digitalizace), Ústavu výpočetní techniky Masarykovy univerzity (integrace digitálních dokumentů a implementace digitální knihovny), Fakulty informatiky Masarykovy univerzity (OCR a začleňování aktuálních digitálních čísel časopisů) a Matematicko-fyzikální fakulty Karlovy univerzity v Praze (tvorba metadat). Více informací o projektu DML-CZ lze nalézt na <http://dml.muni.cz>.

---

<sup>1</sup> Česká digitální matematická knihovna vzniká v rámci projektu 1ET200190513 programu „Informační společnost“ AV ČR, řešeného s grantovou podporou AV ČR v letech 2005-2009.

Do DML-CZ jsou zařazovány materiály tří různých forem ze tří různých období:

1. *tištěné dokumenty*: časopisy, monografie a sborníky vydané před rokem 1990 a existující obvykle pouze v tištěné podobě. Tyto dokumenty jsou skenovány, obrazy stránek jsou dále zpracovávány (prahování, odstraňování šumu, narovnávání, OCR), následně jsou seskupovány do článků a pro články jsou vytvářena popisná metadata.
2. *retro-born-digital dokumenty*: materiály od počátku devadesátých let do současnosti (do roku 2008). Tyto dokumenty již existují v nějaké digitální podobě, takže není třeba je skenovat. Digitální forma dokumentů však není jednotná a často se v průběhu doby několikrát měnila i v rámci jednoho dokumentu (časopisu), takže je nezbytné konvertovat ji do požadovaného jednotného tvaru. Metadata lze obvykle extrahovat přímo z digitálních dokumentů, je však třeba přitom zohledňovat specifika a možnosti dané digitální formy.
3. *digitální dokumenty přebírané on-line*: jde především o přebírání aktuálně vydávaných čísel časopisů. Cílem je vytvořit pro každý časopis mechanismus, kdy z nově publikovaného čísla časopisu je automaticky vygenerována i verze pro digitální knihovnu DML-CZ. Začleňování nově vydávaných časopiseckých čísel do DML-CZ pak může probíhat automatizovaně, bez nutnosti dodatečné ruční práce.

Digitální knihovna DML-CZ nevzniká jako izolovaný národní systém, je plně integrována do mezinárodního matematického prostředí. Články v DML-CZ a odkazy v seznamech referencí jsou provázány na záznamy a recenze v matematických referenčních databázích MathSciNet (Mathematical Reviews), Zentralblatt-MATH a Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik; knihovna DML-CZ nabízí anglické uživatelské rozhraní a pro neanglické články jsou poskytována základní metadata v angličtině; jsou dodržovány mezinárodní standardy pro zápis matematických výrazů stejně jako technické standardy pro interoperabilitu v rámci připravované světové matematické digitální knihovny. Podobné národní matematické knihovny vznikají i v dalších zemích – zmiňme alespoň francouzský NUMDAM, <http://www.numdam.org> .

## 2. Zpracování tištěných dokumentů – metadatový editor

Digitalizované tištěné dokumenty představují největší objem materiálů v současné DML-CZ. Postup při jejich vytváření sestává z následujících šesti fází:

1. *Příprava*: výběr a příprava materiálů ke zpracování, řešení autorsko-právních aspektů.
2. *Digitalizace*: skenování tištěných materiálů, úpravy digitálních obrazů, pořízení základních stránkových a strukturálních metadat.
3. *OCR*: dvoukrokové automatizované rozpoznávání textu – nejprve běžné rozpoznání textu programem FineReader, na ně navazuje specializované rozpoznávání matematiky programem InftyReader.
4. *Referenční metadata*: získání a předzpracování základních článkových metadat z matematických referenčních databází MathSciNet a Zentralblatt MATH.
5. *Integrace*: vytvoření hierarchicky strukturovaných digitálních dokumentů (u časopisů: titul/ročník/číslo/článek, u sborníků: sborníková řada/sborník/článek, u monografií: kolekce/monografie/část), kontrola a doplnění popisných článkových metadat, zpracování seznamů referencí u jednotlivých článků, vygenerování digitálních článků ve formátu PDF.

6. *Digitální knihovna*: import digitálních objektů (dokumentů a jejich metadat) do digitální knihovny a jejich zpřístupnění uživatelům. Pro tyto účely je adaptován volně dostupný open-source systém DSpace.

Proces vlastního skenování a prvotní digitalizace probíhá v digitalizačním centru Knihovny akademie věd, v prostředí systému Sírius/Kramerius. Souběžně jsou z matematických referenčních databází automatizovaně sklížena referenční metadata, která jsou poté normalizována a upravována pro potřeby DML-CZ. Výstupy digitalizačního centra spolu s referenčními metadaty jsou importovány do *Metadatového editoru* – systému vyvinutého speciálně pro potřeby DML-CZ – kde probíhá jejich další zpracování a integrace směřující k vytvoření článků. Tento proces sestává z následujících kroků:

- vytvoření článkové struktury,
- tvorba článkových metadat,
- generování digitálních článků ve formátu PDF.

