



Pokročilé řízení pohonů pro mobilní robotickou platformu a jejich laboratorní testování

Jméno autora: Bc. Krčmář Lukáš

Vedoucího projektu: Ing. Pavel Jandura, Ph.D.

Fakulta, Ústav: Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií, Ústav mechatroniky a technické informatiky

Abstrakt

This thesis deals with advanced control of drives for mobile robotic platform and its laboratory testing. The purpose of this thesis is design of concrete drive and traction battery and foremost the creation of the programme itself. This programme controls the servomotors themselves and creates control system which transfers desired data about direction and speed of the mobile platform to individual signals for servomotors. This servodrive must have sufficient power to be able to transport desired material with its desired weight. Traction battery must also have sufficient parameters with consideration of single charge operating time. Security features such as ultrasonic sensors, which prevent contact with people or obstacles are also included. So far, control of the mobile platform is for the purpose of laboratory testing solved with controls of radio for modellers. Control system of the mobile platform is adjusted for communication with superior autonomous control.

Cíl

Cílem této diplomové práce je vytvořit funkční prototyp mobilní platformy pro transport materiálu v průmyslovém prostředí. Tato mobilní platforma musí mít dostatečný tažný výkon společně s dobou provozu na jedno nabití trakční baterie. Podvozek mobilní platformy musí být schopen provozu v podmínkách průmyslového provozu, především odolný vůči znečištění na podlahách provozu a taktéž musí mít dobré adhezní vlastnosti na požadovaném povrchu.

Vstup do problematiky

Stěžejní problematikou je návrh a řízení pohonů mobilní platformy, konkrétně dvou motorů diferenciálního podvozku. Řídicí systém řízení platformy pro účely testování dostává povely od obsluhy skrze dálkovou vysílačku, toto řešení v budoucnu bude nahrazeno autonomním řízením celé mobilní platformy.

Součástí práce je samozřejmě návrh a zapojení trakční baterie včetně vlastní BMS jednotky zajišťující především balancování mezi jednotlivými články baterie při nabíjení baterie.

