

Disertace a jejich kvalita na FS ČVUT v Praze

Michael Valášek

Podstata doktorského studia je
disertační práce

Podstata disertační práce je kousek
nového poznání lidstva

Disertační práce podle zákona

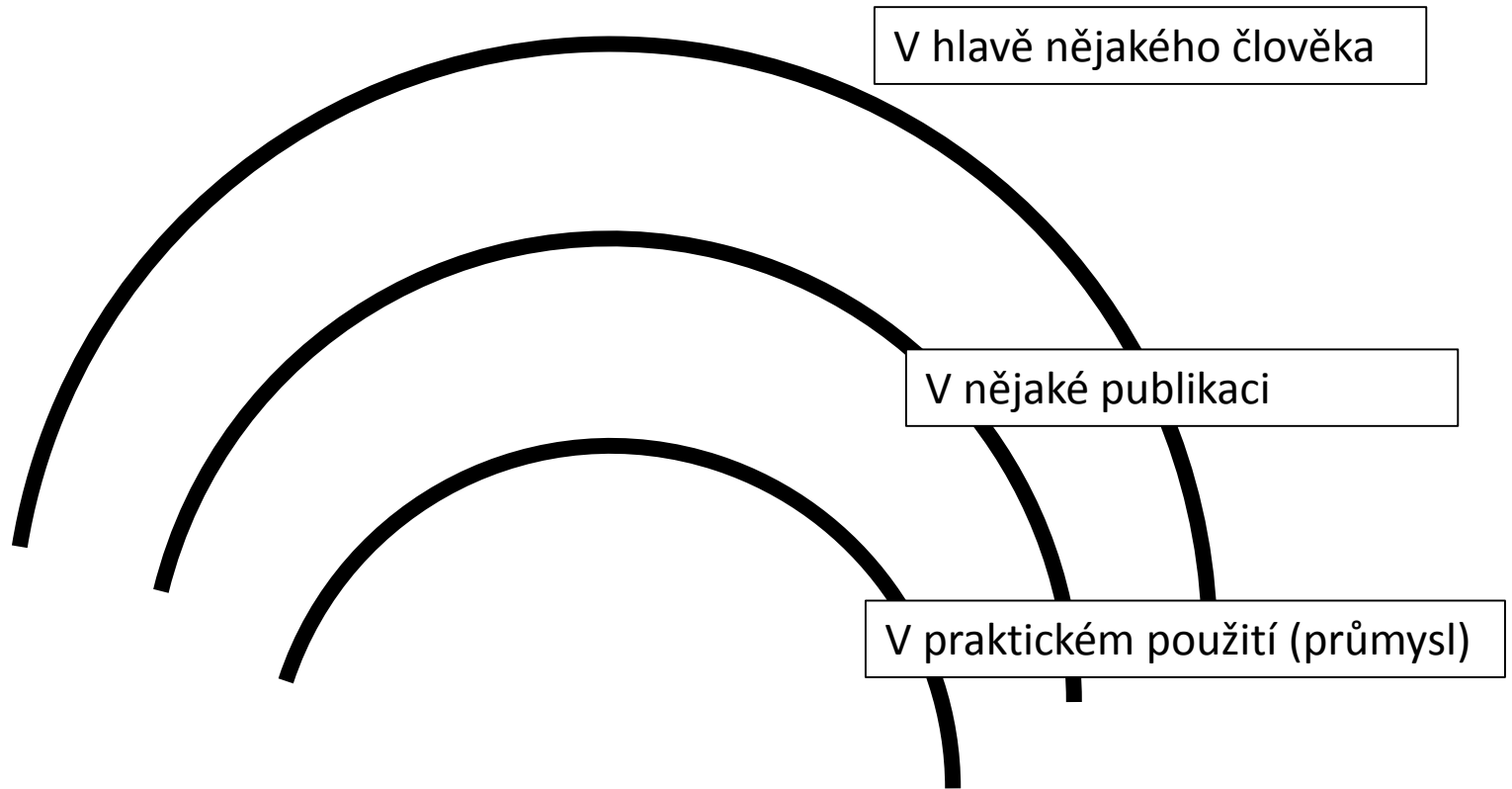
- **ZÁKON Č. 111/1998 SB., § 47 Doktorský studijní program**
- (4) Studium se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce, kterými se prokazuje schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo k samostatné teoretické a tvůrčí umělecké činnosti.
Disertační práce musí obsahovat původní a uveřejněné výsledky nebo výsledky přijaté k uveřejnění.

