

# Aktualizace a rozšíření webové databáze nestabilních systémů

Jiří Majer

---

Bakalářská práce  
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Majer**  
Osobní číslo: **A15054**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Aktualizace a rozšíření webové databáze nestabilních systémů**  
Téma anglicky: **Updating the Web-based Database of Unstable Systems**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Důkladně se seznamte se stávající verzí webové databáze, včetně její vnitřní struktury.
3. Provedte migraci celého systému na aktuální verzi zvoleného redakčního systému, přičemž zachovejte dvojjazyčnost celého webu (česky/anglicky).
4. Doplněte databázi dalšími ukázkovými příspěvky – modely reálných nestabilních systémů, u kterých bude uveden jejich stručný popis, matematický model, soubor s vytvořeným modelem v prostředí MATLAB/Simulink a zdroj informací.
5. Optimalizujte web i pro zobrazení na mobilních zařízeních.
6. Dle časových dispozic po konzultaci s vedoucím práce doplňte také další funkčnost a interaktivnost webu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **KOLAŘÍK, Jaroslav. Webová databáze nestabilních systémů. Zlín, 2012. Bakalářská práce na Fakultě aplikované informatiky UTB ve Zlíně.**
2. **Databáze nestabilních systémů [online]. Zlín, 2012 [cit. 2018-11-12]. Dostupné z: <http://www.unstable-systems.cz>**
3. **MARTINÁK, Lukáš. Srovnání současných open source redakčních systémů. Brno, 2009. Bakalářská práce na Fakultě informačních technologií VUT v Brně.**
4. **PADMA SREE, R.; CHIDAMBARAM, M. Control of unstable systems. Oxford: Alpha Science, 2006. ISBN 1-84265-287-7.**
5. **KARBAN, Pavel. Výpočty a simulace v programech Matlab a Simulink. Praha: BEN-technická literatura, 2007. ISBN 978-80-251-1448-3.**
6. **KOSEK, Jiří. PHP: tvorba interaktivních internetových aplikací. Podrobný průvodce. Praha: Grada, 1999. ISBN 8071693731.**

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. František Gazdoš, Ph.D.**

Ústav řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce:

**21. prosince 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**15. května 2019**

Ve Zlíně dne 21. prosince 2018

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 14. 5. 2019

Jiří Majer v. r.  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce popisuje aktualizaci a rozšíření webové databáze nestabilních systémů, kterou vytvořil Jaroslav Kolařík jako svou bakalářskou práci v roce 2012. Z původního redakčního systému Joomla! je webová aplikace převedena do prostředí WordPress při zachování všech hlavních funkcionalit a obsahu. Databáze nestabilních systémů je dále rozšířena o nové příspěvky a webová stránka obohacena moderními prvky a interaktivním obsahem. Kromě teoretické části, kde je stručně popsána stabilita dynamických systémů a použité webové technologie, zahrnuje tato práce praktickou část s popisem postupu migrace, rozšíření a optimalizace webu.

Klíčová slova: nestabilní systémy, webová databáze, WordPress, stabilita, MATLAB/Simulink

## **ABSTRACT**

This Bachelor's thesis describes an update of the web-based database of unstable systems, which was originally made by Jaroslav Kolařík as his Bachelor's thesis in 2012. The web-based application is migrated from original Joomla! content management system to WordPress solution, while all the main functions and content remain preserved. The database of unstable systems is expanded, new articles are added and the web page acquires several modern elements. The theoretical part describes briefly stability of dynamic systems and all the used web-based technologies. Practical part contains a report about migration update and optimization of the web application.

Keywords: unstable systems, web-based database, WordPress, stability, MATLAB/Simulink

Mé poděkování patří zejména vedoucímu této bakalářské práce, panu doc. Ing. Františkovi Gazdošovi, Ph.D. Velmi si vážím jeho času, který strávil pomáháním k úspěšnému vypracování aktualizace tohoto projektu. Též jsem velmi vděčný za odborné rady pana Ing. Radka Valy, Ph.D. v oblasti redakčních systémů. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat Bc. Janu Pawlusovi, jenž mi mnohokrát pomohl s problematikou webových technologií. Taktéž si vážím trpělivosti své rodiny a kolegů z práce, kteří v době zpracovávání mé závěrečné práce převzali mé úkoly.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>11</b>
<b>2 STÁVAJÍCÍ VERZE WEBOVÉ DATABÁZE</b> .....	<b>12</b>
2.1 ROZLOŽENÍ WEBU .....	12
2.2 STRUKTURA WEBU .....	12
2.2.1 Úvod.....	12
2.2.2 Nestabilní systémy .....	13
2.2.3 Stabilita .....	13
2.2.4 Kontakt.....	14
2.2.5 O projektu.....	14
2.3 PŘÍSPĚVKY .....	14
2.4 SPRÁVA .....	14
<b>3 STABILITA DYNAMICKÝCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>15</b>
3.1 SYSTÉM .....	15
3.2 TŘÍDĚNÍ SYSTÉMŮ .....	15
3.3 DYNAMICKÝ SYSTÉM .....	16
3.4 STABILITA SYSTÉMŮ .....	16
3.4.1 Vyšetřování stability .....	17
3.4.2 Ljapunova stabilita .....	18
3.4.3 BIBO stabilita.....	19
3.4.4 Vybraná algebraická kritéria stability .....	19
3.4.5 Vybraná geometrická kritéria stability .....	20
<b>4 POUŽITÉ TECHNOLOGIE</b> .....	<b>22</b>
4.1 REDAKČNÍ SYSTÉMY .....	22
4.1.1 Srovnání WordPress a Joomla! .....	23
4.1.2 WordPress .....	23
4.2 DATABÁZOVÉ SYSTÉMY .....	24
4.2.1 MySQL.....	25
4.3 SÍŤOVÉ SERVERY .....	25
4.3.1 Apache.....	25
4.3.2 phpMyAdmin .....	26
4.4 SKRIPTOVACÍ A ZNAČKOVACÍ JAZYKY .....	26
4.4.1 PHP .....	26
4.4.2 JavaScript .....	26
4.4.3 HTML .....	27
4.4.4 CSS.....	27
4.5 SIMULAČNÍ PROGRAMY .....	27
4.5.1 MATLAB a jeho simulační nástavba Simulink .....	27
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>5 MIGRACE REDAKČNÍHO SYSTÉMU</b> .....	<b>30</b>

5.1	PROBLÉMY STARÉ VERZE .....	30
5.2	VÝBĚR NOVÉHO SYSTÉMU .....	30
5.3	PŘEVEDENÍ NA WORDPRESS .....	31
5.3.1	Lokální server.....	31
5.3.2	Instalace redakčního systému.....	31
5.3.3	Online server a zálohy.....	32
5.3.4	Nastavení šablony optimalizované pro mobilní zařízení .....	32
5.3.5	Struktura webu .....	34
5.3.6	Zprovoznění rozšiřujících modulů .....	38
5.3.7	Print, PDF, Email by PrintFriendly.....	42
5.3.8	Ostatní úpravy .....	43
<b>6</b>	<b>VYTVÁŘENÍ NOVÝCH PŘÍSPĚVKŮ .....</b>	<b>45</b>
6.1	3DOF GYROSKOP .....	45
6.2	DVOJITÉ INVERZNÍ KYVADLO .....	48
6.3	KULIČKA NA PLOŠE .....	50
6.4	KULIČKA NA TYČI .....	53
6.5	DESTILAČNÍ KOLONA .....	55
6.6	FLY-BY-WIRE HELIKOPTÉRA.....	56
<b>7</b>	<b>DALŠÍ FUNKCE A INTERAKTIVNOST WEBU .....</b>	<b>58</b>
7.1	FILTROVÁNÍ ČLÁNKŮ PODLE VLASTNOSTÍ DYNAMICKÝCH SYSTÉMŮ.....	58
<b>8</b>	<b>NASAZENÍ A SPUŠTĚNÍ WEBU.....</b>	<b>61</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>74</b>



## ÚVOD

Svět, věda i technika letí raketovou rychlostí kupředu. Rok od roku na trh přichází nové technologie a využívání internetu je neodmyslitelnou součástí života valné většiny populace. Stará elektronika jako MP3 přehrávače či bezdotykové mobilní telefony jsou již minulostí. Místo nich je běžným prvkem každodenního života velký „smartphone“ v ruce každého z nás. Zdokonalování zobrazovacích zařízení vyvíjí tlak na zdokonalování internetových stránek.

Tato práce se zabývá aktualizací a rozšířením již existující webové databáze nestabilních systémů. Základním stavebním kamenem je bakalářská práce pana Jaroslava Kolaříka z roku 2012 [27], ve které popsal tvorbu stávající podoby webu. Toto téma jsem si zvolil hned z několika důvodů. Již v průběhu mého studia na gymnáziu jsem jako svou maturitní práci do předmětu informatiky vytvářel statickou webovou stránku. Možnost pracovat na redakčním systému je cesta, jak se zdokonalit a uplatnit nové vědomosti nabyté na vysoké škole. Ve studiu webových technologií mám zájem dále pokračovat i po dokončení této práce, abych se jednoho dne mohl vývojem webových aplikací živit.

V teoretické části se čtenář dozví o stávající podobě databáze nestabilních systémů, použitých technologiích a redakčním systému WordPress. Praktická část obsahuje převod staré verze systému do nové podoby, rozšíření o nové příspěvky a další funkce.

Cílem není vytvořit úplně nový projekt, ale vylepšit a rozšířit jeho původní verzi. Webové stránky projektu [www.unstable-systems.cz](http://www.unstable-systems.cz) již navštívilo hojné množství lidí z celého světa, avšak v moderním světě v mnohém zaostávají. Jedním z nových prvků aktualizované verze je schopnost přizpůsobovat se různým výstupním zařízením (např. PC, tablet, smartphone). Krom snahy zpříjemnit vzhled webu se v této bakalářské práci zabývám i obsahovou částí a jejím rozšířením.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Podle dostupných informací neexistuje žádná jiná veřejně přístupná webová databáze nestabilních systémů. Spolu s panem doc. Ing. Františkem Gazdošem, Ph. D., vedoucím této bakalářské práce a zároveň vedoucím projektu Databáze nestabilních systémů, si myslíme, že by databáze obsahující modely nestabilních systémů mohla být přínosná jak z didaktického, tak i z vědecko-výzkumného hlediska. Problematika řízení nestabilních systémů není triviální záležitostí a umístění základních informací o nestabilních systémech a jejich řízení na jedno místo by bylo užitečné, což potvrzuje statistika návštěvnosti současného webu.

Článků a odborných publikací zahrnujících problematiku nestabilních systémů a jejich řízení je velké množství, ale není jednoduché v nich vyhledávat. Z tohoto důvodu vznikla v roce 2012 původní verze databáze [27;28]. Vytvořil ji pan Jaroslav Kolařík a následně ji kompletně zrevidoval a doplnil vedoucí projektu. Základem studijní literatury v uvedené oblasti jsou knihy [29;30] a další práce autorů uvedených v těchto publikacích. Mezi zajímavé zdroje informací patří také články [38;39;40] a odkazy v nich. Výsledkem zpracování těchto a dalších zdrojů jsou příspěvky v redakčním systému, na kterém je založena webová aplikace, jejímž rozšířením se v této bakalářské práci zabývám. Téma stability detailněji popisují v kapitole 3. Stabilita dynamických systémů.

Databáze nestabilních systémů je založena na redakčním systému, který umožňuje pohodlně spravovat obsah webových stránek a zajišťuje snadnou manipulaci s databázovým systémem. Databázové systémy jsou samy o sobě téma nesmírně rozsáhlé. Problematiku databázových i redakčních systémů podrobněji probírám v kapitole 4. Použité technologie. Existuje celá řada prací srovnávajících soudobé redakční systémy, např. [46]. V této bakalářské práci se zabývám zejména redakčním systémem WordPress, za využití technologie MySQL [8;18;19].

## 2 STÁVAJÍCÍ VERZE WEBOVÉ DATABÁZE

Projekt byl vytvořen panem Jaroslavem Kolaříkem jako bakalářská práce v roce 2012 a byl založen na redakčním systému Joomla!

Vytvořená webová aplikace slouží jako zdroj informací pro studijní či vědecké potřeby. Je dostupná v českém a anglickém jazyce a kromě konkrétních příkladů nestabilních systémů obsahuje i základní teorii zabývající se stabilitou dynamických systémů obecně. Hlavní náplní jsou ale jednotlivé články o nestabilních systémech včetně jejich simulačních souborů. Ke zjednodušení vyhledávání informací je zabudován jednoduchý vyhledavač [27;28].

V této kapitole se zaměřím na popis webu z hlediska návštěvníka webové databáze, uvedu strukturu stránek, grafické rozložení, obsah a aplikační logiku.

### 2.1 Rozložení webu

Vzhled webu je odvozen z šablony pocházející ze zdroje a4joomla.com. V horní části se nachází odkaz na webové stránky Fakulty aplikované informatiky a měnící se ilustrační obrázky. Těsně pod hlavičkou se nabízí menu, vyhledavač, a vlajky České republiky a Velké Británie, představující přepínač mezi českou a anglickou verzí. Následuje samotný obsah, který je rozdělen na dva sloupce. Levý sloupec je užší než pravý a zahrnuje přihlašovací formulář, odkazy na nejnovější a nejčtenější příspěvky a další užitečné odkazy. Pravý sloupec vyplňuje většinu stránky a obsahuje hlavní informace.

### 2.2 Struktura webu

Menu webu je jednoúrovňové – při stisku názvu položky je návštěvník odkázán na konkrétní stránku, nedochází k rozbalování další odkazů. Databáze nestabilních systémů se skládá z pěti hlavních stránek: Úvod, Nestabilní systémy, Stabilita, Kontakt a O projektu.

#### 2.2.1 Úvod

Na úvodní stránce se nalézá stručný popis databáze, seznam posledních novinek a výhody registrovaných uživatelů. Přihlášení návštěvníci mají více možností, jak s aplikací interaktivovat. Je jim umožněno hodnotit články, komentovat příspěvky, či stahovat simulační modely z programu MATLAB/Simulink. Při registraci je též nabízena možnost zasílání zpravodaje e-mailem.

The screenshot shows the homepage of the 'Databáze nestabilních systémů' website. At the top left is the logo of the University of Tomáš Bati in Zlín, Faculty of Applied Informatics. The main navigation bar includes 'ÚVOD', 'NESTABILNÍ SYSTÉMY', 'STABILITA', 'KONTAKT', and 'O PROJEKTU'. A search bar is located on the right. Below the navigation, there are two columns of content. The left column contains a 'PŘIHLAŠOVACÍ FORMULÁŘ' (login form) with fields for 'Uživatelské jméno' and 'Heslo', a 'Pamatuj si mě' checkbox, and a 'Přihlásit se' button. Below the form are links for 'Zapomenuté heslo?', 'Zapomenuté jméno?', and 'Vytvořit účet'. The right column is titled 'ÚVODNÍ STRANA' and features a 'Vítejte v databázi nestabilních systémů' section. This section includes a graph of a signal  $u(t), y(t)$  and a circuit diagram of a mechanical system. The text in this section welcomes visitors and provides information about the database's content, including a list of recent articles and a registration section. The registration section lists benefits such as the ability to rate articles, add comments, and access simulation files. At the bottom, there is a 'Poslední novinky' section with a 'Revize ukončena' notice.

Obr. 1 Úvodní stránka stávající verze Databáze nestabilních systémů [28]

## 2.2.2 Nestabilní systémy

Jednotlivé články jsou dostupné přes položku menu Nestabilní systémy. Na stránce se nachází tabulka s titulkem, datem zveřejnění, autorem a počtem zobrazení článku. Podle všech prvků příspěvku lze třídit seznam sestupně nebo vzestupně kliknutím na jeden z názvů v hlavičce tabulky. Na nový článek se uživatel dostane hypertextovým odkazem tvořeným z názvu modelu. Počet zobrazených záznamů v tabulce je možno změnit pomocí rozbalovacího menu umístěného nad tabulkou.

## 2.2.3 Stabilita

V této části webu jsou dostupné základní informace o stabilitě dynamických systémů. Definice vysvětluje problematiku na příkladu kuliček umístěných v gravitačním poli Země. Dále je stručně uvedeno testování a stabilizace systémů s řadou odkazů na odbornou literaturu.

#### 2.2.4 Kontakt

Obrazovka kontaktu zahrnuje formulář sloužící jako zpětná vazba. Zpráva je koncipována ve formátu e-mail – uživatel vyplní své jméno, e-mailovou adresu, předmět a obsah zprávy. Po odeslání se sdělení doručí vedoucímu projektu panu doc. Ing. Františku Gazdošovi, Ph.D.

