

Oponentní posudek

disertační práce k získání akademického titulu Doktor (Ph.D)

<i>Autor práce:</i>	Ing. Zdeněk Braier Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky, a mezioborových studií
<i>Téma práce:</i>	Analýza chování a měření lineárního motoru s dynamicky uloženou kmitající hmotou na pružinách
<i>Školitel:</i>	Prof. Ing. Ing. Aleš Richter, CSc. Technická univerzita v Liberci, Fakulta mechatroniky, informatiky, a mezioborových studií, Ústav mechatroniky a technické informatiky
<i>Rozsah práce:</i>	140 stran včetně titulního listu – 1 strana, prohlášení – 1 strana, poděkování – 1 strana, abstraktů a klíčových slov v českém a anglickém jazyce – 1 strana, obsahu – 2 strany, seznamu obrázků – 7 stran, seznamu zkratk – 1 strana, seznamu znaků a symbolů – 3 strany, seznamu použité literatury a přehledu publikační a tvůrčí činnosti, – 5 stran, seznamu příloh – 1 strana a vlastních příloh – 36 stran. Rozsah vlastní práce pak činí 82 stran.

a) Aktuálnost zvoleného tématu a významu disertační práce pro obor

Oponovaná disertační práce shrnuje výsledky, dosažené disertantem při teoretickém a experimentálním zkoumání chování pohonu s lineárním synchronním motorem s permanentními magnety firmy YASKAWA, zatíženým pružně uloženou hmotou. Za koncepční cíl práce považuji analýzu a experimentální ověření chování pohonu, vedoucí ke zjištění možného kmitání pružně uložené hmoty a jeho minimalizaci užitím metodiky Input Shaping.

Postupné dílčí cíle práce jsou explicitně formulovány v kapitole Úvod. Tyto cíle jsou jasně specifikovány, logicky na sebe navazují a jejich řešení nepochybně představuje aktuální a disertabilní problém.

b) Metody zpracování disertační práce

Řešení stanovené problematiky disertační práce jsou použity vhodné moderní metody, založené na simulačním modelování jednotlivých komponent pohonu a posléze celého pohonu se zátěží, která představuje pružně uloženou hmotu.

Především se jedná o vhodné využití simulačního modelování pro vytvoření nelineárních simulačních modelů jednotlivých komponent pohonu (motor, regulační struktura, dvojhmotová zátěž s pružnou vazbou) a posléze celkového modelu pohonu s aplikací dopředného řízení metodou Input Shaping s cílem omezit/potlačit kmitání pružně uložené hmoty. Metodiku experimentálního ověření výsledků simulací včetně zvolení vyhodnocovaných veličin považuji rovněž za vhodnou.

Zařazení kapitoly 13 – „Reálné zkušební a testovací zařízení SIEMENS“ – však považuji za nadbytečné – nebyly na něm získány v rámci práce žádné výsledky.

c) Dosažené výsledky disertační práce a nové poznatky

V úvodu disertační práce je možné nalézt motivaci k řešení daného problému, spočívající v nedostatečné podpoře výrobců pohonů s lineárními motory pro speciální aplikace s nestandardní dynamikou. Na základě toho jsou ad hoc stanoveny cíle práce. Tento přístup nepovažuji za nejšťastnější – nejprve by měla být provedena rešerše současného stavu v dané oblasti a na základě ní pak stanovit cíle disertace. Přes tuto výhradu však považuji stanovené cíle za správné.

Následně je zařazena kapitola 1 „Přehled stavu techniky“, její obsah však tomuto názvu příliš neodpovídá. Je zde krátce popsáno uspořádání sedmi typů konstrukce lineárních motorů a poté uspořádání zkušebního zařízení, na kterém byly prováděny verifikační experimenty. Očekával bych zde spíše přehlednou rešerši prací, které byly v poslední době k dané problematice publikovány a stanovení oblastí výzkumu a vývoje, které dosud nebyly v potřebné míře prozkoumány.

V kapitole 2 „Model lineárního motoru“ jsou shrnuty známé poznatky o modelování dané skupiny motorů, za vhodné doplnění těchto poznatků považuje zařazení kompletního modelu tření do celkového modelu motoru. Mezi obr. 2. 2 a 2. 3 je však drobný nesoulad – tažná síla jednou značena F a jednou F_H .