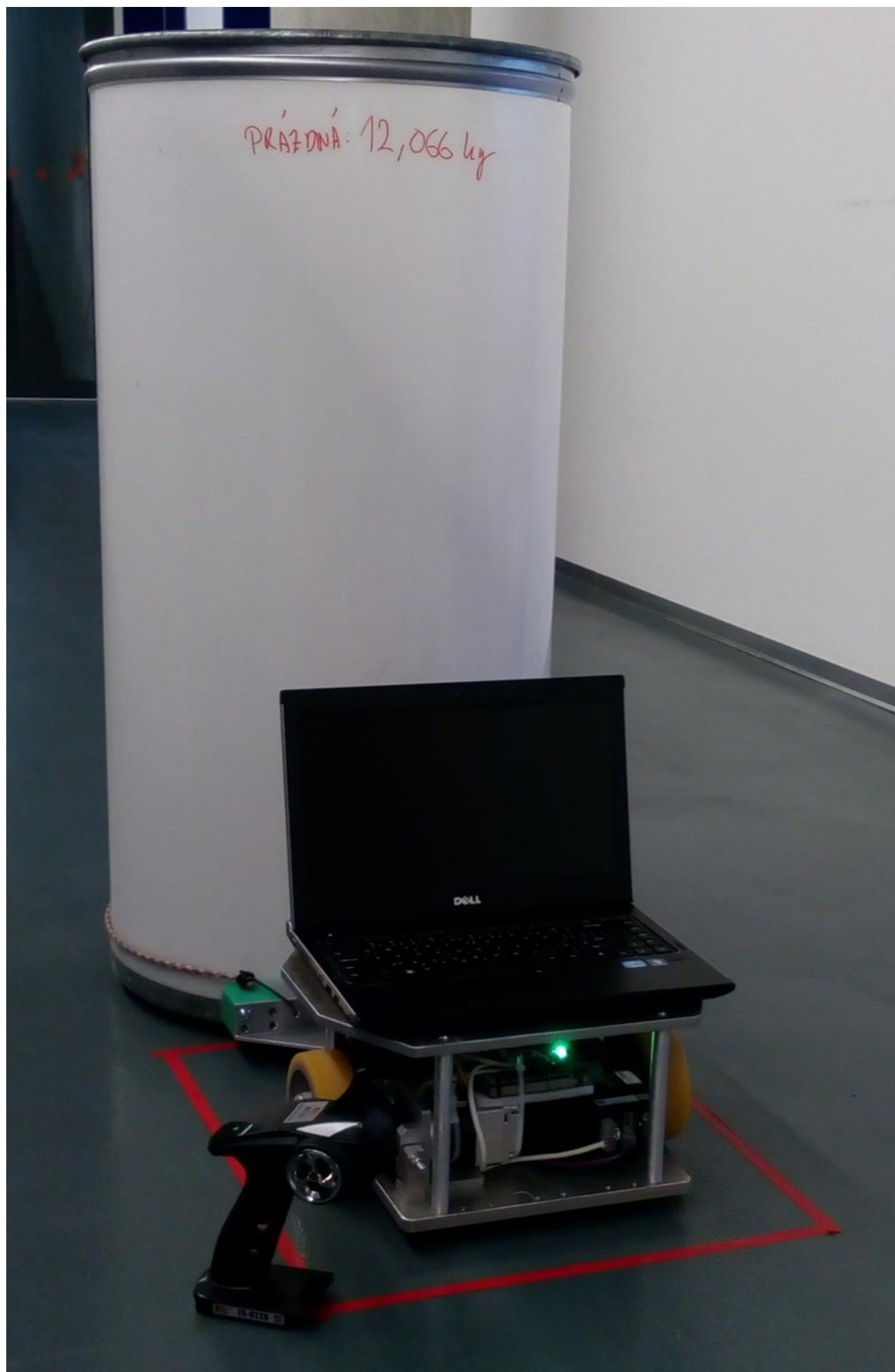
Metodika

Základním úkolem experimentu bylo zapojení obou pohonů ovládaných obdélníkovým signálem. Ovládání bylo připojeno přes dva vstupy servopohonů ovládající směr a rychlost otáčení.