#### 2.2.5 O projektu

Účel stránek a údaje o tvůrcích webu se nalézají v úseku O projektu. V tomto oddíle jsou též uvedeny podmínky užití přiložených simulačních souborů a prezentovaných informací.

### 2.3 Příspěvky

Součástí databáze je šest ukázkových nestabilních modelů - příspěvků: Balistická raketa, Fluidní reaktor, Inverzní kyvadlo, Letadlo X-29, Magnetická levitace a Průtočný chemický reaktor. Každý článek obsahuje stručné pojednání o systému s odkazem na odbornou publikaci, ze které stat' čerpá. Po odstavci, který stručně popisuje systém, jsou uvedeny fyzikální veličiny a použitý matematický model. Pojednání pokračuje simulačním souborem, jenž si přihlášení uživatelé mají možnost stáhnout, a končí zdroji informací. U každého příspěvku má uživatel možnost si článek vytisknout nebo nechat zaslat na email.

### 2.4 Správa

Po přihlášení administrátorským přístupem se správce dostane do rozhraní Joomla!. Stejně jako u ostatních redakčních systémů si pomocí tohoto nástroje může oprávněný uživatel upravovat veškerý obsah webu. Hlavními kategoriemi jsou články, média, uživatelé, moduly a šablony.

## 3 STABILITA DYNAMICKÝCH SYSTÉMŮ

### 3.1 Systém

Soubor prvků, mezi kterými se nacházejí vzájemné vztahy, jimiž jsou svázány v celek, nazýváme systém. Jako celek má systém určité vztahy ke svému okolí a lze jej charakterizovat těmito základními vlastnostmi: chováním a strukturou. Chováním systému se rozumí závislost výstupů na jeho vstupech, za působení vnějších vlivů. Strukturou je myšlena organizace vzájemných vazeb prvků systému, charakterizující vnitřní funkční vztahy [1;2;4].

K základním charakteristikám systému dále patří: množina všech veličin, rozlišovací úroveň a aktivita systému. Rozlišovací úroveň se rozumí přesnost a frekvence sledování. Aktivita systému je souhrn všech hodnot pozorovaných veličin [4].

### 3.2 Třídění systémů

Dynamické systémy lze rozlišovat dle různých hledisek, např.:

- Vztah mezi systémem a okolím: uzavřené (volné) a otevřené (řízené)
- Počet veličin: ohraničené (s konečným počtem veličin) a neohraničené (s nekonečným počtem veličin)
- Spojitosti veličin: spojitě (hodnoty spadají do množiny reálných čísel a jsou definované pro libovolný časový okamžik) a diskrétní, kdy jsou hodnoty veličin definovány jen v určitých časových okamžicích, daných periodou vzorkování
- Systémy obsahující náhodné poruchy: deterministické (hodnoty vstupních veličin jednoznačně určují hodnoty výstupních veličin) a stochastické (určeno pouze rozdělení pravděpodobností veličin) [4]

Dále rozlišujeme fyzikální (hmotné, reálné) a abstraktní systémy. Pokud prvky a vazby systému jsou fyzikální podstaty, nazýváme systém reálný. Pod abstraktním systémem si lze představit např. soustavu rovnic nebo matematický model. Systémy můžeme také dělit na lineární a nelineární, jednorozměrové a mnohorozměrové, se soustředěnými nebo rozloženými parametry, apod. [1;2].

### 3.3 Dynamický systém

Systém, jenž se v čase vyvíjí, nazýváme dynamický systém. Veličiny systému jsou určeny v čase  $t$ . Řízený dynamický systém má vstupní veličiny  $u(t)$ , výstupní veličiny  $y(t)$  a stavové (nebo též vnitřní) veličiny  $x(t)$ . Podle počtu vstupních a výstupních veličin můžeme třídit systémy na jednorozměrné nebo mnohorozměrné. Jestliže mají veličiny více složek, považujeme je za vektorové veličiny [1;4].

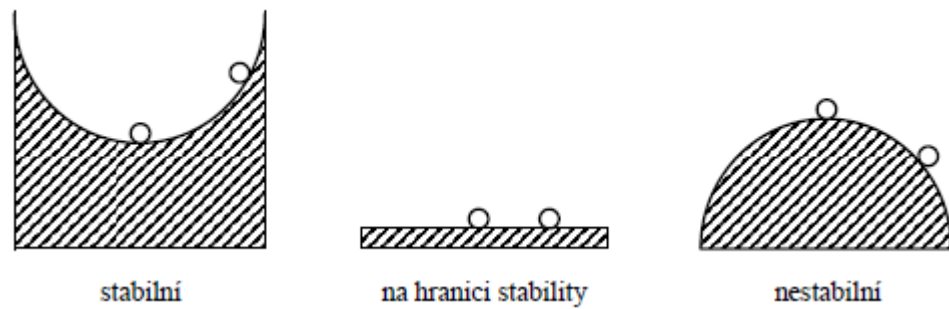
Řízení je působení řídicího prvku na řízený prvek za účelem dosažení daného cíle. U řízených dynamických systémů závisí výstup na hodnotě vstupu i na dosavadním průběhu přechodového děje. Pro rozlišení minulosti a přítomnosti používáme pojem stav systému. Podle stavových veličin můžeme dělit dynamické systémy např. na mechanické, elektrické a hydraulické. U mechanických systémů mohou být stavovými veličinami například síla  $F(t)[N]$ , výchylka  $y(t)[m]$ , hmotnost  $m(t)[kg]$  nebo rychlost  $v(t)[ms^{-1}]$ . Časově proměnné napětí  $U(t)[V]$  a proud  $I(t)[A]$  jsou zástupci stavových veličin pro elektrické systémy. Hydraulické procesy zahrnují například pozorování objemu kapaliny  $V(t)[m^3]$  či výšky hladiny  $h(t)[m]$  [1;3;4].

### 3.4 Stabilita systémů

Systém popsaný soustavou lineárních diferenciálních rovnic nazýváme lineární. U nelineárních systémů jsou vzájemné vazby nelineární. Při analýze (popisu chování) dynamických systémů se zabýváme vztahem mezi statickými a dynamickými vlastnostmi systému. Jednou z nejdůležitějších vlastností, ať už lineárních nebo nelineárních regulačních obvodů, je stabilita (přičemž regulací chápeme řízení systému ve zpětné vazbě) [2;3;6].

Pod pojmem „stabilita“ si můžeme představit schopnost systému zachovat jistý stav. U lineárního dynamického systému považujeme stabilitu za schopnost vrátit se do rovnovážného stavu po prvotním vychýlení. Definice stability byla stanovena počátkem 20. století L. P. Ljapunovem. Jeho popis je stále platný nejen pro lineární systémy, ale také pro nelineární systémy. Podmínkou stability není nutnost, aby byl rovnovážný stav totožný původnímu rovnovážnému stavu. Pokud omezený vstupní signál odpovídá omezenému výstupnímu signálu, jedná se o tzv. BIBO stabilitu (z angl. Bounded Input – Bounded Output). Příkladem chápání stability je pozice kuličky v gravitačním poli, viz Obr. 2 níže [3;4;5;6].





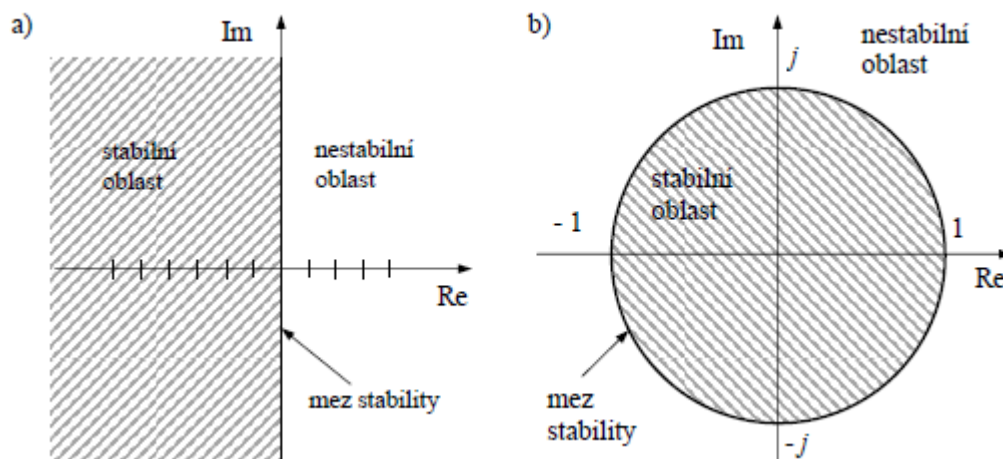
Obr. 2 Grafické znázornění stability – kulička v gravitačním poli [3]

### 3.4.1 Vyšetřování stability

Lineární spojité dynamický systém (LSDS) je stabilní právě tehdy, když jmenovatel jeho přenosu má kořeny pouze v levé části komplexní osy. Pro jednorozměrový LSDS platí, že jeho přenos (přenosová funkce) je vyjádřena jako podíl Laplaceových obrazů výstupní a vstupní veličiny systému při nulových počátečních podmínkách [2].

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} \quad (1)$$

V případě, že tyto kořeny, tzv. póly systému leží buď v pravé části komplexní roviny, nebo na imaginární ose, je LSDS nestabilní, případně na hranici stability. Pro polynomy ve spojitém „s“ vyjádření musí platit tzv. nutná podmínka stability, kdy všechny koeficienty takového polynomu musí mít souhlasné znaménko a žádný nesmí chybět. Stabilita lineárních spojitých dynamických systémů je zobrazena na Obr. 3 a [2;3;5].



Obr. 3 Stabilita spojitých systémů (a) a diskretních systémů (b) [3]

Diskretní systém je stabilní, jestliže všechny póly systémů leží uvnitř jednotkové kružnice (zobrazeno na Obr. 3 b). To je nutná a postačující podmínka stability. Pro určení přenosové funkce diskretních systémů se používá Z-transformace [3].

Abychom nemuseli vždy počítat kořeny polynomu pro rozhodnutí o stabilitě (což pro polynomy vyššího stupně není triviální záležitostí) existují tzv. kritéria stability, která o stabilitě systému jednoznačně rozhodnou a také se dají použít při návrhu regulátoru. Tato kritéria obecně rozdělujeme na algebraická (např. Routh-Schurovo, Hurwitzovo) a geometrická (např. Michajlovovo - Leonhardovo, Nyquistovo). Algebraická kritéria určují pouze to, zda bude systém stabilní nebo ne. Oproti tomu metody frekvenčních (geometrických) kritérií jsou sofistikovanější a nabízejí také informace o míře stability [3;5].

### 3.4.2 Ljapunova stabilita

Jak již bylo zmíněno, Ljapunova stabilita vyšetřuje odezvu systému na nenulovou počáteční podmínku (vychýlení z rovnovážného stavu) a je tedy nezávislá na vstupní veličině  $u(t)$ . Principem Ljapunovy metody pak je vyhledání tzv. Ljapunovy funkce pro daný systém. Jedná se o vlastnost levé části diferenciální rovnice:

$$y^{(n)}(t) + a_{n-1}y^{(n-1)}(t) + \dots + a_0y(t) = 0 \quad (2)$$

Pokud tuto funkci nenalezneme, systém nemusí být nutně nestabilní, pouze jsme neuspěli při vyšetřování stability. Jestliže se blíží levá část rovnice (2) nule, je systém stabilní,

jestliže nikoliv, systém je nestabilní, další podrobnosti např. v [4;7]. Ljapunovým přístupem se dají testovat i systémy nelineární či nestacionární.

### 3.4.3 BIBO stabilita

Kromě Ljapunovy definice můžeme stabilitu systému definovat také jako vlastnost, kdy každému omezenému vstupu odpovídá omezený výstup. Název BIBO je zkratkou anglického názvu Bounded Input – Bounded Output [2;4].

### 3.4.4 Vybraná algebraická kritéria stability

#### *Routh-Schurovo kritérium*

Toto kritérium nám umožňuje zjistit nejen stabilitu, ale i počet kořenů charakteristického polynomu s kladnou, nulovou nebo zápornou reálnou částí systému. Routh-Schurovo kritérium vychází z charakteristického polynomu  $n$ -tého stupně:

$$A(s) = A_n s^n + A_{(n-1)} s^{(n-1)} + \dots + A_1 s + A_0 \quad (3)$$

Postup vyšetřování stability dle tohoto kritéria:

- Koeficienty napíšeme od nejvyšší mocniny vedle sebe.
- Posloupnost koeficientů rozdělíme na sudou a lichou část.
- Sudé koeficienty násobíme podílem prvních dvou koeficientů a sepíšeme pod předcházející řadu posunutou o jeden koeficient vlevo.
- Novou řadu odečteme od předcházející, dochází k redukci.
- Jsou-li všechny koeficienty v nové posloupnosti kladné, opakujeme postup.
- Jestli se při redukcích objeví záporný koeficient, ukončíme výpočet, protože daný charakteristický polynom má nestabilní kořen.
- Jestli se výpočtem dostaneme k řadě tří kladných koeficientů, znamená to, že uvedený charakteristický polynom má všechny kořeny stabilní [1;2;3;4;5].

#### *Hurwitzovo kritérium*

I Hurwitzova metoda vychází z charakteristického polynomu (3). Kritérium je postaveno na Hurwitzově matici s rozměrem  $n \times n$  (viz Obr. 4), v níž počítáme všechny subdeterminanty  $H_i$ , které jsou rovny hlavním minorům matice  $H$ .

$$H_n = \begin{vmatrix} A_{n-1} & A_{n-3} & A_{n-5} & \dots & 0 \\ A_n & A_{n-2} & A_{n-4} & \dots & 0 \\ 0 & A_{n-1} & A_{n-3} & \dots & 0 \\ 0 & A_n & A_{n-2} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & A_{n-1} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & A_0 \end{vmatrix}$$

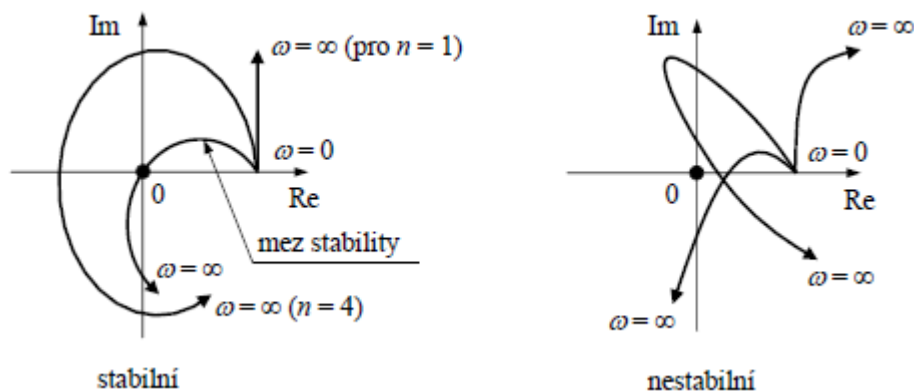
Obr. 4 Hurwitzova matice [2]

Podmínkou stability tohoto kritéria pak je, aby Hurwitzův determinant a všechny jeho hlavní subdeterminanty byly větší než nula. Pokud je některý z nich roven nule, znamená to chování na hranici stability, čehož se např. využívá při výpočtu tzv. kritických parametrů regulátoru [1;2;3;4;5].

### 3.4.5 Vybraná geometrická kritéria stability

#### Michajlovovo - Leonhardovo kritérium

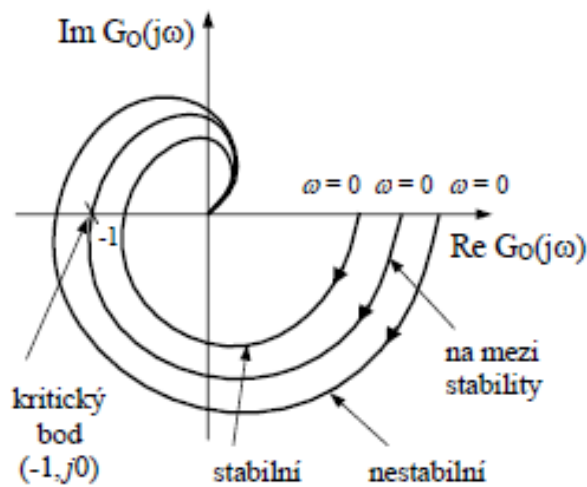
Definice kritéria říká, že polynom je stabilní právě tehdy, jestliže Michajlovova křivka projde v kladném směru kolem počátku komplexní roviny tolika kvadranty, kolikátého je stupně. Michajlovova křivka je graf  $a(j\omega)$  v komplexní rovině pro  $\omega \in \langle -\infty; \infty \rangle$ , kterou dostaneme dosazením komplexního kmitočtu  $j\omega$  za komplexní proměnou „s“ do charakteristického polynomu  $A(s)$  [1;3;5].