Kapitolu 3 „Model lineárního motoru ve satorových souřadnicích“ považuji za nadbytečnou – s tímto modelem v souřadnicích α a β s v práci dále nepracuje.

Rovněž zařazení kapitoly 4 „Výpočet parametrů regulační struktury pohonu s jednohmotovou zátěží“ nic nového nepřináší, pouze prezentuje schopnost disertanta tuto strukturu pro daný pohon skutečně navrhnout. Z textu však není zřejmé, proč byla pro návrh z více uvedených možností zvolena právě metoda symetrického optima (SO).

Totéž lze konstatovat o kapitole 5 „Výpočet parametrů polohového regulátoru pomocí metody optimálního modulu“ a také není zřejmé, proč byla pro návrh z více uvedených možností zvolena právě metoda symetrického modulu (SM).

Jako další je nelogicky zařazena kapitola 6 „Syntéza regulační struktury s dvojhmotovou zátěží“ – zde by měla následovat spíše kapitola „Matematický model dvojhmotové zátěže s pružnou vazbou“ (v práci Kapitola 8). Nejprve přece musím mít model soustavy a teprve potom mohu navrhovat řízení. Nicméně ke kapitole 6 – použitou metodiku považuji za správnou a získané výsledky za přínosné. Opět však postrádám zdůvodnění, proč byla pro stanovení konkrétních parametrů klasické regulační struktury metoda geometrického místa kořenů (GMK) a také mi není úplně jasné, jaká skutečná poloha dominantních pólů byla pro výpočet konstant rychlostního a polohového regulátoru zvolena. Také model na Obr. 6. 5 přesně neodpovídá obsahu kapitoly – obsahuje diskretní blok, jehož implementace do schématu je zdůvodněna až v kapitole 10.

Kapitolu 7 „Simulační model regulační struktury pohonu s d-q modelem motoru s dvojhmotovou zátěží“ považuji za teoretické jádro práce, přinášející nové poznatky, protože je zde přesvědčivě doloženo, že vhodné použití metody Input Shaping může zásadně omezit residuální kmity pružně uložené hmoty. Nicméně postrádám zdůvodnění implementace dodatečného analogového filtru s přenosovou funkcí podle vztahu (7. 2) do simulačního schématu na Obr. 7. 1.

V kapitole 8 jsou nejprve stručně shrnuty známé poznatky z popisu mechanických dvojhmotových soustav s pružnou vazbou, vytvořeny odpovídající simulační modely pro stanovenou soustavu a následně získány simulační výsledky jejího chování (Obr. 8. 4 a 8. 6). Není však jasné, proč je v simulačních schématech uváděna konstanta b , když pro zvolený pohon je rovna 0 – viz text na str. 50. Vidím také nesoulad mezi rovnicemi (6. 3) a (8. 9). Jestliže znamenají v této rovnici konstanty J momenty setrvačnosti, platí tato rovnice pro rotační, nikoliv pro lineární pohyb.

V kapitole 9 „Metody potlačení residuálního kmitů mechanických soustav“ uvádí disertant přehled v současnosti používaných metod a rovnou přechází ke kapitole 10 „Metoda dopředného řízení pomocí metody Input Shaping“. Proč zvolil právě tuto metodu, není z obsahu práce zřejmé, ale implementací včetně volby a výpočtu přenosové funkce tvarovače dosáhl prakticky využitelných poznatků.

Obsah teoretické části kapitoly 11 „Mechanické kmitání“ by bylo správné zařadit před kapitolu 8 (nebo do ní), neboť shrnuje známé poznatky z mechaniky, a konkrétní hodnoty konstant modelu nosníku pak rovnou implementovat do simulačního modelu.

Kapitola 12 „Reálné zkušební a testovací zařízení YASKAWA“ tvoří jádro experimentální části práce. Naměřené a vyhodnocené elektrické a mechanické veličiny a jejich vzájemné porovnání plně prokazují použitelnost použité metodiky návrhu regulačních struktur lineárních synchronních motorů s permanentními magnety pro stanovenou oblast jejich aplikací. Rozsáhlá přílohová část práce pak dokumentuje různé provozní stavy pohonu a svědčí o komplexním prostudování chování pohonu s navrženou regulační strukturou. Za skutečný přínos pro technickou praxi považuji prokázání až o dva řády velkého potlačení amplitudy residuálních kmitů pružně uložené zátěže. To by mohlo stačit pro implementaci tohoto typu pohonu do některých specifických průmyslových aplikací bez dalších v současnosti používaných kompenzačních opatření.