## 2.1 Vytvoření článkové struktury

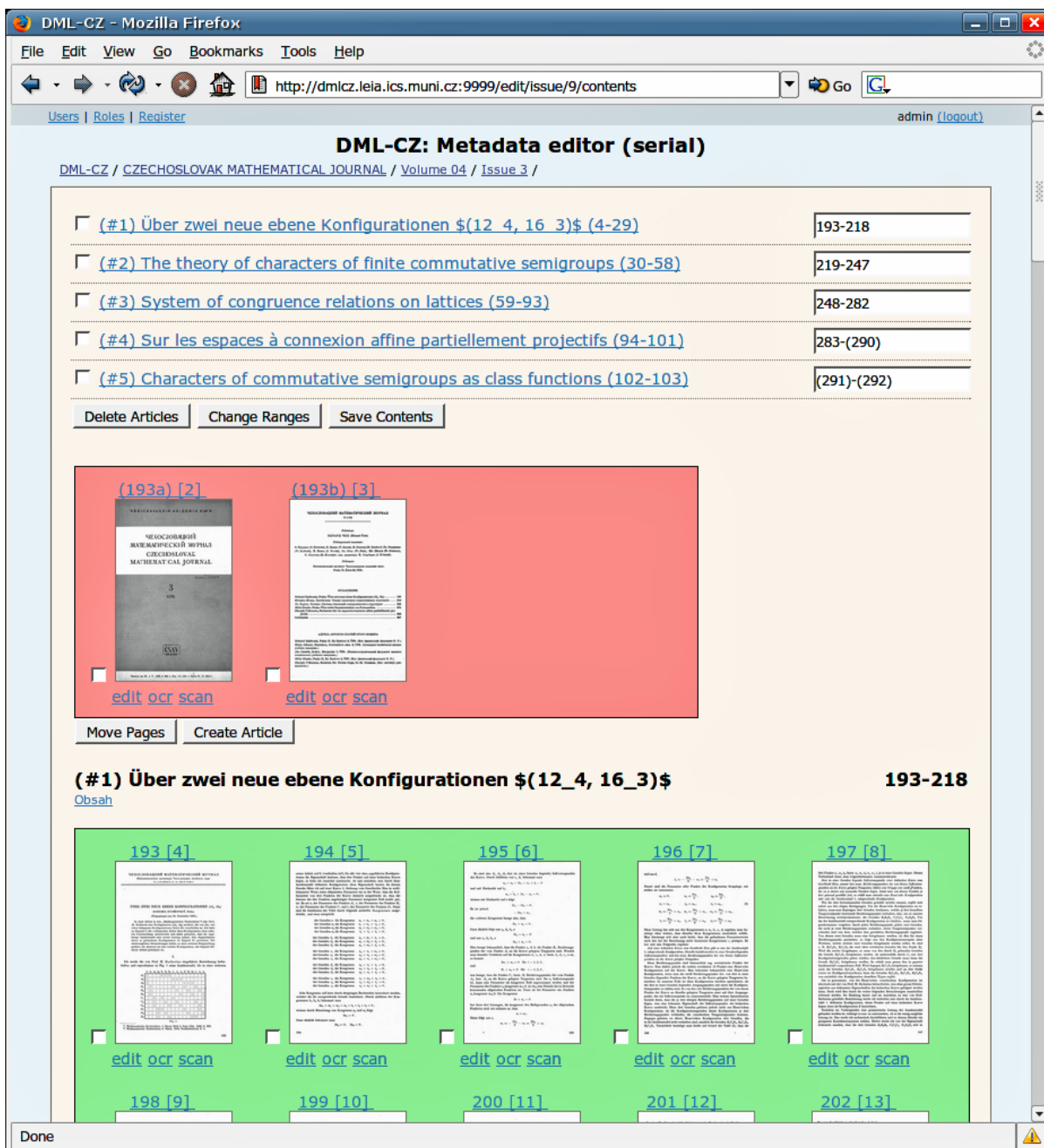
Základní struktura digitálních objektů (v případě časopisu rozdělení titulu do ročníku a čísel) je nastavena již během fáze skenování. V rámci *Metadatového editoru* je následně třeba seskupit jednotlivé naskenované stránky do článků – *vytvořit strukturu časopiseckého čísla*. Protože jde o poměrně pracný proces, snaží se *Metadatový editor* tuto činnost maximálně automatizovat a zefektivnit. Systém nejprve provede automatické seskupení stran do článků na základě stránkových údajů z referenčních metadat a autodetekce hranic článků v textech získaných pomocí OCR. Takto vzniklou článkovou strukturu poté lidská obsluha (operátor) vizuálně zkontroluje a provede potřebné úpravy. *Metadatový editor* k tomu nabízí efektivní nástroj, který přehledně zobrazí náhledy všech stránek čísla uspořádané do skupin podle předpokládaných článků (viz obrázek 1) a umožní s nimi jednoduše manipulovat.