Disertabilita a kvalita disertací

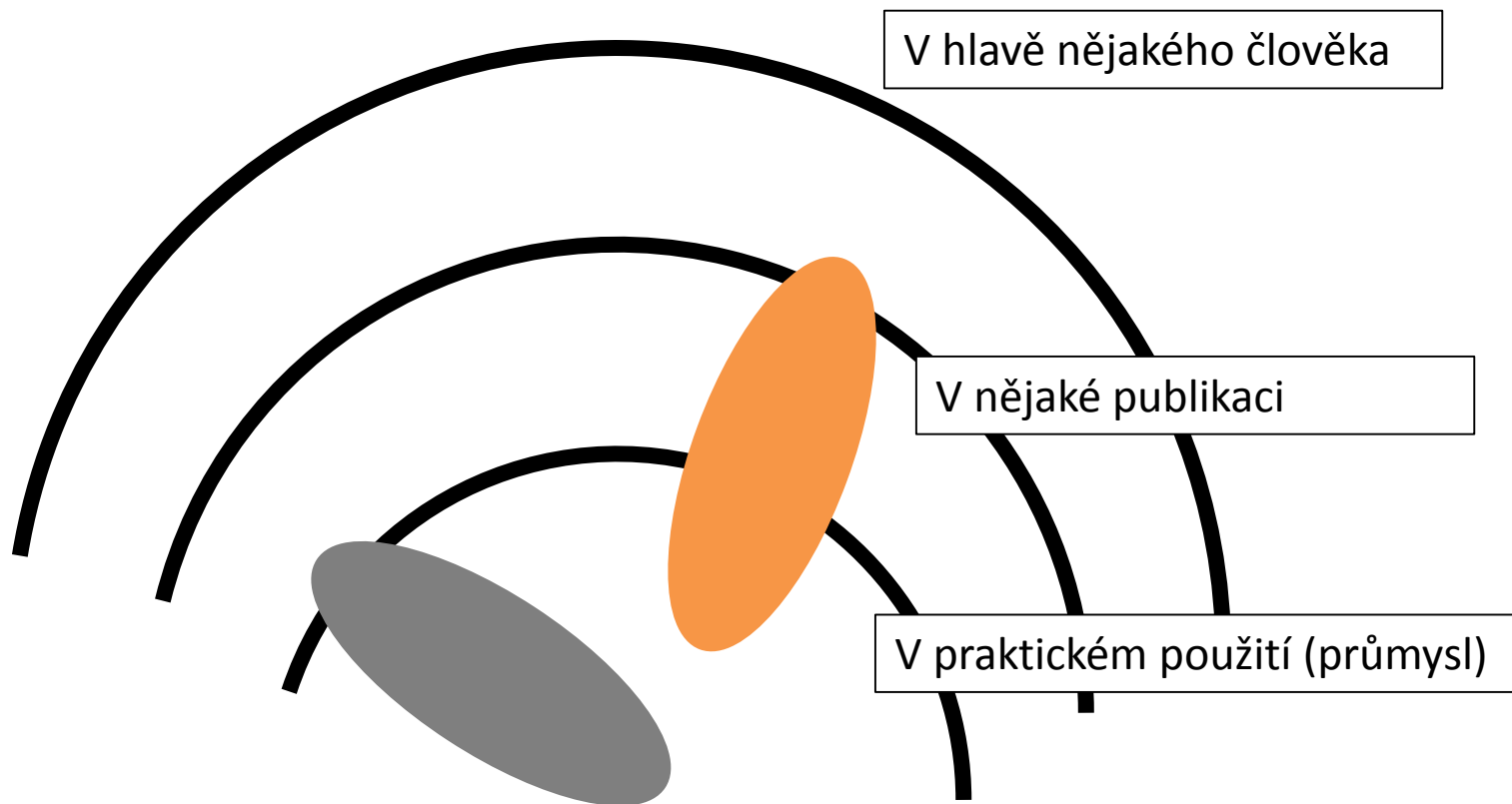
- Základní hledisko je novost výsledků
- Novost vůči čemu?
- Novost vůči doloženému lidskému poznání