Obr. 5 Průběhy Michajlovových křivek pro různé polynomy [3]

*Nyquistovo kritérium*

Nyquistovo kritérium nejlépe vysvětluje definice: „Nechť přenos otevřeného regulačního obvodu  $G_0(s)$  má  $n$  nestabilních pólů. Uzavřený regulační obvod je pak stabilní právě tehdy, jestliže amplitudově-fázová frekvenční charakteristika (Nyquistova křivka) otevřeného regulačního obvodu  $G_0(j\omega)$ , vykreslená pro  $\omega \in < 0; \infty >$ , obíhá v komplexní rovině bod  $[-1,0j]$  v kladném směru  $\frac{n}{2}$  krát (jeden oběh se rozumí  $2\pi$ ).“ [33]



Obr. 6 Příklady průběhů Nyquistových křivek [3]

## 4 POUŽITÉ TECHNOLOGIE

### 4.1 Redakční systémy

Redakční systémy pro správu databází jsou softwarové nástroje umožňující vytvářet, spravovat a publikovat obsah, nejčastěji na webových stránkách. CMS (z anglického Content Managment System) umožňuje vytvářet webové stránky velmi jednoduše bez znalosti značkovacích jazyků nebo jiných technologií. K vytvoření webu je sice zapotřebí minimálně umět HTML, CSS, Javascript, avšak redakční systémy tyto technologie mají zabudovány v sobě a uživatelé vytvářejí stránky pomocí jednoduchého vývojového prostředí [9;10;11].

Nástroje pro správu obsahu webových stránek se často vyznačují jejich dostupností a Open Source licencí. Dle portálu Opensource CMS, který je doporučován panem Ing. Radkem Valou, Ph.D. jako důvěryhodný zdroj, patří mezi šest nejpopulárnějších redakčních systémů WordPress, Drupal, MODx, Typo3, Joomla! a concrete5 [12].

Často se stává, že dochází k záměně CMS a Frameworků (FW). Framework je množina běžných předpřipravených softwarových částí, které programátoři opakovaně využívají. Díky těmto knihovnám obohaceným o spoustu dalších vlastností nemusí vývojář začínat od nuly. Frameworky obsahují již předpřipravený kód, jenž určuje funkčnost stránek, ale často nemají žádnou grafickou podobu [13;14;45].

Redakční systémy slouží pro správu obsahu a jsou založeny na Frameworku. Zpravidla není zapotřebí psát kód při vytváření stránek pomocí CMS nástrojů. Další rozdíl spočívá v jednoduchosti upravování webu pomocí redakčních systémů, ale na druhou stranu nedokáže se tak snadno adaptovat na konkrétní potřeby uživatele. Frameworky jsou prakticky bez hranic, když jde o otázku vlastního nastavení, CMS často mají limity. Také fakt, že se jedná o Open Source produkty, moc nenapomáhá redakčním systémům v jejich celkovém hodnocení, protože jsou tím víc otevřené útokům od hackerů. Naopak velkou výhodou jsou pravidelné aktualizace, které poskytují redakční systémy, a to nejen jádra samotného nástroje, ale také jednotlivých rozšíření, jenž si uživatel aktivoval na svém portálu [14;45].

#### 4.1.1 Srovnání WordPress a Joomla!

V této kapitole uvedu pouze porovnání mezi konkurenčními produkty WordPress a Joomla! Konkrétní důvody, proč jsem se rozhodl převést projekt na prostředí WordPress, uvádím v praktické části.

Hlavní výhodou Joomla! oproti redakčnímu systému WordPress je, že je více flexibilní díky vysoké přizpůsobitelnosti bez nutnosti používat pluginy. Další její výhodou je zabudované propojení na sociální sítě [15].

I přesto, že obě platformy patří mezi nejlepší dostupné produkty, WordPress v tomto srovnání vítězí. Hlavní zásluhu na tom má obrovská vývojová komunita, díky které jsou možnosti WordPress více rozmanité než u Joomla! i přes jeho menší funkce základního balíčku. WordPress je jednodušší a dokáže toho více. Je lepší, pokud jde o uživatelské přizpůsobení pomocí pluginů, nastavení SEO (optimalizace snadného nalezení pro vyhledavače) a spravování obsahu [15].

#### 4.1.2 WordPress

V dnešní době je na bázi WordPress založeno více než 33% současného webu. Vše od jednoduchých stránek, přes blogy až ke komplexním portálům a webovým aplikacím. WordPress si zakládá na dostupnosti, výkonnosti, zabezpečení a snadné aplikaci. Snaží se minimalizovat složité procesy a umožnit každému snadný přístup. Díky své Open Source GPLv2 licenci je volně dostupný všem nejen k používání, ale i jako příležitost zapojit se do komunity vývojářů a přispět k rozšiřování produktu [8].

WordPress se vyznačuje:

- Jednoduchostí – jednoduchost rychle založit nový web a začít publikovat obsah.
- Flexibilitou – díky tomuto redakčnímu systému vytvoříte web jakéhokoli typu: osobní deník, galerie fotek, firemní stránky, internetové zpravodajství a dokonce i síť webových stránek. Vzhled lze jednoduše měnit pomocí šablon a funkce snadno rozšiřovat díky pluginům.
- Snadným zveřejňováním – publikování příspěvků a stránek na pár kliknutí myši.
- Chytrou správou uživatelů a medií.
- Již zabudovaným systémem komentářů a optimalizovaným systémem SEO.
- Nabízí více než 70 jazyků (včetně českého – 0,6% webů na bázi WordPress je v českém jazyce).

- Hladký průběh instalace a aktualizací.
- Enormní komunitou díky své popularitě – podpora na fórech je vždy pohotová [8].

### ***Historie***

Na začátku vývoje redakčního systému WordPress stáli dva muži: Mike Little a Matt Mullenweg. Ti společně v roce 2003 vytvořili B2/cafelog, nástroj pro blogování. Sám o sobě se tento produkt napsaný v PHP a využívající MySQL databázi moc nepoužívá, je ovšem základem softwaru WordPress. Velkou změnu přinesl nový přístup v blogovacím nástroji. Použití a zobrazování obsahu přímo z databáze místo vytváření statického webu bylo nesmírnou inovací. Databázový systém jim též umožnil implementovat rozsáhlé možnosti vyhledávání a třídění dat [8;16].

### ***Licence***

Licencí, pod kterou je WordPress šířen, je GPLv2 (nebo novější). GNU General Public License umožňuje všem držitelům produktu s ním volně zacházet (kopírovat, rozšiřovat, upravovat). Jedinou podmínkou je zachování licence v distribuovaných kopiích. GPL požaduje, aby každý příjemce programu měl přístup ke zdrojovému kódu. Pro kódy v jazycích PHP, JavaScript a CSS je zapotřebí šířit přímo soubory daných typů bez jakékoliv komprese nebo kompilace [8].

### ***Technické požadavky***

Před instalováním služby WordPress je zapotřebí zkontrolovat, zda jsme schopni přistoupit k našemu serveru pomocí FTP nebo jiného přenosu dat. Dále musíme být schopni vytvořit MySQL databázi. Toto jsou dva hlavní požadavky pro zřízení redakčního systému. Minimální softwarové požadavky jsou PHP verze 7.3 nebo vyšší, MySQL verze 5.6 nebo vyšší a podpora protokolu HTTPS (Hypertext Transfer Protokol Secured). Společnost WordPress doporučuje užití serveru Apache nebo NGINX z důvodů jejich robustnosti [8;17].

## **4.2 Databázové systémy**

Databáze je organizovaný soubor strukturovaných dat nejčastěji uchovaných na elektronických záznamových médiích. Databáze jsou zpravidla ovládány systémy řízení báze dat (Database Management System - DBMS). Databázovým systémem nazýváme celek databáze a systému řízení báze dat spolu s aplikacemi, které jsou s nimi spjaty [18].



V dnešní době je nejčastější podoba uchovávání informací v databázích pomocí řádků a sloupců v sériích tabulek, což umožňuje efektivní zpracování. Většina databází používá SQL (Structured Query Language). SQL je strukturovaný dotazovací jazyk využívaný v relačních databázích k přístupu, spravování, upravování, aktualizaci, kontrolování a organizování dat [18].

#### 4.2.1 MySQL

MySQL je světově nejrozšířenější Open Source systém řízení báze dat. Díky svému výkonu, stabilitě a jednoduchosti použití se stal obzvláště rozšířeným mezi webovými aplikacemi. Tento DBMS je vlastněn společností Oracle Corporation, ale zdrojový kód je volně dostupný. MySQL je naprogramovaný ve vývojových jazycích C a C++ a je multiplatformní (lze jej použít na všech hlavních operačních systémech) [19;20].

### 4.3 Síťové servery

Síťový server poskytuje úložiště pro obsah webových stránek (text, obrázky, aplikační data atd.) a zajišťuje jejich přenos ke klientovi, který o ně zažádal. Webový server komunikuje s prohlížečem za použití protokolu HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Obsah většiny webových stránek je zakódován v HTML značkovacím kódu (Hypertext Markup Language) [21].

Obsah stránek může být statický nebo dynamický. Pro doručení dynamicky generovaných informací se používají skriptovací jazyky na straně serveru. Obvykle se vyskytují jazyky Javascript, PHP, Python nebo Ruby. Pro zrychlení opakovaného načtení stránek často servery využívají interní paměti „cache“ [21].

Na síťovém serveru může být umístěna jedna stránka nebo více stránek. Mluvíme pak o hostingu (z anglického slova host, česky hostitel). Je to tedy poskytovatel služeb potřebných k běhu webové stránky. Mezi nejznámější patří Apache, Internet Information Server (IIS) a NGINX [21;22].

#### 4.3.1 Apache

Apache je Open Source software. Slouží k poskytování služeb síťového serveru. Mezi jeho vlastnosti se řadí rychlost, spolehlivost a bezpečnost. První Apache HTTP server byl spuštěn v roce 1995 a již o rok později se stal nejpopulárnějším síťovým serverem. Aktuálně nejnovější verzí je Apache HTTP Server 2.4.39 [23].

### 4.3.2 phpMyAdmin

phpMyAdmin je nástroj napsaný v jazyce PHP a slouží k administrativě MySQL v prostředí webu. Jeho využití je velmi podobné jako u ostatních programů pro správu databází. Přidávání, mazání a aktualizace tabulek, záznamů, uživatelů či oprávnění se provádí pomocí uživatelského rozhraní v internetovém prohlížeči. phpMyAdmin je velmi rozšířeným produktem nejen díky své Open Source licenci, ale i díky snadné dostupnosti (je přeložen do 72 světových jazyků) [54].

## 4.4 Skriptovací a značkovací jazyky

### 4.4.1 PHP

PHP (Hypertext Preprocessor) je Open Source programovací jazyk, díky kterému lze vytvářet dynamické webové stránky. Tento skriptovací jazyk se provádí na straně serveru, kde je spuštěn překladač vykonávající jednotlivé skripty. Samotné PHP skripty se zapisují přímo do HTML kódu [24;44].

Výhodou jazyku PHP je bezpečnost – ke zdrojovému kódu se nedostane nikdo jiný, než autor. Ovšem na druhou stranu (například oproti JavaScriptu) neumí odpovídat na akce vyvolané činnostmi klienta. Jelikož se skripty spouštějí na serveru, je po každé nové události potřeba poslat nový požadavek. Nejvhodnější kombinací dynamické webové stránky je PHP spolu s jazykem JavaScript nebo jQuery [24;44].

### 4.4.2 JavaScript

Multiplatformní skriptovací jazyk JavaScript, obdobně jako jazyk PHP, slouží k tvorbě dynamických prvků webových stránek. Kód je umístěn přímo v HTML a spouští se automaticky při načtení stránky. Skripty se píšou v podobě prostého textu a nepotřebují kompilace, aby běžely. JavaScript slouží k interakci s uživatelem používajícím webovou aplikaci (ovládání tlačítek, animací, asynchronního načítání dat) [25;43].

Rozšířená je též Open Source javascriptová knihovna jQuery, která zjednodušuje interakci mezi HTML a JavaScriptem. Pomocí abstraktní vrstvy řeší prohlížečovou nekompatibilitu některých browserů, takže funguje i ve starších verzích, kde již služba JavaScript není podporována [25;43].

### 4.4.3 HTML

HTML je určen k vytváření webových stránek. Je to standardní značkovací jazyk, ve kterém každá značka (tag) definuje druh obsahu. Dokument formátu HTML musí začínat deklarací „<!DOCTYPE html>“, dále následuje značka pro dokument samotný a v ní jsou vnořeny značky pro hlavičku a tělo souboru [26;41].

Od roku 2014 je v provozu verze HTML5, která byla vyvinuta jako „Living Standard“. Tato verze nebude nikdy dokončena, ale bude průběžně aktualizována a rozšiřována. Mohou do ní postupem času přibývat nové funkce při zachování těch předchozích. Výhodou HTML5 je podpora všech soudobých prohlížečů, nové sémantické, grafické a multimediální značky (např. značka <canvas> sloužící pro interaktivní grafy a podobný grafický obsah) [26;41].

### 4.4.4 CSS

Jazyk CSS (Cascading Style Sheets) definuje způsob zobrazení HTML značek na displeji či jiných médiích. CSS umožňuje propojit styly se souborem třemi způsoby: „Inline“ – atribut přímo ve značce HTML, „Internal“ – součást souboru HTML nebo „External“ – styly jsou umístěny v jiném souboru a v samotném HTML dokumentu je pouze odkaz. Zápis jazyka spočívá v prvku, který identifikuje značku nebo více značek, možnosti úpravy a hodnoty [31;42].

## 4.5 Simulační programy

### 4.5.1 MATLAB a jeho simulační nástavba Simulink

MATLAB je inženýrský software určený zejména k vědeckovýzkumným účelům. Slouží např. k analýze dat, vývoji algoritmů a vytváření simulačních modelů a aplikací. MATLAB se často využívá v oblastech, jako je aplikovaná matematika, navrhování řídicích systémů, robotika a mnoha jiných [65]. Výhody programu MATLAB jsou:

- Přímé vyjádření matic a jiných matematických zápisů. Lineární algebra v MATLABu vypadá stejně jako v učebnicích.
- MATLAB je navržen pro inženýry a vědce tak, aby se snadno zorientovali v dokumentaci programu a rozuměli názvům a značkám v tomto prostředí.
- Vyznačuje se robustností a spolehlivostí.

- Obsahuje interaktivní aplikace, které kombinují přístup k velkým kolekcím algoritmů a jejich okamžitou vizualizaci.
- Zahrnuje pracovní postup od výzkumu až po produkci.
- Díky skvělé optimalizaci je velmi výkonný a rychlý.
- MATLAB je spolehlivý a důvěřuje mu celá řada významných inženýrů a vědců [66].

Simulink je nástavba MATLABu, která slouží k modelování a simulování dynamických systémů. Zajišťuje možnost rychle a jednoduše vytvářet modely dynamických systémů pomocí blokových schémat. Modelovat lze pomocí grafického editoru a knihovny, ve které jsou předdefinovány bloky určené k simulaci spojitéch a diskrétních systémů. Kromě vytvoření simulací slouží Simulink k vlastnímu testování simulací a vizualizaci simulačních výsledků. Zároveň umožňuje průběžné testování a kontrolu správnosti modelovaných systémů [62;65].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 MIGRACE REDAKČNÍHO SYSTÉMU

Po důkladném seznámení se s původní verzí databáze nestabilních systémů a záloze stávající verze jsem začal promýšlet první kroky své práce. Nejprve jsem předpokládal, že budu moci jednoduše aktualizovat starou verzi redakčního systému Joomla! a začít stavět na tom, co postavil pan Kolařík v roce 2012. Avšak, jak posléze vyplynulo na povrch, úkol, který jsem si zvolil, nebyl tak jednoduchý, jak jsem si původně představoval.

### 5.1 Problémy staré verze

Hlavním úskalím programu Joomla! 2.5 bylo ukončení platnosti této verze ke konci roku 2014. Nebylo to pro mě žádné překvapení, že verze je zastaralá, ovšem co mě zaskočilo, byla složitost migrace na novější verzi. Po vyhledání patřičné dokumentace na oficiálních stránkách Joomla! jsem začal s převodem na verzi 3.5.1, což měl být mezikrok před nainstalováním nejnovější verze 3.9. Avšak jakmile jsem zjistil, že většina modulů použitých při tvorbě stránek není podporována v žádné novější verzi Joomla!, začal jsem pochybovat o hladkém průběhu migrace. Dokonce ani šablona, vybraná původním autorem projektu, nebyla podporována v nové verzi redakčního systému. Tyto skutečnosti vedly k tomu, abych znovu přehodnotil situaci a přemýšlel, zda má opravdu cenu pokračovat v migraci.