Jednotlivé náhledy stránek lze podle potřeby snadno zvětšovat (pro zobrazení detailů), přesouvat, spojovat do nových skupin či naopak rozpojovat – a takto měnit obsah článků, vytvářet nové články, chybně identifikované články rušit apod. Náhledy zobrazené v červených polích představují stránky vyřazené z článkového zpracování (např. titulní a závěrečné strany čísla, vakáty, obsahové stránky, reklama); náhledy zobrazené v zelených polích reprezentují příslušné články.

Způsoby vytváření článků a organizace časopiseckých čísel jsou u jednotlivých časopisů velmi rozdílné; u starších tištěných ročníků bývají někdy i značně nestandardní (prolínající se články, články přecházející přes hranice čísel, překrývající se číslování stran, přeházené strany aj.). Aby bylo možné vypořádat se i s takovými „základnostmi“, nabízí *Metadatový editor* řadu pomocných funkcí, mezi něž patří například:

- klonování stránek (umožňující řešit případy, kdy jedna stránka patří k více článkům),
- download/upload vybraných stránek (pro lokální úpravy stránkových obrazů),
- změny pořadí stránek uvnitř článku a pořadí článků uvnitř čísla,
- přesuny stránek mezi časopiseckými čísly a ročníky,
- editace logických a fyzických čísel stran,
- seskupování článků do logických sekcí (v rámci daného čísla či sborníku).

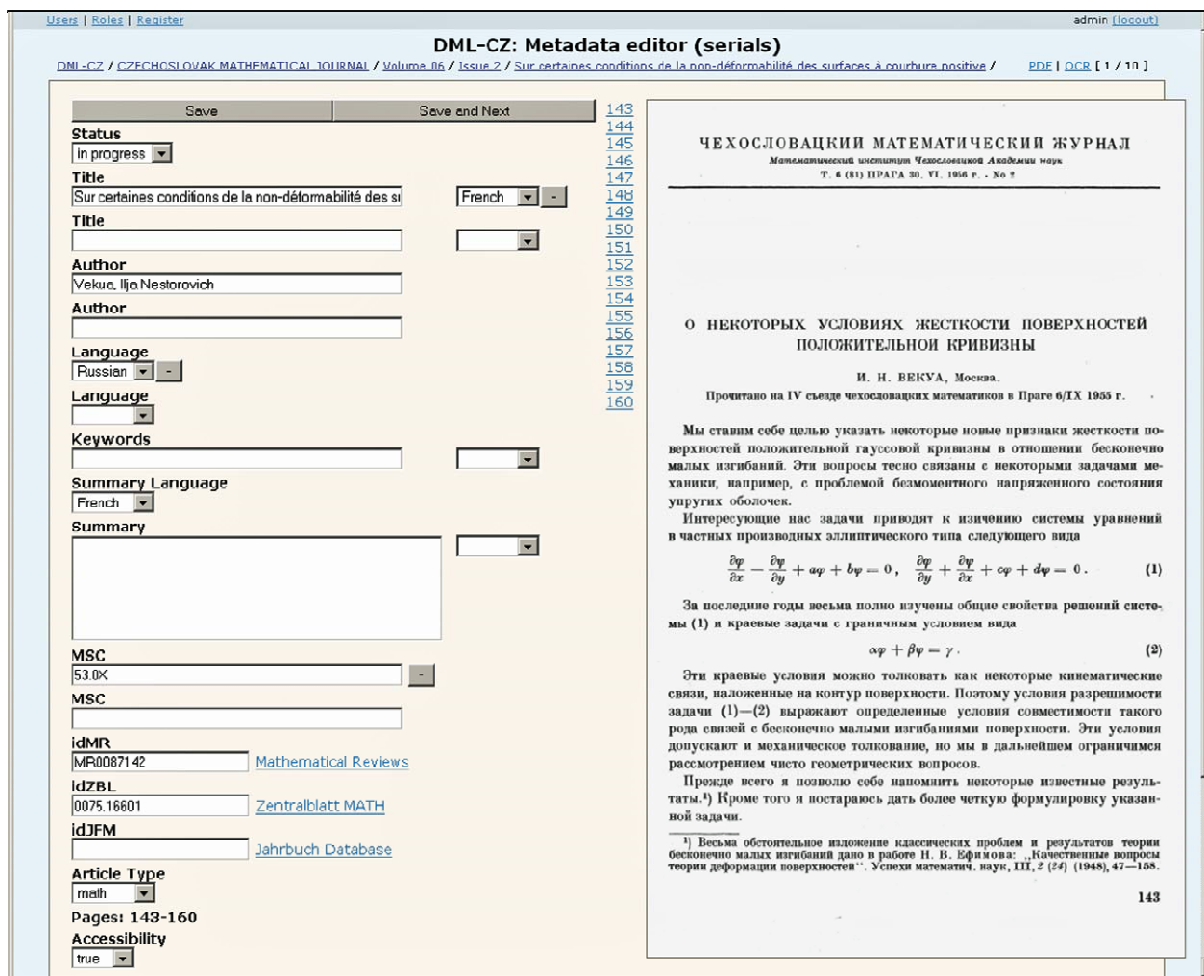
Analogií vytváření článkové struktury u časopisů a sborníků je rozdělení knih do částí (obvykle kapitol).