Ke kapitole 13 „Reálné zkušební a testovací zařízení SIEMENS“ jsem se vyjádřil výše.

Poslední kapitolou je „Závěr“, ve kterém disertant shrnuje obsah a výsledky své práce. Zde mohl vhodně uplatnit právě obsah kapitoly 13 jako vizi dalších prací na zvolené jistě aktuální a zajímavé problematice.

d) Přínos pro další rozvoj vědy a techniky

Hlavní přínos disertační práce pro rozvoj vědy spatřuji v návrhu a ověření modifikace metody „Input Shaping“ pro stanovenou skupinu pohonů s omezenou dynamikou, spočívající v úpravě průběhu zdvihové křivky filtrem s přenosovou funkcí 1. řádu. Pro dosažení tohoto přínosu disertant vytvořil simulační model v prostředí Matlab/Simulink, který následně experimentálně verifikoval. Pro vytvoření tohoto modelu byly použity některé nové postupy.

Pro technickou praxi je práce velmi významná, protože umožňuje v plné míře použít mechatronický přístup při návrhu a implementaci stanovené skupiny lineárních pohonů do víceřadových mechanických soustav. Zde vidím i přínos ve vypracování metod přesného měření vybraných parametrů pohonu a způsobu vyhodnocení naměřených hodnot.

e) Připomínky a poznámky k disertační práci

Práci považuji za dostatečně kvalitní a výhrady a věcné připomínky k jejímu obsahu jsem uvedl výše. Drobné připomínky mám však k její formě, konkrétně:

- analýza současného stavu řešené problematiky je příliš stručná a omezená pouze na popis jednotlivých konstrukčních typů lineárních synchronních motorů s permanentními a nemá žádný závěr, ze kterého by jednoznačně vyplynuly cíle a disertabilita práce. Proto by cíle práce měly být stanoveny až poté a ne hned ad hoc v úvodu,
- textová část by mohla být lépe uspořádána, tedy tak, aby jednotlivé kapitoly na sebe logicky navazovaly – shrnutí známých/převzatých poznatků, stanovení úloh, postup jejich řešení, výsledky atd., tím by práce získala na přehlednosti a čtivosti,

- u jednotlivých klíčových kapitol by mohl být nějaký stručný závěr, shrnutí, srozumitelné i technikům v praxi,
- je škoda, že se disertant nepokusil explicitně formulovat přínosy práce pro výchovně-vzdělávací proces – poznatky jsou jistě přenositelné do technického vzdělávání,
- bývá také dobrým zvykem formulovat nějaká doporučení pro další práci na tématu – žádný problém není nikdy úplně vyřešen a nedorešené problémy mohou být inspirací pro témata doktorského studia,
- po stránce formální má práce značné rezervy, zejména v přehlednosti některých výpočtů, ve značení veličin v simulačních schématech (v simulačních schématech lineárního motoru se nemohou vyskytovat veličiny M a ω) a prezentaci některých výsledků (jaká konkrétní poloha dominantních pólů zvolena pro návrh konstant regulátorů?), srozumitelnosti práce by rovněž prospěla úplná definice prezentovaných přenosových funkcí, tedy nejprve definování poměru výstupní/vstupní veličina a teprve poté její konkrétní tvar, a také pečlivější redakce by mohla odstranit řadu nejednotností ve značení některých veličin a konstant a chyb v převzatých rovnicích. Velké rezervy musím konstatovat v práci s citacemi.

f) Vyjádření k publikační činnosti disertanta

Disertant je autorek/spoluautorem 13 výzkumných zpráv vztahujících se k problematice elektrických pohonů které byly vypracovány v rámci řešení VaV projektů s veřejnou podporou i projektů komerčních. Dále je autorek/spoluautorem 6 příspěvků na odborných konferencích/workshopech v ČR i v blízkém zahraničí a tří hmotných výstupů, z nich jeden představuje udělený evropský patent.