Kromě problému s verzí redakčního systému existují i další důvody, proč bylo třeba web aktualizovat. Webová databáze nebyla přizpůsobena k zobrazování na mobilních zařízeních a obecně optimalizována k rychlému načítání. Dále byl například problém s přepínáním jazyků – po změně na druhý jazyk byl uživatel odkázán na domovskou stránku, místo aby zůstal na stávající.

### 5.2 Výběr nového systému

Své neúspěchy jsem konzultoval s vedoucím práce. Následně i s panem doc. Ing. Jiřím Vojtěškem, Ph.D., který mi doporučil celý web začít dělat raději znovu. Stávající verze měla být použita jako podklad pro nový výtvar. Hlavním argumentem byl relativně malý obsah původního webu. Této myšlenky jsem se ujal a rozhodl se převést Databázi nestabilních systémů z Joomla! do redakčního systému WordPress. Učinil jsem tak nejen pro rozšířenost a jednoduchost použití tohoto nástroje (viz kapitola 4.1.1 Srovnání WordPress a Joomla!), ale především na základě svých znalostí a dovedností – s prostředím WordPress jsem se již seznámil v minulém roce v kurzu Webové technologie. Bylo pro mě výhodné

pracovat se známým nástrojem a moci se obrátit na pana Ing. Radka Valu, Ph.D., který mi v průběhu práce poskytl spoustu cenných rad.

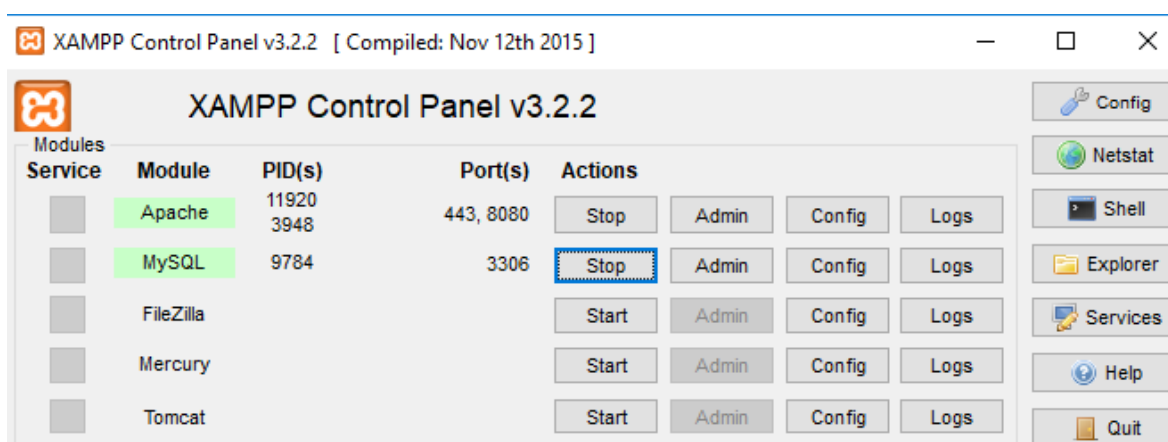
## 5.3 Převedení na WordPress

### 5.3.1 Lokální server

Za účelem vytvoření webových stránek jsem se rozhodl použít jako server svůj počítač. Existuje řada desktopových aplikací zajišťujících služby Apache a MySQL. Já se rozhodl použít aplikaci XAMPP, která je zdarma ke stažení [32].

### 5.3.2 Instalace redakčního systému

Prvním krokem instalace nového redakčního systému bylo stažení WordPress balíčku a provedení dekomprimace. Rozbalený adresář jsem poté umístil do nově vytvořené složky s pracovním názvem „bakalarka“ v adresáři programu XAMPP `../xampp/htdocs`. Následně jsem spustil aplikaci XAMPP Control Panel, ve které jsem si nadeřinoval port 8080 pro službu localhost, a nastartoval jsem služby Apache a MySQL.



Obr. 7 Spuštění služeb v programu XAMPP Control Panel

K vytvoření nové databáze jsem spustil prohlížeč Google Chrome a zadal jsem adresu `http://localhost:8080/phpmyadmin/`. V prostředí phpMyAdmin jsem si vytvořil novou databázi a administrátorský účet. Následně jsem spustil samotnou instalaci WordPress zadáním adresy `http://localhost:8080/bakalarka/` a vyplnil jsem název nově vytvořené databáze, uživatelské jméno a heslo. Ostatní údaje jsem nechal v původním nastavení a spustil instalaci.

Po dokončení instalace jsem vyplnil titulek webových stránek a vytvořil si opět nový účet, nyní však přímo do prostředí redakčního systému. Instalační balíček obsahuje již částečně vyplněný web, který obsahuje ukázkovou obrazovku a nějaké další prvky jako šablony. Všechny tyto věci představující základ webu jsem odstranil, protože bych je dále nevyužil.

### 5.3.3 Online server a zálohy

Po konzultaci s vedoucím bakalářské práce, panem doc. Ing. Františkem Gazdošem, Ph.D., který mě požádal o možnost kontrolovat online dosavadní výsledky, jsem se rozhodl umístit stránky na online server. Za tímto účelem jsem vyhledal služby, které by poskytovaly zdarma hosting pro webové stránky a splňovaly technické požadavky WordPress. Našel jsem portál Cloud Access, kde jsem si zřídil účet. Dočasná verze je tedy přístupná na adrese <https://unstable-systems.cloudaccess.host/> [34].

Opět jsem musel provést všechny kroky instalace a následně nahrát již vytvořený obsah na server. K tomu jsem využil plugin All-in-One WP Migration. Toto rozšíření umožňuje exportovat webovou stránku včetně databáze, médií, pluginů a šablon do souboru a pak importovat již vytvořenou zálohu. Kopie jsem též ukládal na svůj druhý pevný disk a flash disk [35].

### 5.3.4 Nastavení šablony optimalizované pro mobilní zařízení

Hlavním prvkem webových stránek jsou šablony. Dříve než jsem začal zaplňovat nově vytvořené stránky obsahem, vytvořil jsem grafický vzhled stránek. V administrátorském rozhraní v menu Vzhled – Šablony jsem začal procházet dostupné designy. Zaujala mě šablona OceanWP, jež se vyznačuje celkovou responzivitou (přizpůsobivostí), rychlým načítáním a skvělou technickou podporou (co již mohu potvrdit je, že dokumentace je velmi přehledná a podrobná) [36].

Nově nainstalovaná šablona doporučovala použití rozšíření Elementor – i tento plugin jsem tedy aktivoval. Elementor je nástroj rozšiřující možnosti úprav stránek vytvářených v prostředí WordPress [37].

Následně jsem začal přizpůsobovat nastavení šablony. Nastavil jsem styl písma na Open Sans a rozhodl jsem se pro kombinaci barev světle modrá, bílá a šedá, ve kterých je celý web stylizován.

Původní rozložení šablony zahrnovalo dva sloupce: hlavní část s obsahem na levé straně a postranní menu na straně pravé. Rozhodl jsem se to změnit. Líbí se mi jednoduchost a pře-



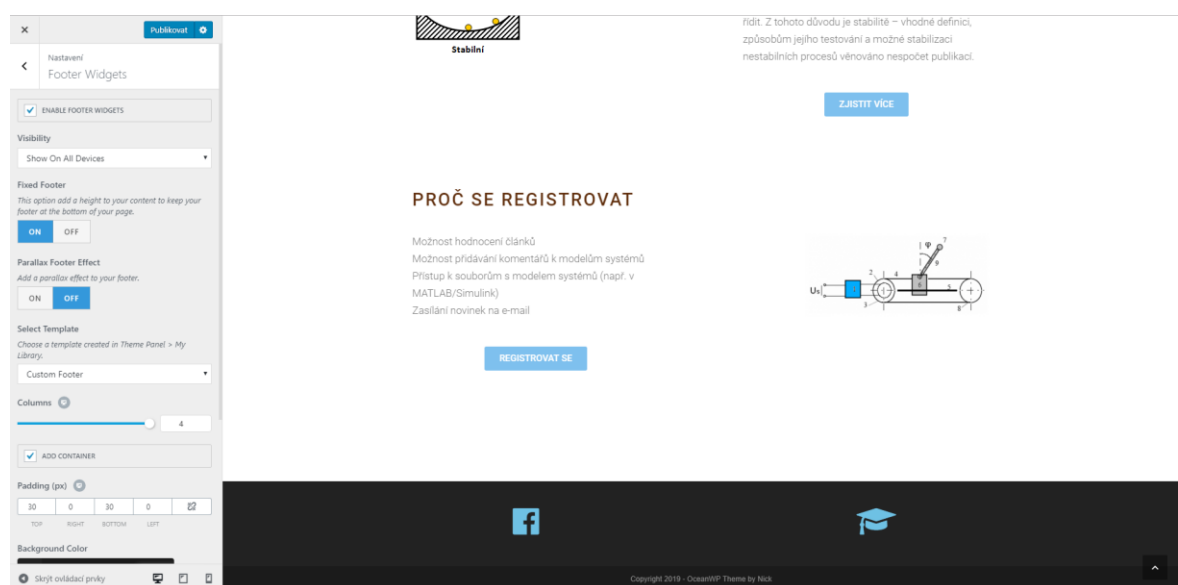
hlednost, kterou přináší použití pouze jednoho sloupce. Zároveň toto řešení poslouží k optimalizaci pro mobilní telefony a jiná zařízení.



Obr. 8 Hlavní menu webových stránek Databáze nestabilních systémů

Na Obr. 8 je zobrazena horní lišta (header) nového vzhledu Databáze nestabilních systémů. Na pozadí můžeme vidět světle modrou barvu, text je šedý a odkazy nebo jiné prvky jsou vyobrazeny bílou barvou. V pravé části se nalézají vlajky symbolizující přepínače mezi jazykovými variacemi webových stránek a ikona lupy coby vyhledávače.

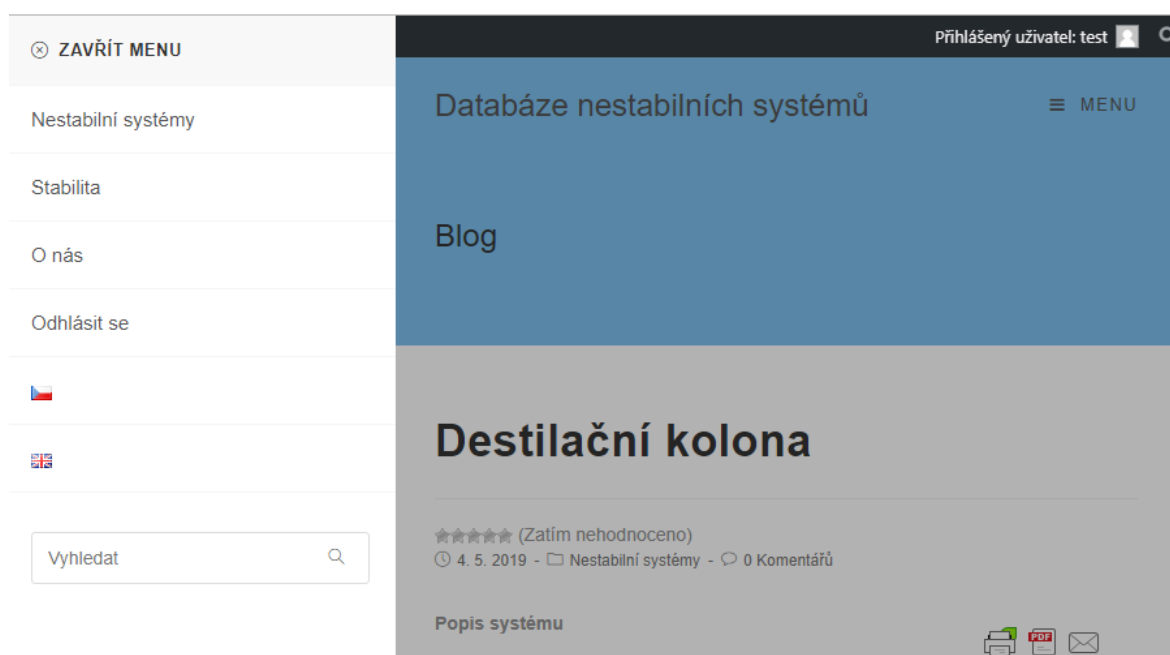
Zatímco vytvoření záhlaví bylo velmi jednoduché, protože všechny grafické parametry obsahovala již šablona v sobě a já jen nadefinoval barvu pozadí, vytvoření zápatí (footer) bylo o něco složitější. Šablona OceanWP nabízí možnosti vložení tzv. Footer widgets. Widget je grafický prvek, který často nese nějakou informaci nebo interaguje s uživatelem. Abych mohl takový element vložit, musel jsem jej nejprve vytvořit. V rozhraní redakčního systému v administrátorském menu „Theme Panel“ jsem vytvořil nový prvek a nazval jej Custom Footer. Následně jsem použil nástroj Elementor k vytvoření jednoduchého zápatí. Zápatí obsahuje ikonu Facebooku s odkazem na facebookové stránky FAI UTB a ikonu promoční čepice představující link na naše fakultní webové stránky. Následně jsem v úpravě šablony vybral nově vzniklý grafický prvek a změny publikoval.



Obr. 9 Výběr šablony zápatí vytvořené nástrojem Elementor

Šablona, stejně jako ostatní moduly redakčního systému WordPress, je pravidelně aktualizována. Při aktualizacích dochází často ke smazání změn provedených přímo v kódu jednotlivých souborů. Abych tomuto problému předešel, vytvořil jsem tzv. „Child Theme“, neboli potomka šablony. Je to vlastně složka, která obsahuje vybrané soubory shodné s rodičovskou šablonou. V tomto potomkovi provádím veškeré úpravy, které by mohla aktualizace vymazat.

Responzivita šablony zajišťuje dynamickou změnu obsahu stránek vzhledem k velikosti obrazovky. Příkladem je třeba záměna klasického hlavního menu do formátu rozbalovacího menu (viz Obr. 10).



Obr. 10 Vzhled menu na menším displeji

### 5.3.5 Struktura webu

Základem webu jsou čtyři hlavní stránky: Úvod, Nestabilní systémy, Stabilita a O nás. Od původního řešení struktury, vytvořené panem Kolaříkem, se má struktura lišit jen nepatrně. Došlo ke sloučení stránek O projektu a Kontakt do jediné stránky O nás. Ostatní stránky si zachovaly svůj původní účel a převážně i obsah.



Nestabilní systémy	Rubrika ▼
Stabilita	Stránka ▼
O nás	Stránka ▼
Přihlásit se   Odhlásit se	Uživatelský odkaz ▼
Language switcher	Uživatelský odkaz ▼

Obr. 11 Struktura hlavního menu v administrátorském nastavení

Součástí hlavního menu, jak je patrné z Obr. 11, není odkaz na domovskou stránku. To je dané tím, že odkaz tvoří přímo text „Databáze nestabilních systémů“ (viz Obr. 8). Dále je součástí menu odkaz na přihlášení/odhlášení a přepínač mezi jazyky. Poslední dva body seznamu podrobněji probírám v sekci využitých pluginů. Z důvodu dvojazyčnosti jsem vytvořil hlavní menu dvakrát (česky a anglicky).

### ***Stránka: Úvod***

Úvodní stránku jsem vytvořil pomocí nástroje Elementor. Do horní části domovské obrazovky jsem umístil světle modrý obdélník a do něj uvítací text „Vítejte v databázi nestabilních systémů“. Barevnou plochu jsem rozšířil až do okraje obrazovky a text vycentroval za použití prvku hlavního nadpisu (HTML značka `<h1>`). K vytvoření obsahové části jsem použil šablonu, kterou jsem si stáhnul z webu <https://www.tyler.com/> [63].



Obr. 12 Tvorba úvodní stránky pomocí nástroje Elementor

Úvod je nyní stručnější a přehlednější. Informace o webu jsem popsal ve třech bodech: „Co zde naleznú“, „Co je stabilita“ a „Proč se registrovat“. U každého bodu je stručný popis, ilustrační obrázek a odkaz na patřičnou část webových stránek ve formě tlačítka.

### **Stránka: Nestabilní systémy**

Na rozdíl od domovské stránky, kde jsem použil nástroj Elementor, jsem při vytváření ostatních obrazovek využil přímo prostředí WordPress. Stránka Nestabilní systémy je sama o sobě úplně odlišná od ostatních – je to totiž rubrika, což je seznam všech článků zařazených do dané kategorie.