- Jasná formulace novosti
- Novost v daném oboru

Hranice lidského poznání



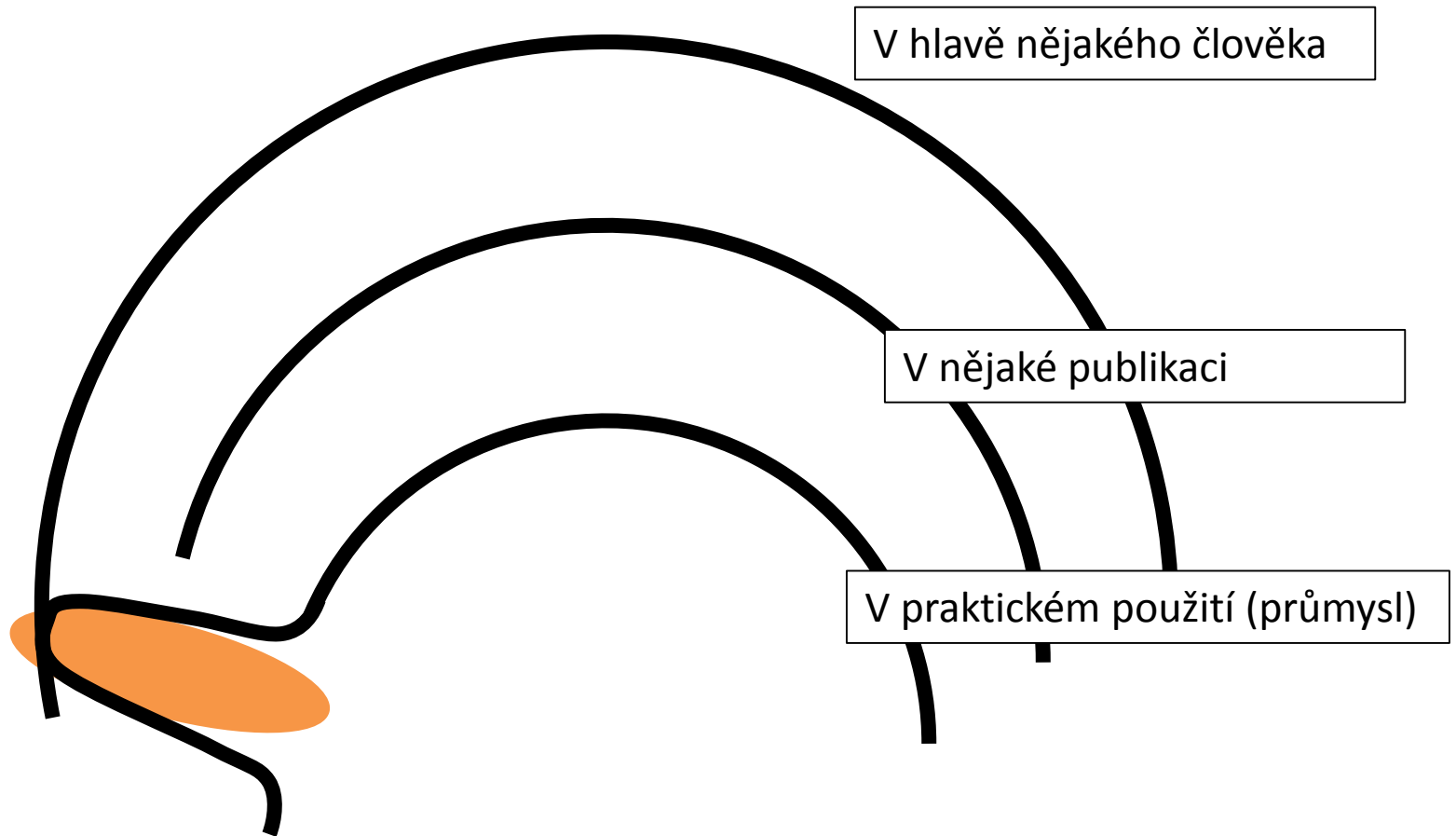
Novost disertace



Disertabilní disertace

Nedisertabilní disertace

Nepublikovaná novost z praxe



Disertabilní disertace, ale po publikaci

Struktura disertační práce

- Úvod – jaké oblasti se týká
- Stav problematiky – co se zná -> co se nezná, neumí
- Cíle disertační práce = řešit to, co se nezná, neumí
- Řešení cílů = řešení toho, co se nezná, neumí
 - metody řešení cílů
 - ověření řešení cílů
- Důsledky pro vědu a praxi – výsledky v širším kontextu
- Závěr – shrnutí, že bylo dosaženo cílů disertace
- Literatura – cizí prameny, vlastní publikace
- Doporučená délka 80-120 stran, práce s přílohami