Některé výsledky práce byly publikovány na mezinárodní konferenci, ale v seznamu publikační činnosti jsem nenalezl žádnou časopiseckou publikaci. Rozhodně doporučuji se o nějakou v co nejkratší době pokusit – dosažené výsledky (teorie, simulační experimenty, ověření na reálné soustavě) splňují všechny požadavky na publikaci v časopisech indexovaných v databázích WoS/Scopus.

Přes toto doporučení považuji publikační a tvůrčí činnost doktoranda za přiměřeně kvalitní a dostatečnou pro účely disertace.

Celkové zhodnocení disertační práce a závěr

Celá disertační práce svědčí o tom, že disertant ovládá základní metody vědecké práce, má dostatečné teoretické a praktické dovednosti v oboru, je schopen přinášet nové teoretické poznatky a v technické praxi je aplikovat. Rád konstatuji, že je perspektivním vědecko-výzkumným pracovníkem s přiměřenými teoretickými schopnostmi a nadprůměrnou experimentální zdatností.

Pan Ing. Zdeněk Braier prokázal svojí práci schopnost a připravenost k samostatné činnosti v oblasti výzkumu a vývoje. Proto doporučuji disertační práci k obhajobě a po jejím úspěšném obhájení mu byl udělen akademický titul

„doktor (Ph.D.)“

ve studijním programu Elektrotechnika a informatika, studijním oboru Technická kybernetika.

Během rozpravy požaduji zodpovězení následujících otázek:

1. Zdůvodněte volbu konstanty K_{end} v rovnici (2. 28)!
2. Proč byla pro návrh parametrů rychlostního regulátoru pohonu s jednohmotovou zátěží zvolena právě metoda symetrického optima a pro návrh parametrů polohového regulátoru téhož pohonu zvolena metoda optimálního modulu?
3. Proč byla pro návrh parametrů rychlostního a polohového regulátoru pohonu s dvojhmotovou zátěží zvolena právě metoda geometrického místa kořenů? Jaká konkrétní poloha dominantních pólů (viz Obr. 6. 2 a 6. 4) byla pro návrh parametrů obou regulátorů zvolena?
4. Uveďte správný tvar rovnice (8. 9)!
5. Jaká veličina je vynášena na svislou osu na Obr. 10. 5?
6. V čem vidíte hlavní přednost tlumení parazitních residuálních kmitů dvojhmotové soustavy metodou „Input Shaping“ oproti dalším Vámi v práci uvedených metodám?

Doc. Ing. Vladislav Singule, CSc.
Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně
Technická 2
616 69 Brno

V Brně dne 10. března 2020

Oponentní posudek disertace

k získání akademického titulu Doktor (Ph.D.)

Ing. Zdeněk Braier:

Analýza chování a měření lineárního motoru s dynamicky uloženou kmitající hmotou na pružinách

disertace zpracována na Fakultě mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Technické univerzity v Liberci

Školitel: **prof. Ing. Aleš Richter, CSc.**, Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Ústav mechatroniky a technické informatiky

Posudek vypracoval:

doc. Ing. Petr Voženílek, CSc., FEL ČVUT v Praze, Technická 2, 166 27 Praha 6

Předložená písemná zpráva k disertaci o 140 stranách včetně titulního listu, vlastní práce činí 92 stran. Kromě obsahu díla je do zprávy zahrnut seznam obrázků na 7 stranách a vedle seznamu použitých zkratk, znaků a symbolů a seznamu příloh rovněž seznam použité odborné literatury a přehled publikační a tvůrčí činnosti disertanta. Vedle publikovaných prací a příspěvků na tuzemských a zahraničních konferencích, autor zmiňuje 1 funkční vzorek, 1 podanou patentovou přihlášku a 1 udělený patent. Obsáhlou část díla, celkem 35 stran, tvoří přílohy, které obsahují jednak obrazovou část, tj. naměřené a vyhodnocené průběhy elektrických a mechanických veličin, jednak tabulky minim, maxim a směrodatných odchylek. Zároveň je uvedeno elektrické schéma zapojení motoru pro experiment.

Textová část disertace je členěna do 13 kapitol.