Do horní části obrazovky jsem umístil možnost filtrovat články podle vybraných vlastností dynamických systémů. Podrobně tuto novou funkci popisují v kapitole 7.1 Filtrování článků podle vlastností dynamických systémů.

V původním řešení obsahovala obrazovka Nestabilní systémy tabulku se čtyřmi sloupci: názvem, autorem, datem vytvoření a počtem zobrazení. Tuto strukturu jsem nahradil se-

znamem, ve kterém je název článku a krátký úryvek z úvodního popisu. Primárně třídím chronologicky, možnost třídít podle autora a ostatních polí jsem zrušil. Odstranil jsem i možnost měnit počet zobrazených článků na jednu stranu. V základu bylo nastaveno zobrazování deseti článků na stránku. Ponechal jsem tedy tuto hodnotu, ale neumožňuji ji měnit. Pokud by v budoucnosti byly požadavky na tento prvek, je možné jej vždy implementovat.

### ***Stránka: Stabilita***

Stránka stability zůstala až na drobné designové úpravy shodná s předchozí verzí. Její obsah již byl rámcově odladěn vedoucím projektu a není jej tedy zatím třeba výrazně měnit.

### ***Stránka: O nás***

Novinkou je obrazovka O nás. Jak jsem již zmínil v úvodu této kapitoly, sloučil jsem stránky O projektu a Kontakt do jediné. Menší počet stran zajišťuje snadnější orientaci na webu a také obsah jednotlivých stránek byl krátký na to, aby musely existovat samostatně. Původní text z části O projektu jsem doplnil údaji o mém přínosu, tedy aktualizaci a rozšíření popsané v této bakalářské práci, a umístil jej na první místo v nově vzniklé sekci O nás. Ve zbytku stránky se nalézá kontaktní formulář, který je adresován panu doc. Ing. Františku Gazdošovi, Ph.D (viz kapitola 5.3.6 Zprovoznění rozšiřujících modulů: WP-Forms Lite).

### ***Další stránky***

Kromě čtyř hlavních stránek je důležitá i přihlašovací obrazovka. Přihlašovací stránka je tvořena jednoduchým formulářem obsahujícím uživatelský e-mail a heslo. Pokud návštěvník webu nemá existující účet, může se registrovat.

Po odhlášení dojde k přesměrování na stejnou stránku, jako při přihlášení. Pro návrat zpět na domovskou stránku se nachází odkaz pod formulářem.

Posledním a možná nejdůležitějším typem stránky je Blog. Blogem nazýváme obrazovku s konkrétním článkem. Od původní verze se obsah moc neliší. V horní části mají přihlášení uživatelé možnost hodnotit články pomocí systému pěti hvězdiček. Následuje název nesta-

bilního systému, jeho stručný popis, matematický model a fyzikální veličiny (parametry a proměnné modelu). Na konci strany se nalézá simulační soubor v programu MATLAB/Simulink dostupný ke stažení (opět pouze pro přihlášené uživatele) a informace o zdrojích, ze kterých článek čerpá.

Původní obsah webových stránek zahrnoval kromě již zmíněných informací hlavně šest článků o konkrétních nestabilních systémech. Pro každý z nich jsem vytvořil vlastní příspěvek a zařadil je do rubriky Nestabilní systémy.

### 5.3.6 Zprovoznění rozšiřujících modulů

#### *WordPress Download Manager*

Za účelem správy simulačních souborů, které jsou nabízeny ke stažení přihlášeným uživatelům, jsem použil WordPress Download Manager. Toto rozšíření umožňuje pohodlně kontrolovat přístup k médiím za použití hesel nebo uživatelských rolí. Pro každý simulační soubor jsem vytvořil samostatné nastavení práv stahování pro všechny uživatelské role kromě neregistrovaných návštěvníků. Plugin následně vygeneroval zkrácený zápis, který jsem vložil do příslušného příspěvku. Zkrácený zápis je typ elementu používaný v prostředí WordPress, který vývojářům umožňuje vytvářet speciální obsah a pomocí identifikátoru na něj odkázat [8;55].

#### Simulační soubory

Stážení souboru je možné pouze pro přihlášené uživatele.



Obr. 13 Umístění zkráceného zápisu do příspěvku

Přihlášeným uživatelům se v příspěvku zobrazí tlačítko s textem „Download“, pomocí kterého si mohou daný simulační soubor stáhnout. Jestliže návštěvník stránek není přihlášen, bude vidět pouze ikona, název a velikost souboru.

### Simulační soubory

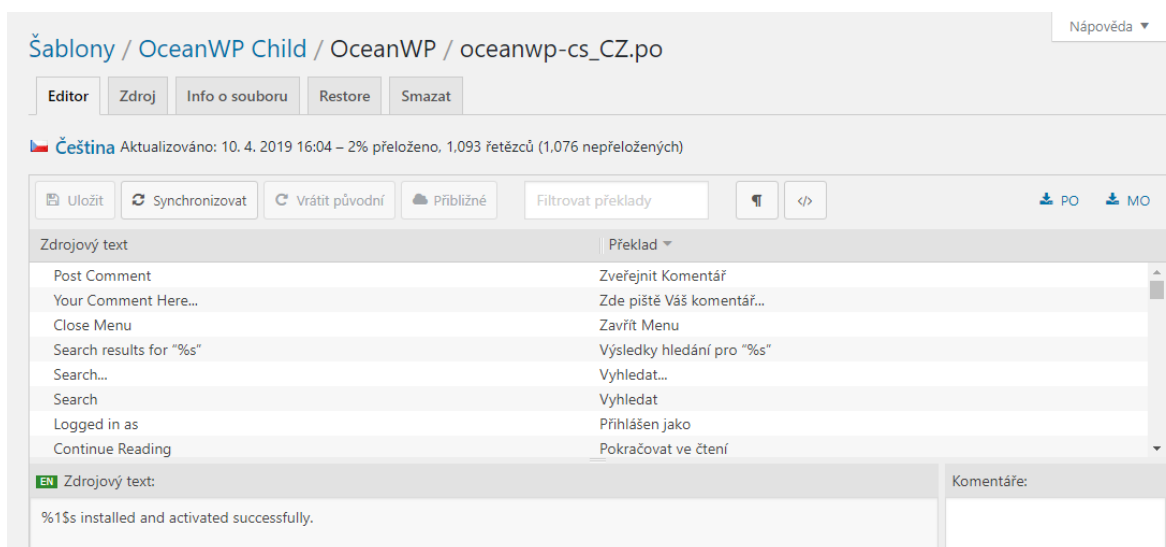
Stážení souboru je možné pouze pro přihlášené uživatele.



Obr. 14 Stahování simulačních souborů

### Loco Translate

Loco Translate slouží k jazykovému překladu šablon a pluginů v redakčním systému. Umí zjistit řetězce znaků přímo ze zdrojových kódů a přeložit je. Ve své práci se zabývám hlavně překladem šablony. Abych zabránil ztrátě obsahu již přeloženého z angličtiny do češtiny, použil jsem jako zdrojovou šablonu Child Theme [56].



Obr. 15 Překlad šablony OceanWP pomocí pluginu Loco Translate

### Login Logout Register Menu

Pro přidání odkazu „Přihlásit se / Odhlásit se“ jsem použil aplikaci Login Logout Register Menu. Po aktivaci tohoto rozšíření se v základní nabídce vytváření menu objevila nová možnost odkazů, ze které jsem vybral „Log In / Log Out link“. Ve výsledku se v hlavním menu zobrazí buď možnost „Přihlásit se“, pokud není uživatel přihlášen, nebo „Odhlásit se“. Registrace probíhá při kliknutí na tlačítko „Přihlásit se“, kde je uživateli nabídnuto

vytvořit nový účet. Jelikož kvůli dvojjazyčnosti webu používám dvě hlavní menu, musel jsem tuto položku přidat do každého z nich ve správném překladu [57].

### ***Polylang***

Polylang je nejdůležitější plugin, pokud jde o otázku dvojjazyčnosti webových stránek popsaných v této bakalářské práci. Práce s tímto pluginem je velmi jednoduchá – při vytváření jakéhokoli obsahu v rámci redakčního systému WordPress máte možnost zvolit, v jakém jazyce jej tvoříte. Následně je potřeba vytvořit obsah znovu v druhém jazyce a na závěr přidat odkaz na překlad [58].

Například když bych chtěl vytvořit nový dvojjazyčný článek, budu vlastně dělat dva stejné, ale v různých jazycích. Rozšíření jako takové nic nepřekládá, pouze umožňuje propojit dva prvky v různých jazycích do jednoho.

Tato aplikace také nabízí možnost přepínače jazyků. Zvolil jsem zachování původního designu, a proto jsem do hlavních menu přidal dvě vlajky.

### ***WP-PostRatings***

Součástí každého článku je systém hodnocení prezentovaný pěti hvězdičkami. I toto hodnocení je dostupné pouze pro přihlášené uživatele a zajišťuje ho plugin WP-PostRatings. Aplikování tohoto rozšíření spočívá opět v použití PHP funkce, tentokrát se však nejednalo o zkrácený zápis, o to byla má práce obtížnější [61].

Každý příspěvek má možnost změnit svůj styl pomocí šablony – stejně tak jako se upravuje celá webová stránka, jen v menším měřítku. Tuto schopnost jsem využil k implementaci modulu hodnocení. Nejprve jsem překopíroval soubor „page.php“ z originální šablony OceanWP do složky dceřiné šablony a přejmenoval ji na „page-ratings.php“. Do záhlaví nového souboru bylo zapotřebí umístit název šablony a typ stránek, u kterých se má šablona nabízet. Nyní už jsem u jednotlivých příspěvků mohl zvolit šablonu, kterou jsem si pojmenoval „Page with ratings“.

Součástí kódu šablony je funkce, odkazující na soubor „layout.php“, umístěný ve složce „../partials/page/“. I tento soubor jsem přenesl z originální šablony, a v něm samotném jsem udělal úpravu, do které jsem zahrnul funkci pluginu WP-PostRatings: „if(function\_exists('the\_ratings')) { the\_ratings(); }“.



Výsledek byl relativně dostačující, avšak považoval jsem za vhodné provést další úpravy. Pro českou verzi neexistoval překlad z angličtiny. Proto jsem do souboru šablony doplnil kód (viz Obr. 16), ve kterém jsem odstranil titulky u jednotlivých hvězdiček a u české verze stránek překládám texty z anglického originálu.

```
<?php
    echo '
    <script>
    var Lrating = document.getElementsByClassName("post-ratings");
    var Lurl = Lrating[0].baseURI;

    var i;
    for (i=0;i<4;i++) {
        Lrating[0].childNodes[i].alt = "";
        Lrating[0].childNodes[i].title = "";
    }

    if (!Lurl.includes("/en/")) {
        if (Lrating[0].childNodes[6].nodeName == "EM") {
            var Ltext = Lrating[0].childNodes[6].childNodes[1].nodeValue;
            if (Ltext == " votes, average: ") {
                Lrating[0].childNodes[6].childNodes[1].nodeValue = " hlasu, průměr ";
            }

            Ltext = Lrating[0].childNodes[6].childNodes[3].nodeValue;

            if (Ltext == " out of 5") {
                Lrating[0].childNodes[6].childNodes[3].nodeValue = " z 5";
            }
            if (Ltext == " out of 5, ") {
                Lrating[0].childNodes[6].childNodes[3].nodeValue = " z 5, ";
            }

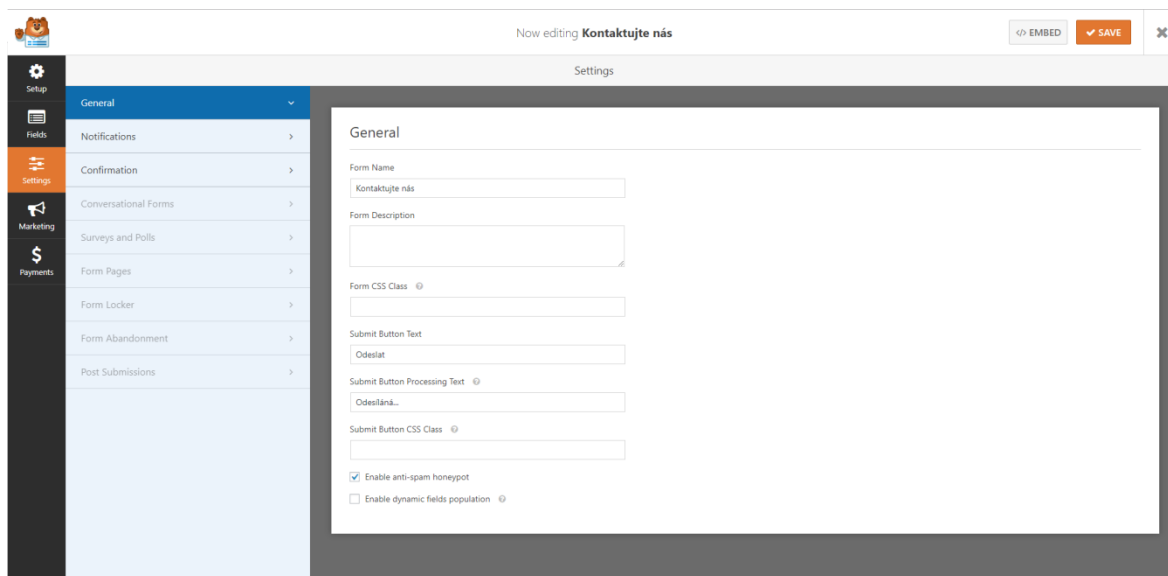
            if (Lrating[0].childNodes[6].childNodes.length>4){
                Ltext = Lrating[0].childNodes[6].childNodes[4].innerText;
                if (Ltext == "rated") {
                    Lrating[0].childNodes[6].childNodes[4].innerText = "hodnoceno";
                }
            }
        }

        if(Lrating[0].childNodes.length>9){
            Ltext = Lrating[0].childNodes[9].childNodes[0].nodeValue;
            if (Ltext == "You need to be a registered member to rate this.") {
                Lrating[0].childNodes[9].childNodes[0].nodeValue = "Pro hodnocení musíte být přihlášení.";
            }
        }
        Ltext = Lrating[0].childNodes[5].nodeValue;
        if (Ltext == " (No Ratings Yet)") {
            Lrating[0].childNodes[5].nodeValue = " (Zatím nehodnoceno)";
        }
    }
    </script>';
?>
```

Obr. 16 Úprava a překlad modulu hodnocení

### **WPForms Lite**

Pomocí aplikace WPForms Lite jsem vytvořil kontaktní formulář a umístil jej na stránku O nás. Formulář obsahuje pole Jméno, E-mail a Vaše zpráva. Po odeslání je zpráva zaslána na e-mail vedoucího projektu. Postup zhotovení kontaktního formuláře jsem provedl dvakrát (pro český a anglický překlad) a do editoru stránek v rozhraní WordPress jsem umístil zkrácený zápis [60].



Obr. 17 Prostředí WPForms Lite

### 5.3.7 Print, PDF, Email by PrintFriendly

Další funkcí, kterou bylo potřeba migrovat z původní verze stránek, bylo stahování příspěvků do PDF nebo jejich tisk a zaslání na e-mail. K tomuto účelu jsem použil nástroj Print, PDF, Email od společnosti PrintFriendly. Pomocí ikony (tiskárna, soubor pdf a obálka), umístěné v pravém horním rohu každého článku, si může uživatel daný příspěvek stáhnout. Kromě samotného stažení si může upravit obsah – po kliknutí na danou ikonu se otevře nabídka (Obr. 18), ve které lze některé elementy smazat. Například údaje o simulacích souborech jsou v dokumentu formátu .pdf nežádoucí, a proto je vhodné, moci si podobné prvky odstranit [64].

**Fly-by-wire helikoptéra**

unstable-systems.cloudaccess.host/fly-by-wire-helikoptera

**Popis systému**

Tento článek vychází ze studie popsané panem Walker v roce 2003 [1], který se zabývá řízením helikoptéry. Využívá přitom systém fly-by-wire, což je bezpilotní řízení prostředků.

**Fyzikální veličiny**

**Matematický model**

Přechodová charakteristika

$$\frac{\theta[rad]}{\delta_{long}[rad]} = \frac{-13,49(s + 0,57)(s + 0,03)}{(s + 12,58)(s^2 + 2\xi\omega_0s + \omega_0^2)(s + 0,0003)(s + 0,042)}$$

Kde

$$\omega_0 = 0,7$$

$$\xi = 0,98$$

**Simulační soubory**

Stahování souboru je možné pouze pro přihlášené uživatele.

**Fly-by-wire helikoptéra 13.57 KB**

[Download](#)

[Zdroje informací](#)

[1] WALKER, D.J. Multivariable control of the longitudinal and lateral dynamics of a fly-by-wire helicopter. Control Engineering Practice. Pergamon, 2003, 11(11), 15.