Příklad struktury disertace

OBSAH	
SEZNAM OBRÁZKŮ	
SEZNAM TABULEK	
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	
KAPITOLA 1 ÚVOD	
KAPITOLA 2 PŘEHLED PROBLEMATIKY – KINEMATICKÁ ANALÝZA	
2.1 KINEMATICKÉ STRUKTURY	5.3.2 <i>Strukturální aproximace Hexapodu – iterace v bodech</i>
2.1.1 <i>Sériové struktury</i>	5.3.3 <i>Automatická volba nejvhodnější strukturální aproximace</i>
2.1.2 <i>Paralelní struktury</i>	5.3.4 <i>Strukturální aproximace s relaxací</i>
2.1.3 <i>Séριο-paralelní struktury</i>	5.3.5 <i>Konvergence a výpočetní náročnost</i>
2.2 DRUHY A SYNTÉZA KINEMATICKÝCH VAZBOVÝCH PODMINEK	5.4 STEWARTOVA PLATFORMA/HEXAPOD 6R6R
2.2.1 <i>Metoda uzavřené smyčky</i>	5.4.1 <i>Odvození rovnic strukturální aproximace</i>
2.2.2 <i>Metoda rozpojené smyčky</i>	5.4.2 <i>Konvergence a výpočetní náročnost</i>
2.2.3 <i>Metoda vyjmutí tělesa</i>	5.5 SÉRIOVÝ MANIPULÁTOR – INVERZNÍ ÚLOHA
2.3 METODY ŘEŠENÍ	5.5.1 <i>Odvození rovnic strukturální aproximace</i>
2.3.1 <i>Newtonova iterační metoda</i>	5.5.2 <i>Konvergence a výpočetní náročnost</i>
2.3.2 <i>Strukturální aproximace (Structural Approximation)</i>	5.6 SHRNUTÍ
2.3.3 <i>Polynomiální kontinuace (Polynomial Continuation)</i>	5.7 HEXASPHERE
2.3.4 <i>Grobnerovy báze (Gröbner Basis Method)</i>	5.7.1 <i>Kinematické vazby</i>
2.3.5 <i>Metody eliminace (Elimination Methods, Resultant Methods)</i>	
2.4 ZAVĚR	
KAPITOLA 3 CÍL PRÁCE	KAPITOLA 6 DŮSLEDKY PRO VĚDU A PRAXI
KAPITOLA 4 DOPŘEDNÁ KINEMATICKÁ ANALÝZA STRUKTURNÍ APROXIMACÍ	6.1 DŮSLEDKY PRO VĚDU
4.1 ZÁKLADNÍ MYŠLENKA METODY STRUKTURNÍ APROXIMACE	6.2 DŮSLEDKY PRO PRAXI
4.2 ANALÝZA PROVEDITELNOSTI PRO RŮZNÉ DRUHY VAZBOVÝCH PODMINEK	
4.3 POSTAČUJÍCÍ PODMINKA KONVERGENCE	KAPITOLA 7 ZÁVĚR
4.4 PODMINKA ZASTAVENÍ	LITERATURA
4.5 METODY PRO ZLEPŠENÍ KONVERGENCE	POUŽITÁ LITERATURA
4.5.1 <i>Automatická volba nejvhodnější strukturální aproximace</i>	PUBLIKACE AUTORA - SOUVISEJÍCÍ S DISERTAČNÍ PRACÍ
4.5.2 <i>Strukturální aproximace s relaxací</i>	PUBLIKACE AUTORA - PŘÍMO NESOUVISEJÍCÍ S DISERTAČNÍ PRACÍ
4.5.3 <i>Optimální kombinace obou předchozích metod</i>	
KAPITOLA 5 PŘÍKLADY POUŽITÍ STRUKTURNÍ APROXIMACE	DODATKY
5.1 ROVNÝ MECHANISMUS	
5.1.1 <i>Kinematická analýza mechanismu</i>	
5.1.2 <i>Odvození rovnic strukturální aproximace</i>	
5.1.3 <i>Konvergence</i>	
5.1.4 <i>Výpočetní náročnost</i>	
5.2 SLIDING STAR	
5.2.1 <i>Kinematická analýza mechanismu</i>	
5.2.2 <i>Iterace v sinech a cosinech úhlů</i>	
5.2.3 <i>Relaxace</i>	
5.2.4 <i>Konvergence a výpočetní náročnost</i>	
5.3 STEWARTOVA PLATFORMA/HEXAPOD 3R3R	
5.3.1 <i>Kinematická analýza mechanismu</i>	