Oponentní posudek jsem strukturoval podle navržené osnovy:

a) zhodnocení významu disertační práce pro obor:

Lineární motory mají v průmyslové praxi široké uplatnění v nejrozličnějších polohovacích systémech i samostatných subsystémech například v obráběcích strojích, manipulátorech, či v dalších oblastech použití v širokém výkonovém spektru a v neposlední řadě v robotech. Všude tam je požadována maximální polohová přesnost a minimální chyba mechanického nastavení. Výrobce a dodavatel lineárních motorů pro uživatele požaduje informaci, s jakou přesností resp. chybou může finální zařízení pracovat, a tomu pak může přizpůsobit elektromagnetický návrh a konstrukční provedení motoru.

Jedním z klíčových problémů pohonu ve výše uvedených systémech je dosažení maximální přesnosti a minimální chyby mechanického nastavení systému a každé jeho součásti. Analýza a experimentální ověření chování pohonu s lineárním motorem, zatíženého pružně uloženou hmotou je pro řešení definovaného problému důležitá a může ve výsledku velkou měrou přispět k zajištění konkurenceschopnosti výrobků. Řešení daného problému je vysoce aktuální a téma je disertabilní.

b) vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění stanoveného cíle:

Předložená disertace je na základě požadavku praxe zaměřena na analýzu a komplexní posouzení chování lineárního motoru s dynamicky uloženou kmitající hmotou na plochých pružinách. Autor se v teoretické části zabývá problematikou zjištění možného kmitání pružně uložené hmoty a návrhem a užitím metodiky pro minimalizaci, příp. odstranění nežádoucích účinků tohoto kmitání. V další etapě disertant vyhodnocuje odezvu systému včetně měření a určení odchylky pro různá nastavení systému na reálném laboratorním zkušebním zařízení. V písemné zprávě je popsán postup ověření použitelnosti systému pro konkrétní nastavení.

Pro řešení dané problematiky autor v disertaci používá moderní metody, založené na simulačním modelování nejprve dílčích komponent pohonu a potom modelování kompletního pohonu se zátěží která simuluje pružně uloženou hmotu.

Práce má dvě základní etapy, teoretickou a experimentální. V 1. kapitole, která nese název „Přehled stavu techniky“ autor zkráceně popisuje vnitřní uspořádání základních typů lineárních motorů a principiální uspořádání použitého experimentálního zařízení. Název kapitoly však nevystihuje stav techniky, spíše by měla být pojata jako přehled vývojových trendů a pokroku v oblasti lineárních motorů. Tato kapitola se svým obsahem jeví pro disertaci jako nadbytečná.

Ve 2. kapitole disertant zavádí d - q model lineárního motoru, odvozený z modelu, tedy ze soustavy rovnic obecného elektrického stroje s komutátorem, přitom však bez nezbytného komentáře tvrdí, že uvedené rovnice na str. 23 platí pro rotační synchronní stroj, bez jakékoliv zmínky o vzájemné souvislosti lineárního motoru s matematickým modelem, v němž se nachází úhlová rychlost ω . Z textu rovněž není jasná definice podélné a příčné osy.

S použitím linearizace rovnic autor uvedl zjednodušený matematický model lineárního synchronního servomotoru s jednohmotovou zátěží. Linearizovaná soustava rovnic a zjednodušené simulační schéma jsou uvedeny v kap. 2.2 str. 25. Autor se zde nezmiňuje o smyslu linearizace a neuvádí její vliv na řešení soustavy rovnic.

V dalším textu autor rozšiřuje řešení zavedením vlivu tření a dalších sil podle metodiky popsané v *Ponomarev* [5]. Dále je popsán lineární motor ve statorových souřadnicích a v kap. 4 je popsán výpočet parametrů regulační struktury pohonu jednohmotovou zátěží. Autor použil regulační struktury rychlostní proudové smyčky z *Lachman, Medřický* [10] a uvedl na str. 34 disertace.

Pro stanovení optimálních parametrů regulátoru disertant na str. 34 použil bez jakéhokoliv zdůvodnění z několika možností metodu symetrického optima (SO). V 5. kapitole „Výpočet parametrů polohového regulátoru pomocí metody optimálního modulu“ bylo chování pohonu ověřováno simulací s použitím metody optimálního modulu (OM). Proč právě tato metoda?