Obr. 18 Úprava dokumentu PDF před jeho stažením

### 5.3.8 Ostatní úpravy

Přestože WordPress nabízí velikou škálu možností, jak přizpůsobit webovou aplikaci dle vlastních požadavků, má i své limity. Za účelem aplikování změn, které již nejdou udělat přímo v prostředí redakčního systému, byla vytvořena dceřiná šablona („Child Theme“). V rámci této šablony jsem vytvořil soubor styles.css, ve kterém jsem provedl několik úprav vzhledu webových stránek.

```
13 .page-header {
14   background-color: #7ec0ee;
15 }
16
17 .trail-items {
18   display: none;
19 }
20
21 .meta-author {
22   display: none;
23 }
24
25 .wpm-download-link.btn.btn-primary {
26   background-color: #7ec0ee;
27   font-size: 15px;
28   padding: 12px 24px;
29   border-radius: 3px;
30 }
31
32 .searchandfilter ul {
33   margin: 15px 0 15px 0px !important;
34 }
```

Obr. 19 Kód v souboru styles.css

V hlavičce souboru styles.css se nachází meta data definující šablonu OceanWP a vlastní kód začíná na řádce třináct.

První úpravou je přebarvení pozadí hlavičky stránek na světle modrou barvu.

Na řádce sedmnáct se nachází třída „trail-items“, která představuje navigační menu v hlavičce stránky. Jelikož jsou webové stránky Databáze nestabilních systému velmi jednoduše strukturované, není třeba zobrazovat navigaci, proto jsem vypnul její zobrazování.

Dále jsem zrušil zobrazování autora v hlavičce článků. Přijde mi zbytečné zobrazovat tento údaj, když existuje pouze několik málo osob, které dané příspěvky vytvořily.

Od řádki třiadvacet je popsána změna tlačítka určeného ke stahování simulačních souborů. Měním jeho barvu pozadí, velikost písma a velikost okrajů.

Poslední úpravou v tomto souboru je definice okraje u seznamu v třídě „searchandfilter“. Jak již napovídá název této třídy, jedná se o filtrování podle vlastností dynamických systémů (viz kapitola 7.1 Filtrování článků podle vlastností dynamických systémů). Na konci zápisu je použit příkaz „!important“, který určuje důležitost této vlastnosti. Jazyk CSS je totiž založen na hierarchii důležitosti, a proto by se některé změny na nižších úrovních nemusely projevit.

Kromě použití souboru styles.css lze provádět změny v menu šablony. Kód zde zapsaný je brán s vyšší prioritou. Toho jsem využil při vypnutí zobrazování pravého postranního menu.

## 6 VYTVÁŘENÍ NOVÝCH PŘÍSPĚVKŮ

V této kapitole popisuji, ze kterých zdrojů jsem čerpal informace k novým článkům. Celkem jsem vytvořil šest nových příspěvků v českém a anglickém jazyce. Dohromady obsahuje aktualizovaná webová databáze dvanáct modelů nestabilních systémů.

Články obsahují stručný popis systému, ilustrační obrázek a zjednodušený matematický model spolu s použitými fyzikálními veličinami. U některých příspěvků jsou také uvedeny konkrétní parametry daného experimentu. Na konci každého příspěvku je umístěn simulační soubor daného modelu a použitý zdroj informací. V záhlaví stránky je možnost článek ohodnotit nebo stáhnout do PDF, v zápatí pak okomentovat.

*Tab. 1 Nové příspěvky*

Název článku česky	Název článku anglicky
3DOF Gyroskop	3DOF Gyroscope
Dvojitě inverzní kyvadlo	Double inverted pendulum
Kulička na ploše	Ball and Plate Apparatus
Kulička na tyči	Beam and Ball
Destilační kolona	Distillation column
Fly-by-wire helikoptéra	Fly-by-wire helicopter

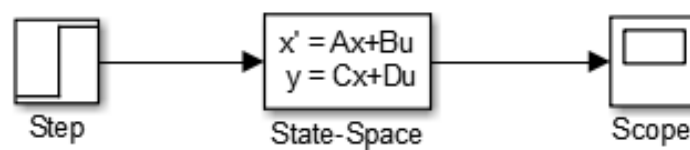
### 6.1 3DOF Gyroskop

Tato výuková platforma gyroskopu byla vyvinuta společností *Quanser: Innovate uducate* za účelem demonstrace principů technologií používaných při řízení námořních, vzdušných a vesmírných dopravních prostředků. Rozsáhlé aplikace 3DOF gyroskopu zahrnují např. řízení nadmořské výšky, momentu hybnosti, navigaci pomocí satelitů a rozličné systémy auto-pilotů. Při vypracování tohoto článku jsem jako zdroj použil uživatelský manuál a laboratorní návod k tomuto modelu. Oba dokumenty jsou spolu s ilustračním obrázkem dostupné na stránkách firmy Quanser [47].



Obr. 20 3DOF Gyroskop [47]

V článku je zahrnut základní matematický popis uvedeného modelu pomocí pohybových rovnic spolu s linearizovanými stavovými rovnicemi. Právě uvedený stavový popis systému jsem dále použil k vytvoření jednoduché simulace uvedeného linearizovaného modelu v programu MATLAB/Simulink.



Obr. 21 Simulace linearizovaného modelu 3DOF Gyroskopu

Blok „Step“ představuje generátor počátečního skoku (jednotkového skoku), na který následně reaguje systém popsáný v bloku „State-Space“ maticemi (12;13;14;15). „Scope“ slouží k prezentování signálu do grafu přechodové funkce. Zdrojem matic stavového popisu je laboratorní návod toho modelu dostupný z [47].

Pohybové rovnice reprezentující úhlovou rychlost červeného závěsu  $\psi$  a vnějšího modrého závěsu  $\theta$  jsou podle [47] vyjádřeny:

$$J_y \ddot{\theta} + h\dot{\psi} = \tau_y \quad (4)$$

$$J_z \ddot{\psi} - h\dot{\theta} = 0 \quad (5)$$

Kde

- Moment setrvačnosti kolem osy  $y$   $J_y = 0,0039 \text{ kg} * \text{m}^2$  (modrý závěs)
- Moment setrvačnosti kolem osy  $z$   $J_z = 0,0223 \text{ kg} * \text{m}^2$  (červený závěs)
- Vypočtená konstanta  $h = 0,44 \text{ kg} * \text{m}^2 * \text{s}^{-1}$  na základě momentu hybnosti rotoru gyroskopu kolem své vlastní osy a jeho rychlosti
- Protože vnější šedý rám je nehybný, jedinou řízenou osou je osa  $y$ . Vstupem tohoto SISO systému je točivý moment působící v této ose  $\tau_y$ .

Linearizovaný stavový popis je podle [47]:

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (6)$$

$$y = Cx + Du \quad (7)$$

Kde

- $x$  je stav systému
- $u$  je řízený vstup systému
- $A, B, C, D$  jsou matice stavového popisu systému

Pro tento systém byl jeho stav a výstup (což je úhel svíraný červeným závěsem) definován následovně:

$$x^T = [\dot{\theta} \ \psi \ \dot{\psi} \ \int \psi] \quad (8)$$

$$y = \psi \quad (9)$$

Řešením podmínek zrychlení uvedených v lineárních pohybových rovnicích (4;5) dostaneme

$$\ddot{\theta} = \frac{-h}{J_y} \psi + \frac{1}{J_y} \tau_y \quad (10)$$

$$\ddot{\psi} = \frac{h}{J_z} \dot{\theta} \quad (11)$$

Dosazením do stahového popisu následně získáme požadované stavové matice systému použité v simulační souboru modelu 3DOF gyroskopu.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -\frac{h}{J_y} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{h}{J_z} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -112,82 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 19,73 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \frac{1}{J_y} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 256,41 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

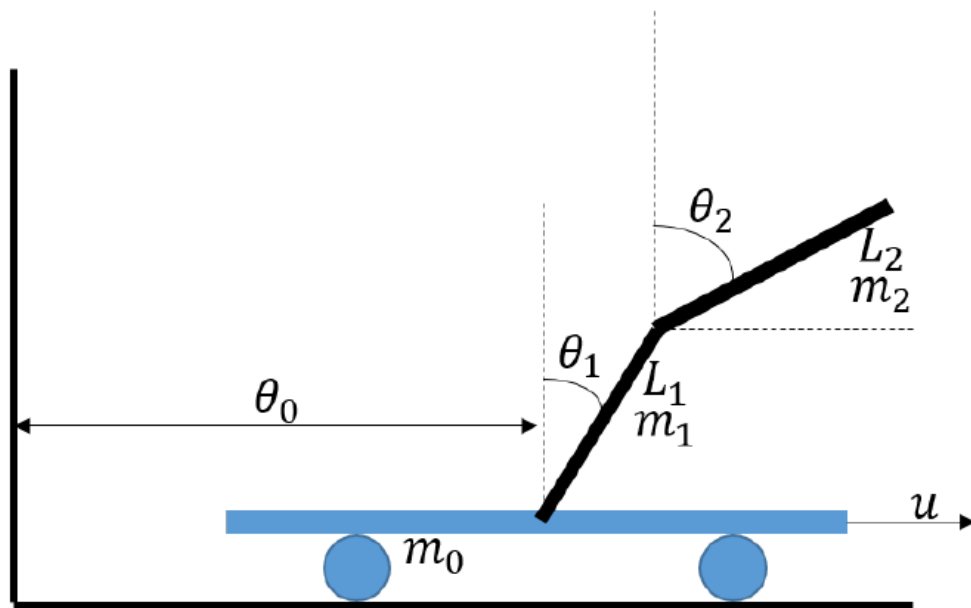
$$\mathbf{C} = [0 \quad 1 \quad 0 \quad 0] \quad (14)$$

$$\mathbf{D} = [0] \quad (15)$$

## 6.2 Dvojitě inverzní kyvadlo

Dalším modelem je dvojitě inverzní kyvadlo umístěné na vozíku. Tento vysoce nestabilní systém simuluje problematiku raketových startů, řízení trajektorie a další podobné problémy. K vytvoření toho článku jsem se inspiroval v knize *Stabilisation and Motion Control of Unstable Objects* [30] a konkrétní obsah jsem čerpal z odborného článku *Balancing a double inverted pendulum using optimal control and Laguerre functions* [48].





Obr. 22 Model dvojitého inverzního kyvadla na vozíku [48]

Na Obr. 22 se nachází vozík o hmotnosti  $m_0$ , pohybující se po vodorovné ploše rychlostí  $u$ , což je vstup tohoto systému. Na vozíku je připevněna aparatura dvou kyvadel o délkách tyčí  $L_1, L_2$  a hmotnostech tyčí  $m_1, m_2$ . Pozice vozíku  $\theta_0$ , úhel spodní tyče kyvadla  $\theta_1$  a úhel horní tyče kyvadla  $\theta_2$  jsou výstupy tohoto systému. Kromě těchto výstupů zahrnuje množina výstupů tohoto systému i první derivace uvedených veličin, tedy rychlost vozíku, úhlovou rychlost spodního kyvadla a úhlovou rychlost horního kyvadla. Jedná se tedy o nelineární systém s jedním vstupem a šesti výstupy.

I u tohoto modelu jsem použil blok „State-Space“ k vytvoření simulačního souboru. Využil jsem matice stavového popisu systému uvedené v článku [48], ve kterém je model definován parametry:  $m_0 = 1,5\text{kg}$ ,  $m_1 = 0,5\text{kg}$ ,  $m_2 = 0,75\text{kg}$ ,  $L_1 = 0,5\text{m}$ ,  $L_2 = 0,75\text{m}$ .

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -7,4920 & 0,7985 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 74,9266 & -33,7147 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -59,9373 & 52,1208 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (16)$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0,6070 \\ 1,4984 \\ -0,2839 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 100000 \\ 010000 \\ 001000 \\ 000100 \\ 000010 \\ 000001 \end{bmatrix} \quad (18)$$

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

### 6.3 Kulička na ploše

Experiment se skládá z plošiny, na které je umístěna kulička, a kamery snímající plochu. Vstupy systému jsou řídicí signály motorů pro naklonění plošiny a výstupem je pak pozice kuličky na dané rovině. Plochu je možné naklánět ve dvou osách, čímž řídíme polohu balónku. Samotný model CE 151 byl vytvořen společností Humusoft. Technický manuál, který mi posloužil jako zdroj informací, je k nalezení na jejich stránkách [49].



Obr. 23 Model kuličky na ploše [49]

Linearizovaný stavový popis byl v technickém manuálu dostupném z [49] uveden ve tvaru:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_x \\ \dot{y}_x \\ \bar{\alpha} \end{bmatrix} \quad (20)$$

Kde

- $x_1$  je pozice kuličky
- $x_2$  je rychlost kuličky
- $x_3$  je sklon plochy, po které se kulička pohybuje

Stavové rovnice linearizovaného popisu systému byly uvedeny ve tvaru

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (21)$$

$$y = Cx + Du \quad (22)$$

Stavové matice pro tento systém mají tvar

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & K \\ 0 & 0 & \frac{-1}{T_m} \end{bmatrix} \quad (23)$$

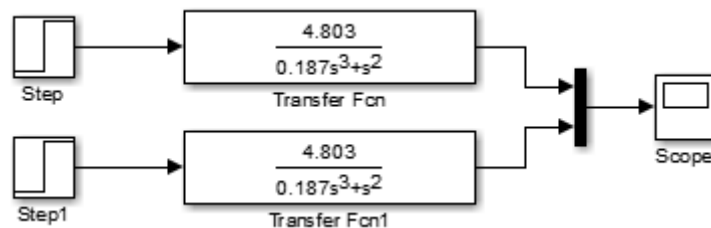
$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ \frac{1}{T_m} \end{bmatrix} \quad (24)$$

$$C = [1 \quad 0 \quad 0] \quad (25)$$

$$D = [0] \quad (26)$$

Kde

- Celkové zesílení systému  $K = 4,803 \text{ s}^{-2}$
- Nominální rychlost servosystému  $\omega = 1,338 \text{ s}^{-1}$
- Časová konstanta servosystému  $T_m = 0,187 \text{ s}$



Obr. 24 Simulace systému kuličky na ploše

U simulace modelu kuličky na ploše jsem použil blok přenosové funkce, která byla uvedena v manuálu od společnosti Humusoft vyjádřena

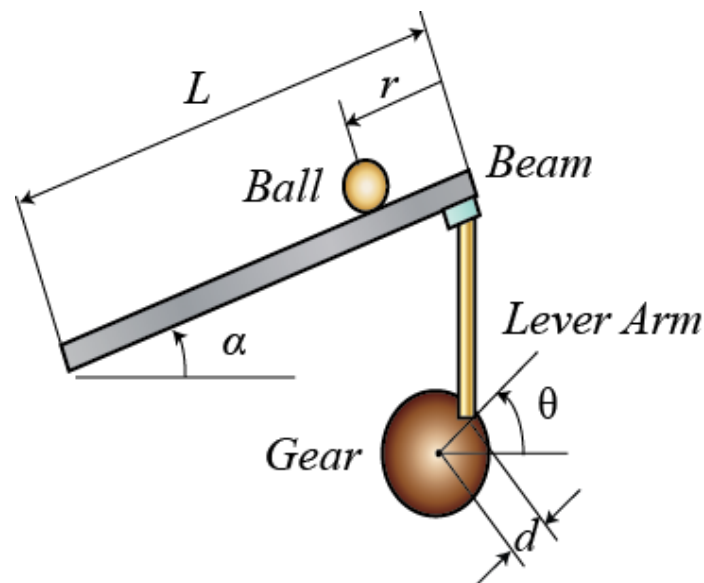
$$F(s) = \frac{K}{s^2(T_m s + 1)} = \frac{4,803}{s^2(0,187s + 1)} \quad (27)$$

Tato přenosová funkce (27) představuje dynamiku linearizovaného modelu daného modelu v obou řízených osách pro parametry:

- Statické zesílení  $K_\alpha = 0,1878 \frac{rad}{MU}$
- Délka kroku náklonu plochy  $\Delta\alpha = 0,000628 rad$
- Ovládací frekvence  $f = 400 Hz$
- Nominální úhlová rychlost plochy  $\omega_\alpha = 0,2513 \frac{rad}{s}$
- Limit sklonu plochy  $\alpha_{max} = -\alpha_{min} = 0,1878 rad$
- Zesílení tohoto systému  $K_b = 4,6 \frac{ms^{-2}}{rad}$
- Limit pozice kuličky na ploše  $x_{max} = -x_{min} = 0,18 m$
- Konstanta senzoru snímajícího pozici kuličky  $K_x = 5,56 \frac{MU}{m}$

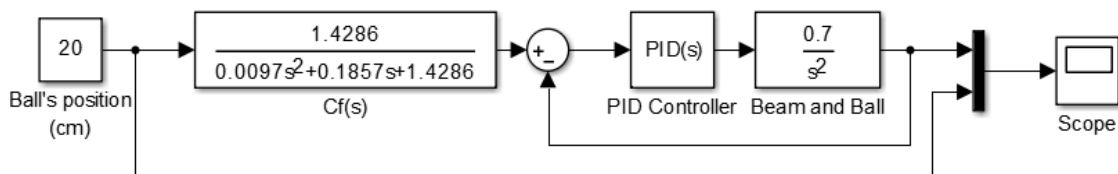
#### 6.4 Kulička na tyči

Model kuličky na tyči je dalším ze známých příkladů nestabilních systémů. Systém sestává z tyče (kolejnice), po níž se volně kutálí kulička. Řídícím prvkem systému je servomotor, který je s tyčí propojen pomocí ramene. Pomocí servomotoru se snažíme ustálit pohyb kuličky v definované poloze. I v tomto případě jsem se o tomto modelu dočetl v knize, jejímž autorem je Alexander M. Formalskii. [30] V článku však používám informace z internetového portálu Michiganské univerzity [50].