Příklad struktury disertace

Obsah

1	Úvod	13
2	Přehled stavu problematiky	14
2.1	Tradiční metoda kaskádní regulace pohybových os	14
2.2	Model-based řízení s nadbytečným měřením	15
2.2.1	Jednoduchý dvou hmotový model	15
2.2.2	Čtyř hmotový model	16
2.3	Prediktivní řízení jako model-based metoda řízení	23
2.3.1	Model systému	24
2.3.2	Kompenzace trvalé regulační odchylky	24
2.3.3	Predikce chování systému	25
2.3.4	Prediktivní zákon řízení	26
2.3.5	Stabilita prediktivního regulátoru	28
2.4	Kalmanův filtr jako pozorovatel stavu pro model-based metody řízení	29
2.4.1	Stabilita Kalmanova filtru	31
2.5	Měření polohy nástroje	31
2.5.1	Rozměrová kontrola obrobku	31
2.5.2	Přímé měření polohy nástroje	32
2.6	Adaptivní strategie řízení	39
2.7	Shnutí a dílčí závěry	41
3	Cíle disertační práce	42
4	Výběr vhodné metody řízení a úprava metod jejího řešení	43
4.1	Rozbor uvažovaných metod řízení	43
4.1.1	Klasické kaskádní řízení bez přídavného měření	44
4.1.2	Klasické kaskádní řízení s přídavným měřením	45
4.1.3	Plně stavové řízení	45
4.1.4	Stavové řízení s Kalmanovým filtrem	46
4.1.5	LQ adaptivní řízení	47
4.1.6	Prediktivní regulátor	47
4.2	Prediktivní řízení	48
4.2.1	Model systému	48
4.2.2	Kompenzace trvalé regulační odchylky	48
4.2.3	Predikce chování systému	49
4.2.4	Prediktivní zákon řízení	50
4.2.5	Význam a volba horizontů prediktivního řízení	50
4.3	Prakticky použitelná metoda výpočtu kovariančních matic systému	52
4.4	Využití výsledků Kalmanovy filtrace pro aplikaci prediktivního řízení	55
4.5	Shnutí a dílčí závěry	56
5	Aplikace	57

5.1	Simulační ověření prediktivního řízení s Kalmanovým filtrem na čtyř hmotovém modelu	57
5.1.1	Model tření	57
5.1.2	Výpočet kovariančních matic Kalmanova filtru	58
5.1.3	Nastavení prediktivního regulátoru	62
5.1.4	Test polohování	62
5.1.5	Test dynamické poddajnosti	64
5.2	Simulační ověření prediktivního řízení s Kalmanovým filtrem na modelu experimentálního zařízení	65
5.2.1	Matematický model experimentálního zařízení ETB-1	66
5.2.2	Model tření	71
5.2.3	Výpočet kovariančních matic Kalmanova filtru	72
5.2.4	Nastavení prediktivního regulátoru	73
5.2.5	Test polohování	73
5.2.6	Test dynamické poddajnosti	75
5.3	Experimentální ověření prediktivního řízení s Kalmanovým filtrem na zařízení ETB-1	77
5.3.1	Výpočet kovariančních matic Kalmanova filtru	78
5.3.2	Nastavení prediktivního regulátoru	81
5.3.3	Test polohování	81
5.3.4	Test dynamické poddajnosti	84
5.4	Shnutí a dílčí závěry	84
6	Důsledky pro vědu a praxi	85
7	Závěr	86
8	Seznam literatury	88
9	Publikace autora	90
9.1	Publikace prezentující výsledky disertace	90
9.2	Publikace z oblasti řízení mechanických struktur	90