Experimentální etapa disertace popsaná v 12. kapitole je věnována ověření dynamického chování lineárního pohonu na reálném laboratorním zkušebním a testovacím zařízení YASKAWA.

Experimentální měření sestávalo ze dvou etap:

- ověření dynamického chování pohonu s jednohmotovou zátěží a zjištění polohové přesnosti v přechodných a ustálených stavech se zaměřením na limitní stavy
- ověření dynamického chování pohonu s dvojhmotovou zátěží a funkce metody „Input Shaping“

Experimentálně bylo potvrzeno porovnáním naměřených a vyhodnocených elektrických a mechanických veličin, že zvolenou metodou k potlačení reziduálních kmitů lze významně snížit jejich amplitudu. Autor uvádí snížení amplitudy reziduálních kmitů pružně uložené zátěže až o dva řády.

c) stanovisko k výsledkům disertační práce a významu původního konkrétního přínosu autora disertační práce:

Hlavním přínosem disertace je návrh metodiky ověření dynamického chování pohonu s lineárním motorem a dvojhmotovou zátěží a funkce metody „Input Shapping“. Skutečný přínos pro technickou praxi je prokázané snížení amplitudy reziduálních kmitů pružně uložené zátěže až o dva řády, což umožní úsporné zavedení tohoto typu pohonu a jeho komponent do vybraných aplikací. Výsledky disertace jsou bezpochyby přínosné mj. pro výrobce lineárních motorů pro pohony jedno- i vícehmotových zátěží.

Původní konkrétní přínos autora disertace neumím exaktně vyhodnotit, může ale spočívat v syntéze poznatků získaných při zpracování četných vlastních projektů a publikací.

d) případné další vyjádření, zejména vyjádření k systematickosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce:

K formální a jazyková úprava je podle mého názoru v pořádku, jen postrádám více přehlednosti a systematickosti. V písemné zprávě jsou některé pasáže a kapitoly, jejichž obsah nekoresponduje s jejich názvem, nebo jsou nadbytečné, například viz 1. kapitola.

Rovněž 13. kapitola, která popisuje reálné zkušební a testovací zařízení s tím, že hypoteticky jej lze použít, je rovněž nadbytečná. Výsledky experimentů práce neuvádí, nebo je nedostatečně prezentuje. Podvědomě to oponenta svádí k podezření z „umělého zvětšení rozsahu práce“.

e) vyjádření k publikacím studenta:

Publikační činnost disertanta Ing. Zdeňka Braiera, spoluautorství na 13 výzkumných zprávách, 6 příspěvcích na tuzemských i zahraničních odborných konferencích, 1 funkční vzorek, 1 udělený patent a podaná patentová přihláška svědčí o odborné fundovanosti disertanta a schopnostech vědecké práce. Nenalezl jsem v přehledu zmínku o publikaci v renomovaném odborném časopise.

Z písemné zprávy k disertaci je možno usoudit, že Ing. Braier je perspektivní vědecko-výzkumný pracovník nejen se solidními schopnostmi a vynikajícím přístupem k experimentálním metodám, ale i schopností experimentální výsledky zpracovávat a interpretovat,

f) jednoznačné vyjádření o doporučení disertace k obhajobě:

Předloženou disertační práci hodnotím jako zdařilou, která svým obsahem odpovídá obecně uznávaným požadavkům na doktorskou disertaci v oboru Elektrotechnika a informatika

Disertační práci pana Ing. Zdeňka Braiera

doporučuji k obhajobě

a po jejím úspěšném obhájení k udělení akademicko-vědeckého titulu

doktor (Ph.D.)

ve studijním programu

Elektrotechnika a informatika, oboru Technická kybernetika

Do rozpravy mám několik otázek:

1. - na str. 23: proč pro lineární motor používáte matematický model obecného točivého stroje? Z textu není jasná definice podélné a příčné osy.
2. - proč pro potlačení reziduálních kmitů používáte právě metodu „Input Shaping“?
3. - zdůvodněte vaši volbu metody symetrického optima (SO) a metody optimálního modulu (SM)

Doc. Ing. Petr Vozenílek, CSc.
Katedra elektrických pohonů a trakce,
Fakulta elektrotechnická ČVUT v Praze
Technická 2, 166 27 Praha 6