Obr. 25 Model kuličky na tyči [50]

Simulační soubor experimentu kuličky na tyči je o něco složitější, než tomu bylo u předchozích příkladů nestabilních systémů. Jedná se o příklad řízení systému za použití přímo- a zpětnovazebního regulátoru dle [50]. Žádanou hodnotou je pozice kuličky  $r = 20 \text{ cm}$  (viz Obr. 26). Zvolená žádaná hodnota je přivedena do výsledného grafu a také do samotného regulačního systému přes přímo- a zpětnovazební regulátor  $Cf(s)$ . Regulační obvod je dále složen ze součtového bloku „Sum“, který přivádí zápornou zpětnou vazbu, zpětnovazebního PID regulátoru a přenosové funkce linearizovaného modelu systému kuličky na tyči  $F(s) = \frac{0,7}{s^2}$ . Výstupem je pak graf spojující signály žádané hodnoty a regulované pozice kuličky pomocí bloku „Mux“.



Obr. 26 Simulační soubor s regulátorem pro experiment kuličky na tyči

Z následujícího vztahu jsem na základě [50] vypočítal proporciální, integrační a derivační složky použitého zpětnovazebního PID regulátoru.

$$C(s) = K_c \left( 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (28)$$

Kde

$$K_c = 1056,6$$

$$T_i = 0,13 \text{ s}$$

$$T_d = 0,052$$

Proporcionální složka (P)

$$P = K_c = 1056,6$$

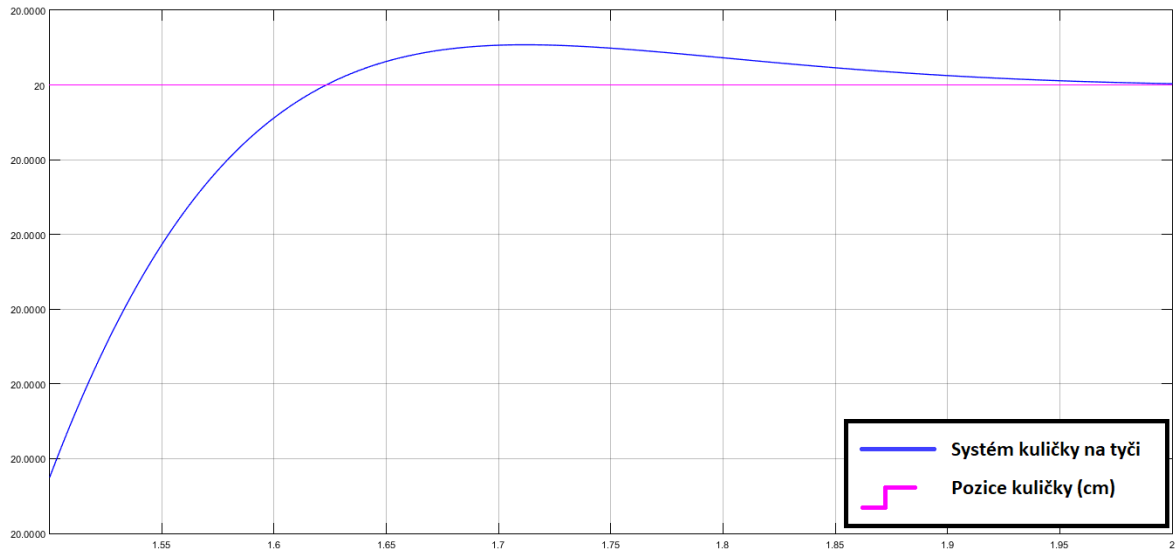
Integrační složka (I)

$$I = \frac{K_c}{T_i} = \frac{1056,6}{0,13} = 8127,69$$

Derivační složky (D)

$$D = K_c T_d = 1056,6 * 0,052 = 54,9432$$

Výsledkem simulace je graf, na kterém lze vidět, jak pomocí uvedeného regulátoru je systém řízen a ustálí se na žádané hodnotě – pozice kuličky na tyči.

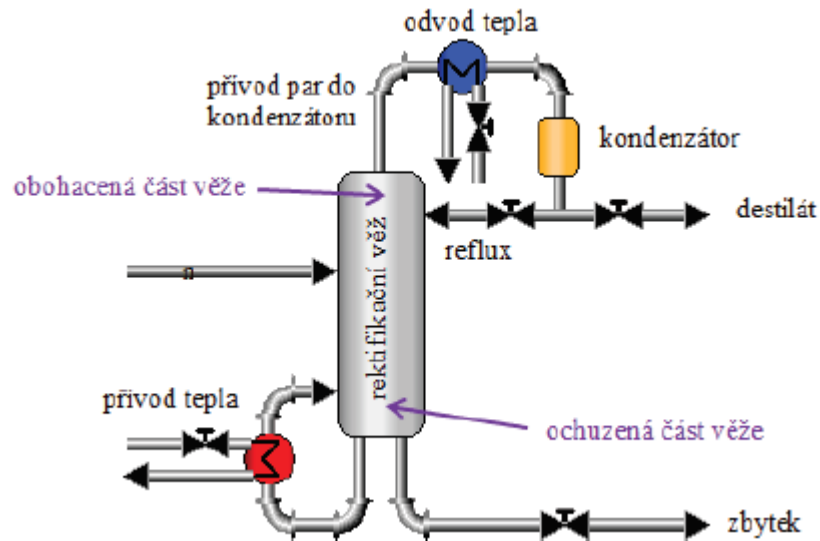


Obr. 27 Graf závislosti polohy kuličky na čase

## 6.5 Destilační kolona

Destilační kolona je nestabilní systém z oblasti chemického průmyslu. Dalším příkladem je pak řízení destilační kolony v nestabilním pracovním bodě (Obr. 28). Do rektifikační věže je přiveden nástřík, který následně stoupá do vyšších pater. Z věže vycházejí páry, které jsou dále odváděny do kondenzátoru. Z kondenzátoru se část par vrací zpět do věže jako reflux a zbytek vystupuje ze systému ve formě destilátu. Teplotu rektifikační věže řídíme pomocí refluxního průtoku – pro snížení teploty musíme zvýšit tento průtok a naopak.

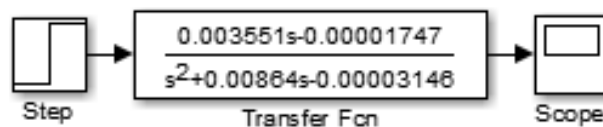
K vytvoření tohoto článku jsem využil článek On the dynamics of integrated: plants non-minimum phase behavior [52], na který jsem našel odkaz v knize Control of Unstable Systems [29]. Doplnující informace jsem získal v disertační práci Nestabilní systémy: robustní řízení s omezenou akční veličinou [51].



Obr. 28 Schéma destilační koly [51]

Celý systém destilační kolony je nesmírně sofistikovaný na to, abych jej popsal v této práci, a proto jsem si pro tento model zvolil jednoduchou přenosovou funkci z článku [52], která popisuje závislost destilátu  $y_D$  (výstupu systému) na refluxu  $L$  (vstupu systému).

$$\left(\frac{\partial y_D}{\partial L}\right)_B(s) = \frac{0,003551(s - 0,00492)}{(s - 0,00276)(s + 0,0114)} \quad (29)$$



Obr. 29 Simulace přechodové odezvy závislosti destilátu na refluxu

## 6.6 Fly-by-wire helikoptéra

V knize Control of Unstable Systems [29] jsem našel odkaz na odbornou publikaci Multi-variable control of the longitudinal and lateral dynamics of a fly-by-wire helicopter [53], která se zabývá řízením helikoptéry bez pilota.



V simulačním souboru tohoto modelu využívám přenosovou funkci vyjadřující závislost úhlu podélného stoupání helikoptéry  $\theta$  (výstupu systému) na hlavním hnacím rotoru  $\delta$  (vstupu systému). Tato přenosová funkce byla v článku [53] uvedena následovně:

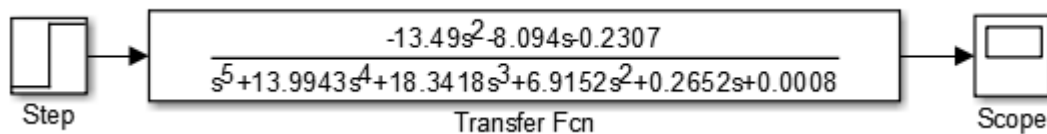
$$\frac{\theta}{\delta} = \frac{-13,49(s + 0,57)(s + 0,03)}{(s + 12,58)(s^2 + 2\xi\omega_0s + \omega_0^2)(s + 0,0003)(s + 0,042)} \quad (30)$$

Kde

$$\omega_0 = 0,7$$

$$\xi = 0,98$$

Po dosazení do přenosové funkce a úpravě jsem dostal tvar, který jsem zapsal do simulačního bloku „Transfer Fcn“.



Obr. 30 Simulace přechodové odezvy závislosti úhlu podélného stoupání helikoptéry na hlavním hnacím motoru

## 7 DALŠÍ FUNKCE A INTERAKTIVNOST WEBU

### 7.1 Filtrování článků podle vlastností dynamických systémů


Novou funkcí, která byly implementována, je filtrování článků podle vybraných vlastností modelů. Tento filtr je umístěn na stránce Nestabilní systémy v horní části obrazovky.

K vytvoření této funkce jsem využil plugin Search & Filter a jeho nabídku filtrování pomocí štítků. Štítek je určitá vlastnost, kterou můžeme přiřadit k příspěvku. Často se jedná o klíčová slova článku či jiné důležité heslovitě popisky. Nejprve jsem tedy vytvořil sady těchto štítků česky a anglicky, následně jsem je přiřadil k jednotlivým článkům. Dalším krokem byla vlastní aktivace rozšíření – použití funkce v jazyce PHP. Tento kód jsem umístil do složky „Child Theme“ do souboru index.php. [59]

```
if (is_category()) {  
    echo do_shortcode('[searchandfilter fields="post_tag" types="checkbox" headings="Filter"]');  
}
```

Obr. 31 Ukázka kódu zajišťujícího funkci filtru

Jak lze vidět, kód je velmi jednoduchý – jedná se o tzv. zkrácený zápis („shortcode“). Je to pouze odkaz na funkci, kterou obstará plugin samotný. U rubriky jej bohužel nelze zapsat přímo v prostředí WordPress, jak je popsáno například v části pojednávající o stahování souborů (viz kapitola 5.3.6.1 WordPress Download Manager).



The screenshot shows a website header with the title 'Databáze nestabilních systémů' and navigation links: 'NESTABILNÍ SYSTÉMY', 'STABILITA', 'O NÁS', 'ODHLÁSIT SE', and language flags. Below the header is a blue banner with the text 'Nestabilní systémy'. Underneath is a 'Filter' section with a list of checkboxes for system types: '1. Derivační systém', '1. Integrovaný systém', '1. Proporcionální systém', '2. MIMO', '2. SISO', '3. Minimálně fázový systém', '3. Neminimálně fázový systém', '4. Bez nelineárního modelu', and '4. S nelineárním modelem'. A blue button labeled 'FILTROVAT' is positioned below the filter options. The main content area shows the title 'Fly-by-wire helikoptéra' and a date '4. 5. 2019' with '0 Komentářů'.

Obr. 32 Rubrika nestabilních systémů s možností filtrování

Po stisknutí tlačítka Filtrovat je uživatel odkázán na novou stránku, kde se mu zobrazí články dle vybraných kategorií. Na ilustračním obrázku lze vidět vlastnosti dynamických systémů, které jsou aktuálně implementovány v modulu filtru.

Problém nastal v případě, kdy uživatel nevybral žádný z nabízených parametrů a dal filtrovat. V takovém případě se zobrazil seznam všech článků v obou jazycích a s tím i nějaké články generované pluginy. Situaci jsem ošetřil přidáním funkce jazyka JavaScript „onclick“, ve které kontroluji, zda alespoň jedna z možností byla vybrána. Jestli nebyla vybrána ani jedna možnost, funkce vrátí neplatnou hodnotu a filtrování se přerušuje. Zároveň jsem pomocí JavaScriptu přeložil tlačítko filtrování do češtiny. Celý kód jsem umístil opět do souboru „index.php“.

```
echo '  
    <script>  
        var Linputs = document.getElementsByTagName("input");  
        var LMyinput = Linputs[12];  
        var i = 0;  
        var Lcount = 0;  
        LMyinput.onclick = function () {  
            for (i=1; i<=9; i++){  
                if(Linputs[i].checked){  
                    Lcount++;  
                }  
            }  
            if(Lcount==0){  
                return false;  
            }  
        };  
  
        var Lurl = LMyinput.baseURI;  
        if (!Lurl.includes("/en/")) {  
            if (LMyinput.value == "Submit") {  
                LMyinput.value = "Filtrovat";  
            }  
        }  
    </script>  
';
```

Obr. 33 Kód upravující filtrování

Štítky jsou rozděleny do čtyř kategorií podle skupin vlastností dynamických systémů:

1. Typ přenosu: proporcionální, integrační, derivační
2. Počet veličin: SISO, MIMO
3. Minimálně fázový: ano, ne
4. Model s nelineárním modelem: ano, ne

Tab. 2 Přiřazení dynamických vlastností systémů k modelům

Název modelu	Typ přenosu	Počet veličin	Minimálně fázový	Nelineární model
3DOF Gyroskop	Integrační	MIMO	ANO	NE
Balistická raketa	Proporcionální	SISO	ANO	NE
Destilační kolona	Proporcionální	SISO	NE	NE
Dvojitě inverzní kyvadlo	Derivační	MIMO	ANO	NE
Fluidní reaktor	Proporcionální	SISO	ANO	NE
Fly-by-wire helikoptéra	Proporcionální	SISO	ANO	NE
Inverzní kyvadlo	Derivační	SISO	ANO	ANO
Kulička na ploše	Integrační	MIMO	ANO	NE
Kulička na tyči	Integrační	SISO	ANO	NE
Letadlo X-29	Proporcionální	SISO	NE	NE
Magnetická levitace	Proporcionální	SISO	ANO	ANO
Průtočný chemický reaktor	Proporcionální	SISO	NE	ANO

## 8 NASAZENÍ A SPUŠTĚNÍ WEBU

Nová verze webové databáze nestabilních systémů je nyní spuštěna na adrese <https://unstable-systems.cloudaccess.host/>. Jakmile bude provedena její důkladná revize a odladění aplikace, převede se na oficiální stránky projektu <http://unstable-systems.cz/>.

Nová aplikace běží na nové databázi, do které se budou nahrávat přihlašovací údaje účtů (*přihlašovací jméno + e-mail*), vytvořených na původní stránce. Bude brán ohled na zásady ochrany osobních údajů GDPR. Zároveň dojde k zpřístupnění webu pro internetové vyhledávače – aktuálně je možno zobrazit stránky pouze pomocí přímého odkazu.

Se spuštěním souvisí i otázka zabezpečení webu. V rámci vypracovávání bakalářské práce jsem pro přístup do redakčního systému používal účet se jménem „admin“. Softwary zaměřené na útoky se často pokouší prolomit do systémů za využití obvyklých přihlašovacích údajů. Proto byl tento účet zrušen a budou provedeny další kroky k ochraně přístupu k obsahu stránek.

## ZÁVĚR

Webová databáze nestabilních systémů byla migrována z původního redakčního systému Joomla! do nejnovější verze nástroje WordPress. Při přechodu do nového prostředí byla zachována dvojjazyčnost (česky a anglicky), všechny původní články a hlavní funkce. Zároveň došlo k zdokonalení původních modulů a opravení chyb, vyskytujících se ve staré verzi.