Průběh doktorského studia

- Studijní blok – studium předmětů, absolvování různých dalších povinností
- Státní doktorská zkouška – zkouška znalostí po nalezení jádra disertace ve studii
- Cesta k obhajobě disertace – kritická rešerše (stav problematiky a formulace cílů disertace), studie (shrnutí prvních původních výsledků, které budou základem disertace)
- Doktorát se skládá z ústní a písemné části zkoušky. Ústní část = státní doktorská zkouška, písemná část = disertační práce

Forma kritické literární rešerše

- Formulace uvažovaného cíle disertace
- Relevantní publikace – plná reference
 - Odstavec o tom, co je obsahem publikace
 - Odstavec o tom, zda řeší část uvažovaného cíle disertace
- Závěr – je uvažovaný cíl nový pro lidské poznání
- Aspoň 5 publikací, aspoň 5 stran

Příklad řešerše

Müller A., Maisser P.: Generation and application of prestress in redundantly full-actuated parallel manipulators

Článek se zabývá aplikací předpětí u redundantně poháněných paralelních manipulátorů s důrazem na manipulátory s jedním redundantním pohonem. V úvodu jsou vyjmenovány výhody použití nadbytečných pohonů (vyšší dosažitelné zrychlení, zvětšení pracovního prostoru odstraněním singularit, lepší rozložení zatížení mezi pohony, zvýšení tuhosti). Další část popisuje sestavení pohybových rovnic pomocí Lagrangeových rovnic smíšeného typu. Z nich je sestavena rovnice pro výpočet inverzní dynamiky (výpočet momentů pohonů, které způsobí požadovaný pohyb manipulátoru). Autoři zmiňují, že rovnice nemá jednoznačné řešení a existují tedy nenulová řešení, která mají nulový výsledný efekt – tento jev nazývají předpětí.

Z hlediska protivůlového řízení je zajímavá především druhá část textu. Jedná se vlastně o rozvedení myšlenek o antagonistickém řízení v [1]. Neoddiskutovatelná je nutnost zachování směru hnacích silových účinků během pracovního cyklu. Dále je dopodrobna popsán způsob nalezení oblastí vymezených vůlí i následné nalezení potřebných hnacích účinků pro průjezd trajektorií v této oblasti pomocí kvadratického programování. Bohužel se práce zabývá pouze dopředným řízením v otevřené smyčce, možný přínos jeho kombinace s řízením zpětnovazebným je pouze zmíněn v závěru. Od předchozích dvou publikací se tato práce liší především zavedením parametru předpětí, nicméně v oblasti bezvůlového řízení dochází k prakticky stejným výsledkům, opět je problém řešen kvadratickým programováním. Navíc je vždy řešení zjednodušeno omezením na jeden nadbytečný pohon. Zajímavá možnost kombinace řízení předpětí v otevřené smyčce s klasickým zpětnovazebným řízením není příliš rozpracována.