Obrázek 1: Vytváření článkové struktury časopiseckého čísla

## 2.2 Tvorba článkových metadat

Po vytvoření článkové struktury je dalším krokem *editace popisných metadat* článků: název (v originálním jazyce a v angličtině), autor, jazyk, klíčová slova, kódy MSC (Mathematics Subject Classification), typ článku, identifikátory odkazující do matematických referenčních databází, vazby na související články v DML-CZ, aj. Ve většině případů je metadatový záznam článku již automaticky předvyplněn údaji z referenčních metadat a stačí ho pouze zkontrolovat a doplnit. V případech, kdy referenční metadata článku nejsou k dispozici (nebo se je systému nepodařilo s článkem řádně propojit), je nutné metadatový záznam vytvořit.



Obrázek 2: Editace článkových metadat

Metadatový formulář se skládá ze dvou částí: v levé části okna je formulář pro vyplňování dat, v pravé části jsou zobrazovány naskenované stránky článku. Namísto obrázku stránky si operátor může zobrazit její text vytvořený programem OCR, a použít jej například pro vyplňování metadatového záznamu metodou cut-and-paste.

Systém sám hlídá integritu dat v klíčových polích metadatového záznamu. Například jména autorů jsou přebírána z interního souboru *jmenných autorit* a umožňují zapisovat – v rámci dané jmenné autority – jméno jedné a téže osoby v různých tvarech podle toho, jak jsou uvedena v různých dokumentech (například jméno s rozepsanými křestními jmény nebo s iniciálami, ruské jméno v různých formách transliterace do latinky, jméno s diakritickými znaky zapsanými v kódování UTF-8 nebo pomocí různých TeXových sekvencí, apod.).

Samostatnou součástí článkových metadat je *seznam referencí* (seznam literatury k danému článku). Metadatový editor poskytuje speciální formulář pro opravy a strukturování referencí získaných pomocí OCR – viz obrázek 3. V pravé části formuláře je obrázek stránky se seznamem referencí, v levé části se nachází editační textový blok. V něm je zobrazen OCR-text seznamu referencí, do něhož operátor vkládá dohodnuté značky k zachycení základní struktury citace (autor, název, zbytek) a provádí opravy chybně rozpoznávaných znaků. Opravený seznam referencí se automaticky stává součástí metadat příslušného článku.

Users | Roles | Register mirek (logout)

**DML-CZ: Metadata editor (serials)**

DML-CZ / CZECHOSLOVAK MATHEMATICAL JOURNAL / Volume 07 / Issue 3 / Mathematische Theorie der Torsions- und Bieungsschwingungen anisotroper Stäbe / PDF | OCR [ 3 / 9 ]

Save	Save and Next	374 metadata
<p>nicht vollständig gelöst, dazu müsste man nämlich einen Existenzsatz über die Lösung von (1,1) bis (1,3) beweisen. Es ist naheliegend dazu die Reihen (9,1), (9,2) eingehend zu untersuchen. Insbesondere wäre es nötig die Frage der Konvergenz und gliedweisen Differenzierbarkeit dieser Reihen zu beantworten.</p> <p>LITERATUR</p> <p>[1] L. Collatz: //Eigenwertaufgaben mit technischen Anwendungen, // Leipzig, 1949.</p> <p>[2] R. Courant, D. Hilbert: //Methoden der Mathematischen Physik, // Bd. 1, Berlin 1931</p> <p>[3] E. Kamke: //Mathematische Zeitschrift 46// (1940), 231-286, Berlin.</p> <p>[4] Дж., Сансоне, //Обыкновенные дифференциальные уравнения, I, II, // Москва, 1953.</p> <p>[5] W. Voigt: //Lehrbuch der Kristallphysik, // Leipzig und Berlin, 1910.</p> <p>Резюме</p> <p>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ ПРИ КРУЧЕНИИ И ИЗГИБЕ АНИЗОТРОПНЫХ СТЕРЖНЕЙ</p> <p>АЛОИС АПФЕЛЬБЕК (Alois Apfelbeck), Прага.</p> <p>(Поступило в редакцию 18/IX 1956 г.)</p> <p>В предлагаемой работе автор занимается изучением системы дифференциальных уравнений в частных производных (1Д) с присоединенными начальными условиями (1,2) и краевыми условиями (1,3). Притом постоянные <math>\alpha, \beta, \gamma, \delta</math> удовлетворяют условиям (1,4). На основании свойств функции <math>F(t)</math>, построенной в лемме 2, доказывается единственность решения системы (1,1)-(1,3).</p> <p>В следующей части работы автор изучает проблему собственных значений и функциональных пар для краевой проблемы (3,4), (3,5). Определяется понятие собственного значения, собственной пары и краевой пары. Из соотношения (3,6), справедливого для любых двух краевых пар, выводится, что собственные значения <math>\lambda</math> краевой задачи (3,4), (3,5) вещественны и неотрицательны.</p> <p>На основании соотношения (3,6) определяется кроме того обобщенный коэффициент Рэлея (3,9) для произвольной краевой пары и вводится понятие ортогональных пар (определение (4)).</p> <p>Далее показано, что множество собственных значений или конечно или счетно и что оно не содержит в конечной области точек гущения. P1tak, * 411</p> <p>&lt;hr id="0093"/&gt;</p> <p>поскольку существуют собственные значения, их можно расположить в возрастающей последовательности. <math>\lambda_0 = 0</math> есть собственное значение, которому соответствуют три независимые собственные пары. Для каждого положительного собственного значения тогда существует или одна или</p>		<p>375</p> <p>376</p> <p>377</p> <p>378</p> <p>379</p> <p>380</p> <p>381</p> <p>382</p> <p>383</p> <p>384</p> <p>385</p> <p>386</p> <p>387</p> <p>388</p> <p>389</p> <p>390</p> <p>391</p> <p>392</p> <p>393</p> <p>394</p> <p>395</p> <p>396</p> <p>397</p> <p>398</p> <p>399</p> <p>400</p> <p>401</p> <p>402</p> <p>403</p> <p>404</p> <p>405</p> <p>406</p> <p>407</p> <p>408</p> <p>409</p> <p>410</p> <p>411</p> <p>412</p>
Save		Save and Next