Databáze byla doplněna o nové modely nestabilních systémů. U každého z nich je uveden stručný popis, zjednodušený matematický model, soubor s vytvořeným simulačním modelem v prostředí MATLAB/Simulink a zdroj informací. Novými články jsou 3DOF Gyroskop, Dvojitě inverzní kyvadlo, Kulička na ploše, Kulička na tyči, Destilační kolona a Fly-by-wire helikoptéra.

Díky šabloně OceanWP, na které je založen design stránek, je nová verze webové databáze nestabilních systémů optimalizována nejen pro práci na stolních počítačích, ale i pro práci na mobilních zařízeních.

Webová aplikace byla obohacena o další moderní prvky. Novinkou je například možnost filtrovat články podle vlastností dynamických systémů a možnost stáhnout si příspěvek do PDF.

Aktualizovaný a rozšířený systém je nyní spuštěn na stránkách <https://unstable-systems.cloudaccess.host/>. Po provedení revize a odladění bude přesunut na oficiální stránky projektu <http://unstable-systems.cz/>, na kterých do té doby bude běžet stará verze.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BALÁTĚ, Jaroslav. Automatické řízení. Praha: BEN - technická literatura, 2003. ISBN 80-730-0020-2.
- [2] DOSTÁL, Petr a František GAZDOŠ. Řízení technologických procesů. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8465-6.
- [3] NAVRÁTIL, Pavel. Automatizace: Vybrané statě. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7318-935-8.
- [4] ŠTECHA, Jan a Vladimír HAVLENA. Teorie dynamických systémů. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-010-1971-3.
- [5] PROKOP, Roman, Radek MATUŠŮ a Zdenka PROKOPOVÁ. Teorie automatického řízení - lineární spojité dynamické systémy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-731-8369-2.
- [6] ŠVARC, Ivan. Teorie automatického řízení. Brno, 2003. Vysoké učení technické v Brně.
- [7] ŠVARC, Ivan. Automatické řízení. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4398-3.
- [8] WordPress [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://wordpress.org/>
- [9] What is: Content Management System (CMS). BEGINNER'S GUIDE FOR WORDPRESS [online]. WPBeginner, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.wpbeginner.com/glossary/content-management-system-cms/>
- [10] What is A CMS?. What CMS [online]. 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://whatcms.org/What-Is-A-CMS>
- [11] Content management system (CMS). SearchContentManagement [online]. TechTarget, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://searchcontentmanagement.techtarget.com/definition/content-management-system-CMS>
- [12] OpenSourceCMS [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.opensourcecms.com/>
- [13] Framework. WhatIs [online]. TechTarget, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition/framework>

- [14] Content Management Systems vs. Frameworks. OpenSourceCMS [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.opensourcecms.com/content-management-systems-vs-frameworks/>
- [15] WordPress vs. Joomla: Which is the Better CMS?. OpenSourceCMS [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.opensourcecms.com/wordpress-vs-joomla/>
- [16] B2/Cafelog Guide: A 60 Second Lowdown. WhoIsHostingThis [online]. London: Quality Nonsense, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.whoishostingthis.com/resources/b2-cafelog/>
- [17] Installing WordPress. WordPress: Codex [online]. 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: [https://codex.wordpress.org/Installing\\_WordPress](https://codex.wordpress.org/Installing_WordPress)
- [18] What Is a Database?. Oracle [online]. Redwood Shores: Oracle Corporation, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/database/what-is-database.html#WhatIsDBMS>
- [19] About MySQL. MySQL [online]. Redwood Shores: Oracle Corporation, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.mysql.com/about/>
- [20] MySQL. Techopedia [online]. Janalta Interactive, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/3498/mysql>
- [21] What Is a Web Server?. NGINX [online]. San Francisco: Nginx, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.nginx.com/resources/glossary/web-server/>
- [22] Web server. WhatIs [online]. Newton: TechTarget, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://whatis.techtarget.com/definition/Web-server>
- [23] Apache: HTTP Server project [online]. The Apache Software Foundation, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://httpd.apache.org/>
- [24] PHP: Hypertext Preprocessor [online]. The PHP Group, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.php.net/>
- [25] An Introduction to JavaScript [online]. Moscow, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://javascript.info/intro>
- [26] HTML5 Tutorial [online]. Refsnes Data, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.w3schools.com/html/>
- [27] KOLAŘÍK, Jaroslav. Webová databáze nestabilních systémů. Zlín, 2012. Bachelářská práce na Fakultě aplikované informatiky UTB ve Zlíně.



- [28] Databáze nestabilních systémů [online]. Zlín, 2012 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <http://www.unstable-systems.cz>
- [29] PADMA SREE, R.; CHIDAMBARAM, M. Control of unstable systems. Oxford: Alpha Science, 2006. ISBN 1-84265-287-7.
- [30] FORMALSKII, A. M. Stabilisation and motion control of unstable objects. Boston: Walter de Gruyter, [2015]. De Gruyter studies in mathematical physics, 33. ISBN 978-3-11-037582-4.
- [31] CSS Tutorial [online]. Refsnes Data, 2019 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.w3schools.com/css/>
- [32] Apache Friends: XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl [online]. 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.apachefriends.org/index.html>
- [33] PROKOP, Roman, Radek MATUŠŮ a Zdenka PROKOPOVÁ. Teorie automatického řízení - lineární spojité dynamické systémy. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, s. 29. ISBN 80-731-8369-2.
- [34] Joomla & WordPress Hosting, Support and Tutorials [online]. 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://www.cloudaccess.net/>
- [35] All-in-One WP Migration. Blog Tool, Publishing Platform, and CMS — WordPress [online]. 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/all-in-one-wp-migration/>
- [36] Free Multi-Purpose WordPress Theme | OceanWP [online]. 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://oceanwp.org/>
- [37] Elementor - WordPress Page Builder [online]. 2019 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <https://elementor.com/>
- [38] Stein, G. Respect the unstable. IEEE Control systems magazine, vol. 23, no. 4, pp. 12-25, 2003
- [39] Skogestad, S., Havre, K., Larsson, T. Control limitations for unstable plants. In Proceedings of the 15th Triennial World Congress, IFAC, Barcelona, Spain, pp. 485-490, 2002.
- [40] Middleton, R.H. Trade-offs in linear control system design. Automatica, no. 27, pp. 281-292, 1991.
- [41] VALA, Radek. Základy jazyka HTML, HTML5. A6TWW [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vyuka.fai.utb.cz/>

- [42] VALA, Radek. CSS - Cascading Style Sheets. A6TWW [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vyuka.fai.utb.cz/>
- [43] VALA, Radek. JavaScript. A6TWW [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vyuka.fai.utb.cz/>
- [44] VALA, Radek. Úvod do PHP. A6TWW [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vyuka.fai.utb.cz/>
- [45] VALA, Radek. PHP frameworky a open source CMS nástroje. A6TWW [online]. 2018 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vyuka.fai.utb.cz/>
- [46] MARTINÁK, Lukáš. Srovnání současných open source redakčních systémů. Brno, 2009. Bakalářská práce na Fakultě informačních technologií VUT v Brně.
- [47] 3 DOF Gyroscope – Quanser. Homepage – Quanser [online]. Markham: Quanser, 2019 [cit. 2019-05-03]. Dostupné z: <https://www.quanser.com/products/3-dof-gyroscope/#productdetails>
- [48] MOYSIS, Lazaros. Balancing a double inverted pendulum using optimal control and Laguerre functions. Thessaloniki, Greece, 2016. Technical Report. Aristotle University of Thessaloniki.
- [49] CE 151 kulička na ploše. Humusoft [online]. HUMUSOFT, 2018 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/models/ce151/>
- [50] Ball & Beam: System Modeling [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=BallBeam&ion=SystemModeling>
- [51] MARHOLT, Jiří. NESTABILNÍ SYSTÉMY: robustní řízení s omezenou akční veličinou. Zlín, 2014. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Doc. Ing. František Gazdoš, Ph.D.
- [52] JACOBSEN, Elling W. On the dynamics of integrated: plants non-minimum phase behavior. Journal of Process Control. 1999, 9(9), 13.
- [53] WALKER, D.J. Multivariable control of the longitudinal and lateral dynamics of a fly-by-wire helicopter. Control Engineering Practice. Pergamon, 2003, 11(11), 15.
- [54] PhpMyAdmin [online]. 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.phpmyadmin.net/>

- [55] WordPress Download Manager [online]. 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/download-manager/>
- [56] Loco Translate [online]. 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/loco-translate/>
- [57] Login Logout Register Menu [online]. 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/login-logout-register-menu/>
- [58] Polylang [online]. 2019 [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/polylang/>
- [59] Search & Filter [online]. [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/search-filter/>
- [60] Contact Form by WPForms – Drag & Drop Form Builder for WordPress [online]. 2019 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/wpforms-lite/>
- [61] WP-PostRatings [online]. 2019 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/wp-postratings/>
- [62] What is MATLAB?. MathWorks [online]. The MathWorks, 2019 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html>
- [63] TYLER - Learn how to create a website. [online]. 2019 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://www.tyler.com/>
- [64] Print, PDF, Email by PrintFriendly [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://wordpress.org/plugins/printfriendly/>
- [65] MATLAB & Simulink úvod. Humusoft [online]. HUMUSOFT, 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/matlab/>
- [66] Why MATLAB. MathWorks [online]. The MathWorks, 2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: [https://www.mathworks.com/products/matlab/why-matlab.html?s\\_tid=hp\\_brand\\_whymatlab](https://www.mathworks.com/products/matlab/why-matlab.html?s_tid=hp_brand_whymatlab)

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$\alpha_{\max}$	Maximální úhel sklonu plochy
$\alpha_{\min}$	Minimální úhel sklonu plochy
$\delta$	Hlavním hnacím rotor
$\partial$	Symbol parciální derivace
$\theta$	Závěs gyroskopu nebo též velikost úhlu
$\tau_y$	Točivý moment v ose y
$\psi$	Závěs gyroskopu
$\omega$	Nominální rychlost servosystému
$\omega_\alpha$	Nominální úhlová rychlost plochy
A	Jednotka proudu - Amper nebo též koeficient polynomu
A, B, C, D	Matice stavového popisu
BIBO	Bounded-Input Bounded-Output
C	Programovací jazyk C nebo též polynom regulátoru
C++	programovací jazyk C++
CE 151	Model kuličky na ploše od společnosti Humusoft
CMS	Content Managment System
CSS	Cascading Style Sheets
D	Derivační konstanta regulátoru
DBMS	Database Management System
F	Fyzikální veličina – síla nebo též frekvence
FTP	File Transfer Protocol
FW	Framework
G	Přenosová funkce
GDPR	General Data Protection Regulation

---

GPLv2	GNU General Public License v2.0
h	Fyzikální veličina - výška hladiny
H	Hurwitzova matice
$H_i$	Subdeterminanty Hurwitzovy matice
H1	Značka jazyka HTML - nadpis 1. úrovně
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protokol Secured
I	Fyzikální veličina – proud nebo též integrační konstanta regulátoru
IIS	Internet Information Server
$j\omega$	Imaginární jednotka násobená frekvencí
$J_y$	Moment setrvačnosti kolem osy y
$J_z$	Moment setrvačnosti kolem osy z
K	Zesílení systému
L	Reflux
LSDS	Lineární spojité dynamické systémy
m	Jednotka výchylky - metr nebo též fyzikální veličina: hmotnost
$m^3$	Jednotka objemu - metr krychlový
MIMO	Multi Input – Multi Output systém
MP3	MPEG Audio Layer 3
MySQL	System řízení báze dat
N	Jednotka síly - Newton
n	Řád polynomu
P	Proporcionální konstanta regulátoru
PHP	Hypertext Preprocessor
SISO	Single Input – Single Output systém

---

SQL	Structured Query Language
t	Fyzikální veličina: čas
T	Časová konstanta
u	Obecná vstupní veličina
U	Fyzikální veličina: napětí
v	Fyzikální veličina: rychlost
V	Jednotka napětí - Volt nebo též fyzikální veličina: objem
x	Obecná stavová veličina
$x_{\max}$	Maximální pozice kuličky
$x_{\min}$	Minimální pozice kuličky
y	Obecná výstupní veličina nebo též fyzikální veličina: výchylka
$y_d$	Destilát

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Úvodní stránka stávající verze Databáze nestabilních systémů [28]</i> .....	13
<i>Obr. 2 Grafické znázornění stability – kulička v gravitačním poli [3]</i> .....	17
<i>Obr. 3 Stabilita spojitých systémů (a) a diskrétních systémů (b) [3]</i> .....	18
<i>Obr. 4 Hurwitzova matice [2]</i> .....	20
<i>Obr. 5 Průběhy Michajlovových křivek pro různé polynomy [3]</i> .....	20
<i>Obr. 6 Příklady průběhů Nyquistových křivek [3]</i> .....	21
<i>Obr. 7 Spuštění služeb v programu XAMPP Control Panel</i> .....	31
<i>Obr. 8 Hlavní menu webových stránek Databáze nestabilních systémů</i> .....	33
<i>Obr. 9 Výběr šablony zápatí vytvořené nástrojem Elementor</i> .....	33
<i>Obr. 10 Vzhled menu na menším displeji</i> .....	34
<i>Obr. 11 Struktura hlavního menu v administrátorském nastavení</i> .....	35
<i>Obr. 12 Tvorba úvodní stránky pomocí nástroje Elementor</i> .....	36
<i>Obr. 13 Umístění zkráceného zápisu do příspěvku</i> .....	38
<i>Obr. 14 Stahování simulačních souborů</i> .....	39
<i>Obr. 15 Překlad šablony OceanWP pomocí pluginu Loco Translate</i> .....	39
<i>Obr. 16 Úprava a překlad modulu hodnocení</i> .....	41
<i>Obr. 17 Prostředí WPFForms Lite</i> .....	42
<i>Obr. 18 Úprava dokumentu PDF před jeho stažením</i> .....	43
<i>Obr. 19 Kód v souboru styles.css</i> .....	44
<i>Obr. 20 3DOF Gyroskop [47]</i> .....	46
<i>Obr. 21 Simulace linearizovaného modelu 3DOF Gyroskopu</i> .....	46
<i>Obr. 22 Model dvojitého inverzního kyvadla na vozíku [48]</i> .....	49
<i>Obr. 23 Model kuličky na ploše [49]</i> .....	51
<i>Obr. 24 Simulace systému kuličky na ploše</i> .....	52
<i>Obr. 25 Model kuličky na tyči [50]</i> .....	53
<i>Obr. 26 Simulační soubor s regulátorem pro experiment kuličky na tyči</i> .....	54
<i>Obr. 27 Graf závislosti polohy kuličky na čase</i> .....	55
<i>Obr. 28 Schéma destilační koly [51]</i> .....	56
<i>Obr. 29 Simulace přechodové odezvy závislosti destilátu na refluxu</i> .....	56
<i>Obr. 30 Simulace přechodové odezvy závislosti úhlu podélného stoupání helikoptéry na hlavním hnacím motoru</i> .....	57
<i>Obr. 31 Ukázka kódu zajišťujícího funkci filtru</i> .....	58

---

<i>Obr. 32 Rubrika nestabilních systémů s možností filtrování .....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 33 Kód upravující filtrování .....</i>	<i>59</i>



**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Nové příspěvky</i> .....	45
<i>Tab. 2 Přiřazení dynamických vlastností systémů k modelům</i> .....	60

## SEZNAM PŘÍLOH

P I    Obsah CD

## PŘÍLOHA P I: OBSAH CD

Přiložené CD obsahuje:

- Adresář **Přílohy**
  - Adresář **WordPress** – složka obsahující zdrojový kód webových stránek
  - Soubor **DB** – záloha databáze ve formátu Microsoft SQL Server Query File
  - Soubor **Simulink\_BallAndPlate** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model Kuličky na ploše
  - Soubor **Simulink\_BeamAndBall** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model Kuličky na tyči
  - Soubor **Simulink\_DistillationColumn** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model Destilační kolony
  - Soubor **Simulink\_DoubleInvertedPendulum** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model Dvojitého inverzního kyvadla
  - Soubor **Simulink\_FlyByWireHelicopter** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model Fly-by-wire helikoptéry
  - Soubor **Simulink\_Gyroscope** – simulační soubor programu MATLAB/Simulink pro model 3DOF Gyroskop
- Soubor **fulltext** – text bakalářské práce ve formátu PDF/A
- Soubor **Odkaz** – soubor typu HTML odkazující na dočasné umístění nejnovější verze projektu <https://unstable-systems.cloudaccess.host/>