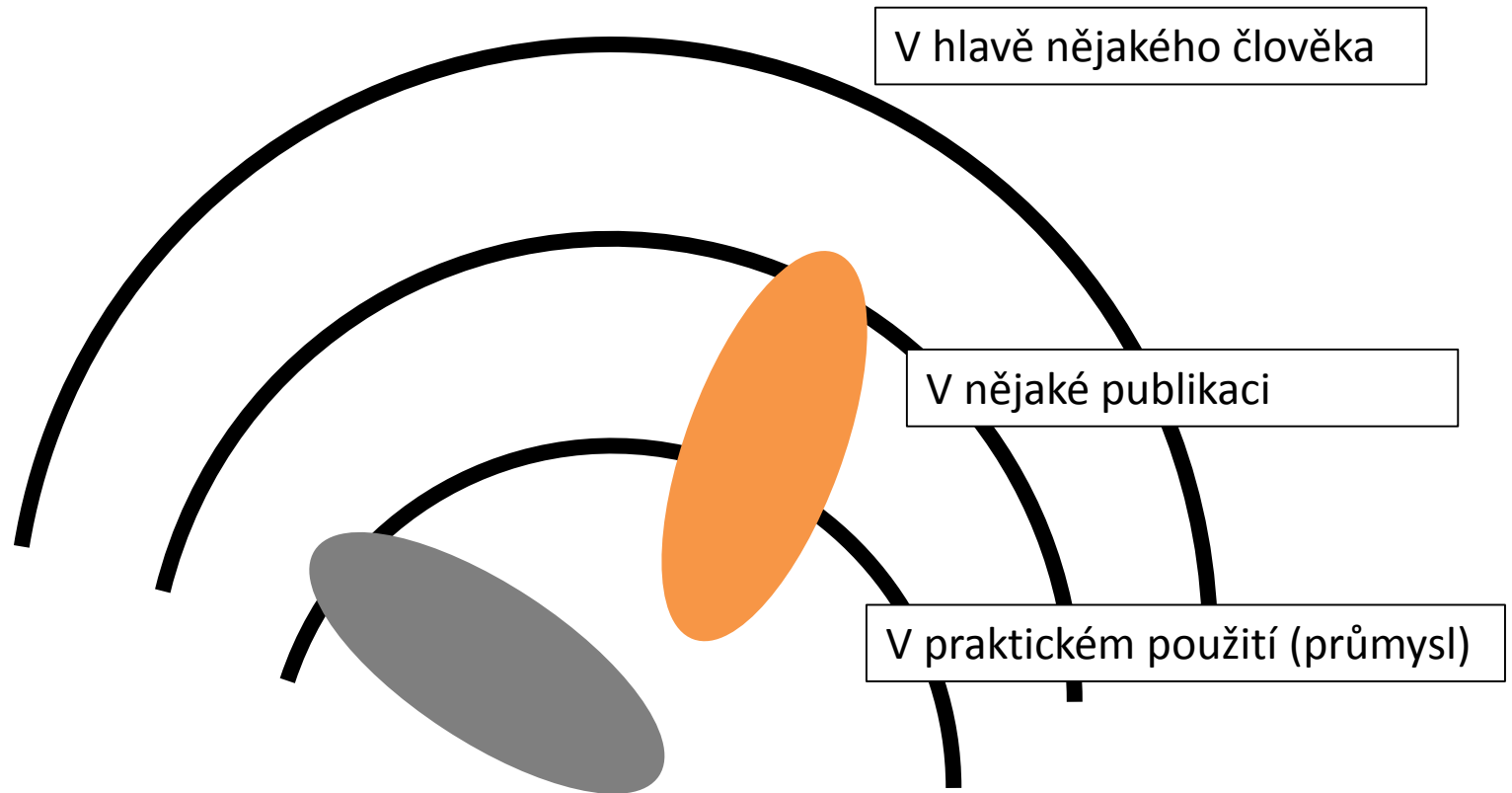
Studie

- Forma vědeckého článku
- Úvod
- Stav problematiky (stručně)
- Cíle
- Metody řešení
- Aplikace
- Závěr s dalším postupem
- Literatura

Odlišnosti disertační práce

- Diplomová práce – prokázání schopnosti aplikovat známé postupy
- Výzkumná zpráva – popis nových výsledků a postupu jejich dosažení, novost nemusí být vůči doloženému publikovanému lidskému poznání
- Disertační zpráva – popis řešení nového problému, novost musí být vůči doloženému publikovanému lidskému poznání <-> vědecký článek

Disertace a výzkumná zpráva



Disertabilní disertace

Nedisertabilní disertace, ale dobrá výzkumná zpráva aplikovaného výzkumu

Kontrola disertace před vazbou

- Doporučeno, nikoli povinnost ze zákona
- Existence vlastních publikací a jejich citací v části práce s řešením cílů
- Existence formulace cílů a jejich vazba na novost
- Existence analýzy stavu problematiky a doložení novosti cílů práce
- Struktura práce

Odkazy na literaturu

- Každá publikace ze seznamu literatury musí být aspoň jednou citována v disertační práci
- Popis publikovaných výsledků vždy doprovodit citací příslušné vlastní publikace
- Publikace musí být veřejně dostupná v kamenné knihovně

Každý vždy může konzultovat v rámci konzultačních hodin děkana každý čtvrtek od 16 hod, pokud jsem na fakultě

Děkuji za pozornost