Obrázek 3: Editace referencí

Metadatový editor je vytvořen ve formě webové aplikace, která podporuje souběžnou vzdálenou práci více operátorů, v závislosti na přidělených oprávněních. To umožňuje rozdělit práci na metadatech mezi více osob s různou úrovní znalostí. Základní úkony – jako je kontrola úplnosti skenů, tvorba článkové struktury, doplňování základních článkových metadat nebo úpravy seznamů referencí – je možné svěřit například spolupracujícím studentům matematiky, zatímco profesionální matematikové se zaměřují na anglické překlady názvů, věcnou klasifikaci (Mathematics Subject Classification) či vytváření vazeb mezi souvisejícími články.

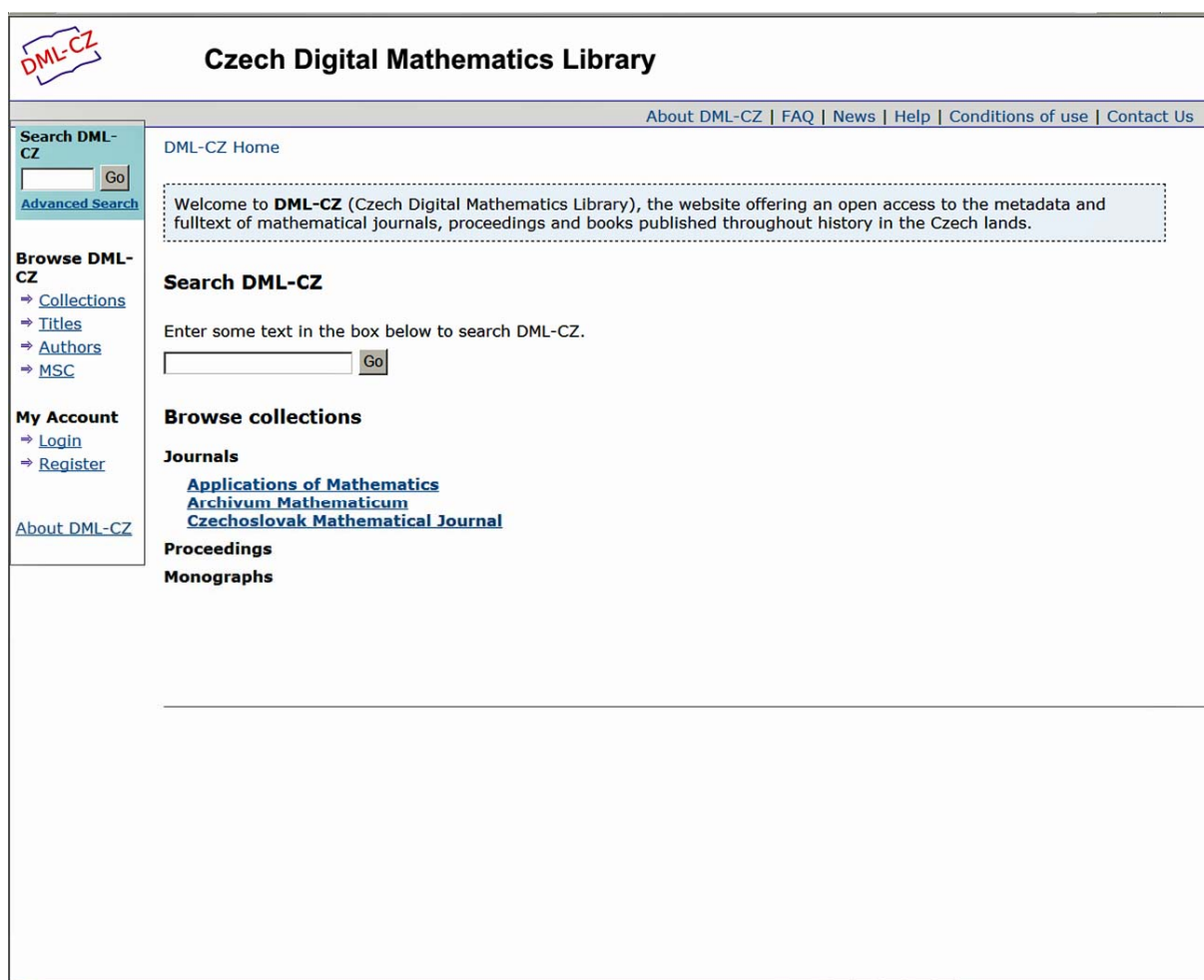
### 2.3 Generování článků v PDF

V závěrečném kroku zpracování dokumentu v Metadatovém editoru jsou generovány pdf-soubory jednotlivých článků. Každý pdf-soubor obsahuje dvě vrstvy: první vrstvu představují naskenované obrázky stránek (tato vrstva je zobrazována koncovému uživateli), druhou vrstvou je text článku získaný pomocí OCR (uživateli se nezobrazuje, slouží pouze pro fulltextové vyhledávání uvnitř článku). Soubor je doplněn automaticky generovanou titulní stranou s bibliografickou citací článku a copyrightovou poznámkou.

Vygenerováním článků je dokončena integrační fáze a veškerá data a metadata daného dokumentu (časopisu) jsou připravena pro import do uživatelské digitální knihovny.

### 3. Digitální knihovna

Pro zpřístupnění obsahu DML-CZ koncovým uživatelům je využit open-source repozitář DSpace s nadstavbou Manakin. DSpace nám poskytuje „zdarma“ veškeré základní funkce digitální knihovny (prezentace digitálního obsahu, procházení sbírek a hierarchických digitálních objektů, vyhledávání v metadatech i plných textech, persistentní identifikátory, metadata v Dublin Core, podpora protokolu OAI-PMH pro sklizení metadat, statistiky, podpora dlouhodobé archivace digitálního obsahu, aj.). Šablonovací systém Manakin umožňuje zase relativně snadno a efektivně přizpůsobit vzhled, strukturu a obsah stránek systému DSpace potřebám DML-CZ.



Obrázek 4: Ukázka pracovní verze úvodní stránky digitální knihovny DML-CZ

Uživatel digitální knihovny DML-CZ má k dispozici jednoduché i pokročilé vyhledávání (v metadatech i plných textech článků) a procházení jednotlivých kolekcí (časopisů, sborníků a monografií) a rejstříků (názvů, autorů a kódů MSC – Mathematics Subject Classification). Vyhledané články jsou poskytovány ve formátu PDF.

Namísto dalšího popisu uveďme obrázky vybraných stránek digitální knihovny DML-CZ.



## Search DML-CZ

[Advanced Search](#)

## Browse DML-CZ

- ⇒ [Collections](#)
- ⇒ [Titles](#)
- ⇒ [Authors](#)
- ⇒ [MSC](#)

## My Account

- ⇒ [Login](#)
- ⇒ [Register](#)

[About DML-CZ](#)

DML-CZ Home  
Applications of Mathematics

[Previous](#) | [Next](#)

## Applications of Mathematics



**Title Original:** Aplikace matematiky (Czech)  
**ISSN:** 0862-7940 (*Print*)  
**Published by:** Mathematical Institute, Academy of Sciences of the Czech Republic

**Home URL:** <http://am.math.cas.cz/>

**Description:** APPLICATIONS OF MATHEMATICS publishes original research papers of high scientific level which are directed towards applications in different branches of science. Among the areas covered are, in particular, engineering problems, solution of differential and integral equations related to applications, mathematical physics, optimization, probability, mathematical statistics, etc. Scientific papers by the authors from the whole world are published in congress languages (mostly in English), sometimes a few pages are devoted to book reviews and news.

**Periodicity:** 6 issues/vol./yr. (bimonthly)  
**Publication Start:** 1956

[Hide...](#)

## Volumes (Years)

<a href="#">Volume 01</a> (1956)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 20</a> (1975)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 02</a> (1957)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 21</a> (1976)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 03</a> (1958)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 22</a> (1977)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 04</a> (1959)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 23</a> (1978)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 05</a> (1960)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 24</a> (1979)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 06</a> (1961)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 25</a> (1980)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 07</a> (1962)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 26</a> (1981)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 08</a> (1963)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 27</a> (1982)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 09</a> (1964)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 28</a> (1983)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 10</a> (1965)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 29</a> (1984)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 11</a> (1966)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 30</a> (1985)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 12</a> (1967)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 31</a> (1986)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 13</a> (1968)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 32</a> (1987)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 14</a> (1969)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 33</a> (1988)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 15</a> (1970)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 34</a> (1989)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 16</a> (1971)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 35</a> (1990)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>
<a href="#">Volume 17</a> (1972)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>	<a href="#">Volume 36</a> (1991)	<a href="#">1</a> <a href="#">2</a> <a href="#">3</a> <a href="#">4</a> <a href="#">5</a> <a href="#">6</a>

Obrázek 5: Stránka časopisu v digitální knihovně DML-CZ



## Search DML-CZ

 
[Advanced Search](#)

## Browse DML-CZ

[Collections](#)[Titles](#)[Authors](#)[MSC](#)

## My Account

[Login](#)[Register](#)[About DML-CZ](#)

DML-CZ Home  
Applications of Mathematics  
Volume 27  
Issue 4

[Previous](#) | [Up](#) | [Next](#)

## Article

HUŤA, ANTON ; STREHMEL, KARL

**Construction of explicit and generalized Runge-Kutta formulas of arbitrary order with rational parameters.** (English). Applications of Mathematics, vol. 27 (1982), issue 4, pp. 259-276

MSC: [65L05](#) | [MR 0666905](#) | [Zbl 0541.65047](#)Full entry | [PDF](#) (2.8 MB)

## References:

- [1] J. C. Butcher: **Implicit Runge-Kutta processes.** Math. Comp. 18, 50 (1964). [Zbl 0123.11701](#)
- [2] A. R. Curtis: **An eight order Runge-Kutta process with eleven function evaluations per step.** Numer. Math. 16, 268-277 (1970). [MR 0270556](#)
- [3] G. Dahlquist: **A special stability problem for linear multistep methods.** BIT 3, 27-43 (1963). [MR 0170477](#) | [Zbl 0123.11703](#)
- [4] B. L. Ehle, J. D. Lawson: **Generalized Runge-Kutta processes for stiff initial-value problems.** J. Inst. Math. Appl. 16, No. 1, 11-21 (1975). [MR 0391524](#) | [Zbl 0308.65046](#)
- [5] A. Friedli: **Verallgemeinertes Runge-Kutta-Verfahren zur Lösung steifer Differentialgleichungssysteme.** Lect. Notes Math. 631, 35 - 50 (1978). [MR 0494950](#)
- [6] P. J. van der Houwen: **Construction of integration formulas for initial value problems.** Amsterdam: North Holland Publishing Company 1976.
- [7] A. Huťa: **The algorithm for computation of the n-th order formula for numerical solution of initial value problem of differential equations.** 5th Symposium on Algorithms, 53 - 61, (1979).
- [8] J. D. Lawson: **Generalized Runge-Kutta processes for stable systems with large Lipschitz constants.** SIAM J. Numer. Anal., Vol. 4, No. 3, 372-380 (1967). [MR 0221759](#) | [Zbl 0223.65030](#)
- [9] K. Nickel, P. Rieder: **Ein neues Runge-Kutta ähnliches Verfahren.** In: ISNM 9, Numerische Mathematik, Differentialgleichungen, Approximationstheorie, 83 - 96, Basel: Birkhäuser 1968. [MR 0266436](#)
- [10] E. J. Nyström: **Über die numerische Integration von Differentialgleichungen.** Acta Soc. Sci. Fennicae, Tom 50, nr. 13, 1-55 (1925).
- [11] A. Prothero, A. Robinson: **On the stability and accuracy of one-step methods for solving stiff systems of ordinary differential equations.** Math. Comp. 28, 145-162 (1974). [Zbl 0309.65034](#)
- [12] K. Strehmel: **Konstruktion von adaptiven Runge-Kutta-Methoden.** ZAMM, to appear 1980.
- [13] J. G. Verwer: **S-stability properties for generalized Runge-Kutta methods.** Numer. Math. 27, 359-370(1977). [MR 0438722](#) | [Zbl 0336.65036](#)
- [14] J. G. Verwer: **Internal S-stability for generalized Runge-Kutta methods.** Report NW 21, Mathematisch Centrum, Amsterdam (1975). [Zbl 0319.65044](#)

Obrázek 6: Metadatový záznam článku v digitální knihovně DML-CZ

CONSTRUCTION OF EXPLICIT  
AND GENERALIZED RUNGE-KUTTA FORMULAS  
OF ARBITRARY ORDER WITH RATIONAL PARAMETERS

ANTON HUŤA and KARL STREHMEL

(Received October 23, 1980)

1. INTRODUCTION

For the numerical solution of initial value problems for ordinary differential equations of the first order

$$(1.1) \quad y'(x) = f(x, y(x)), \quad y(x_0) = y_0 \in \mathbf{R}^n, \quad x \in [x_0, x_N]$$

with  $f : [x_0, x_N] \times \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^n$ , methods of discretization are the only ones applied at present. We assume that  $f$  is Lipschitz continuous in the strip  $S := \{(x, y) \mid x_0 \leq x \leq x_N, y \in \mathbf{R}^n\}$ , which is known to guarantee a unique solution of (1.1). Essential in choosing a numerical method is its order of consistency and its numerical stability which has been treated by numerous authors since the fundamental work of Dahlquist [3] appeared.

In the present article we shall first of all give a general principle for the construction of explicit Runge-Kutta formulas of  $n$ -th order (RK-methods), where the solution of the generally nonlinear conditional equations for the parameters is exact and rational. Up to now, the problem of the construction of RK-methods has been solved only for  $n \leq 10$ . However, for greater  $n$  (see Curtis [2]) some formulas only hold approximately, i.e. the residues of the conditional equations are different from zero. The reason for this lies in the nonlinearity of the system of conditional equations, which increases strongly with the increasing order.

Since the explicit RK-methods are known to have a closed domain of stability they are not suitable for "stiff" systems. These systems can be characterized by the presence of transient components which, although negligible relative to the other components of the solution, constrain the step size of an explicit RK-method to be of the order of the smallest time constant of the problem. Therefore for this class of problems we shall derive, by using an explicit RK-method, a generalized RK-method with an adaptive stability function (ARK-method). For this purpose we need

**DML-CZ** Czech Digital Mathematics Library

About DML-CZ | FAQ | News | Help | Conditions of use | Contact Us

Search DML-CZ   [Advanced Search](#)

DML-CZ Home

**Browse by Mathematics Subject Classification**

- **00** General
- **01** History and biography (**68** articles)
- **02** Logic and foundations (**3** articles)
- **03** Mathematical logic and foundations (**27** articles)
  - **03** Mathematical logic and foundations
    - **03-00** General reference works (handbooks, dictionaries, bibliographies, etc.)
    - **03-01** Instructional exposition (textbooks, tutorial papers, etc.)
    - **03-02** Research exposition (monographs, survey articles)
    - **03-03** Historical (must also be assigned at least one classification number from Section 01) (**2 articles**)
    - **03-04** Explicit machine computation and programs (not the theory of computation or programming)
    - **03-06** Proceedings, conferences, collections, etc.
    - **03A05** Philosophical and critical
    - **03Bxx** General logic (**4** articles)
    - **03Cxx** Model theory (**9** articles)
      - **03Cxx** Model theory
      - **03C05** Equational classes, universal algebra (**6 articles**)
      - **03C07** Basic properties of first-order languages and structures
      - **03C10** Quantifier elimination, model completeness and related topics
      - **03C13** Finite structures
      - **03C15** Denumerable structures
      - **03C20** Ultraproducts and related constructions (**1 articles**)
      - **03C25** Model-theoretic forcing
      - **03C30** Other model constructions
      - **03C35** Categoricity and completeness of theories
      - **03C40** Interpolation, preservation, definability
      - **03C45** Classification theory, stability and related concepts (**1 articles**)
      - **03C50** Models with special properties (saturated, rigid, etc.)
      - **03C52** Properties of classes of models
      - **03C55** Set-theoretic model theory
      - **03C57** Effective and recursion-theoretic model theory
      - **03C60** Model-theoretic algebra (**1 articles**)
      - **03C62** Models of arithmetic and set theory
      - **03C64** Model theory of ordered structures; o-minimality
      - **03C65** Models of other mathematical theories
      - **03C68** Other classical first-order model theory
      - **03C70** Logic on admissible sets
      - **03C75** Other infinitary logic
      - **03C80** Logic with extra quantifiers and operators
      - **03C85** Second- and higher-order model theory
      - **03C90** Nonclassical models (Boolean-valued, sheaf, etc.)

My Account  
 → [Login](#)  
 → [Register](#)

[About DML-CZ](#)

Obrázek 8: Část rozbaleného hierarchického stromu MSC v digitální knihovně DML-CZ

## Literatura:

- [1] Domovská stránka projektu DML-CZ. <http://dml.muni.cz>
- [2] Jiří Rákosník, et al. *DML-CZ: The Objectives and the First Steps*. CMDE2006 - Communicating Mathematics in the Digital Era. Aveiro, Portugal, 15-18 August 2006. Dostupné na <http://dml.muni.cz/docs/aveiro2006-workflow.pdf>
- [3] Miroslav Bartošek, Vlastimil Krejčíř. *Jak se dělá digitální matematická knihovna*. Sborník Automatizace knihovnických procesů 2007, Liberec, Czech Republic, 16.-17.5.2007. Dostupné na <http://www.akvs.cz/akp-2007/08-bartosek-krejcir.pdf>
- [4] Petr Sojka, Jiří Rákosník. *From Pixels and Minds to the Mathematical Knowledge in Digital Library*. Článek připravený pro konferenci MKM 2008 – Mathematical Knowledge Management. Birmingham, UK, 28-30 July 2008.