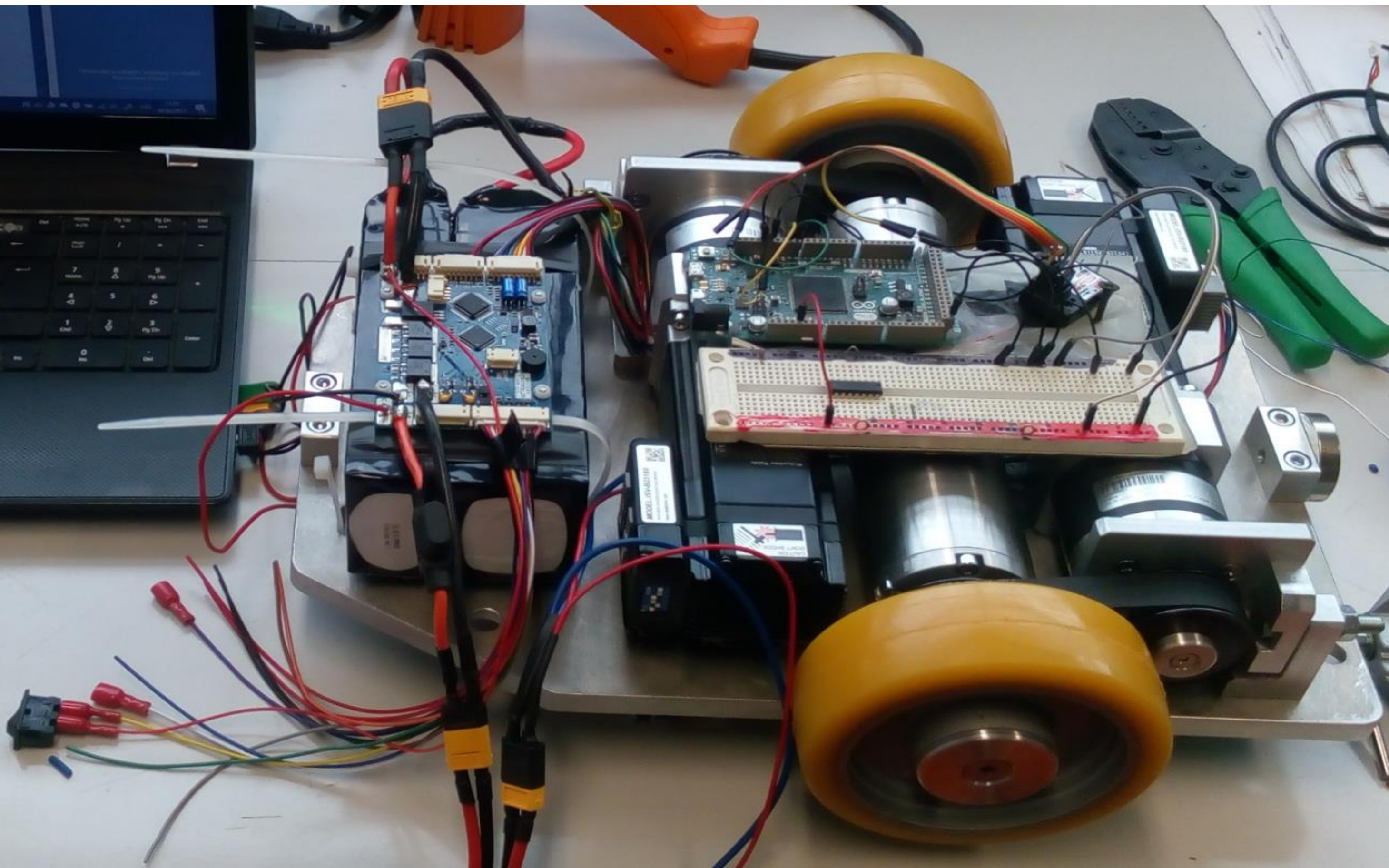
Další fází bylo připojení napájení z trakční baterie. K tomu bylo zapotřebí oživit jednotku BMS [1]. Dle pokynů výrobce musel být dodržen specifický postup, aby nedošlo k poškození vstupů mikroprocesoru jednotky.

Následně mohl být již tvořen samotný program mobilní platformy. Nejprve byl vytvořen generátor obdélníkového signálu, nezávislého na běhu hlavního programu, pro test funkčnosti celého zapojení. Následně bylo zapotřebí číst data od přijímače vysílačky a následně je převést do vhodné číselné podoby. Spojením těchto dvou základních programů a jeho následující nadstavbou uživatelsky přívětivějšího ovládání vznikl řídicí systém ovládání pohonů mobilní platformy. Tento systém je uzpůsoben pro záměnu ovládání vysílačkou vyšším systémem ovládání, jako například autonomní řízení.

Mechanická konstrukce pohonu platformy je koncipována pomocí dvou servomotorů s planetovými převodovkami, které jsou přes drážkový řemen spojeny s koly platformy. Bohužel až během ladění regulátorů servomotorů v dodaném software [2] se zjistilo, že zde není možné vyřadit polohovou regulaci. Pružnost a vůle drážkového řemenu, tak vychylovaly celý systém pohonu za mez stability regulace. Tím vznikaly rostoucí kmity pohonů při zastavení. Jedinou cestou, jak uspokojivě vyřešit tento problém se stávajícími servomotory tak je zavést v řídicím programu rozjezdové a brzdící rampy.



Obr. 1: Testování mobilní platformy



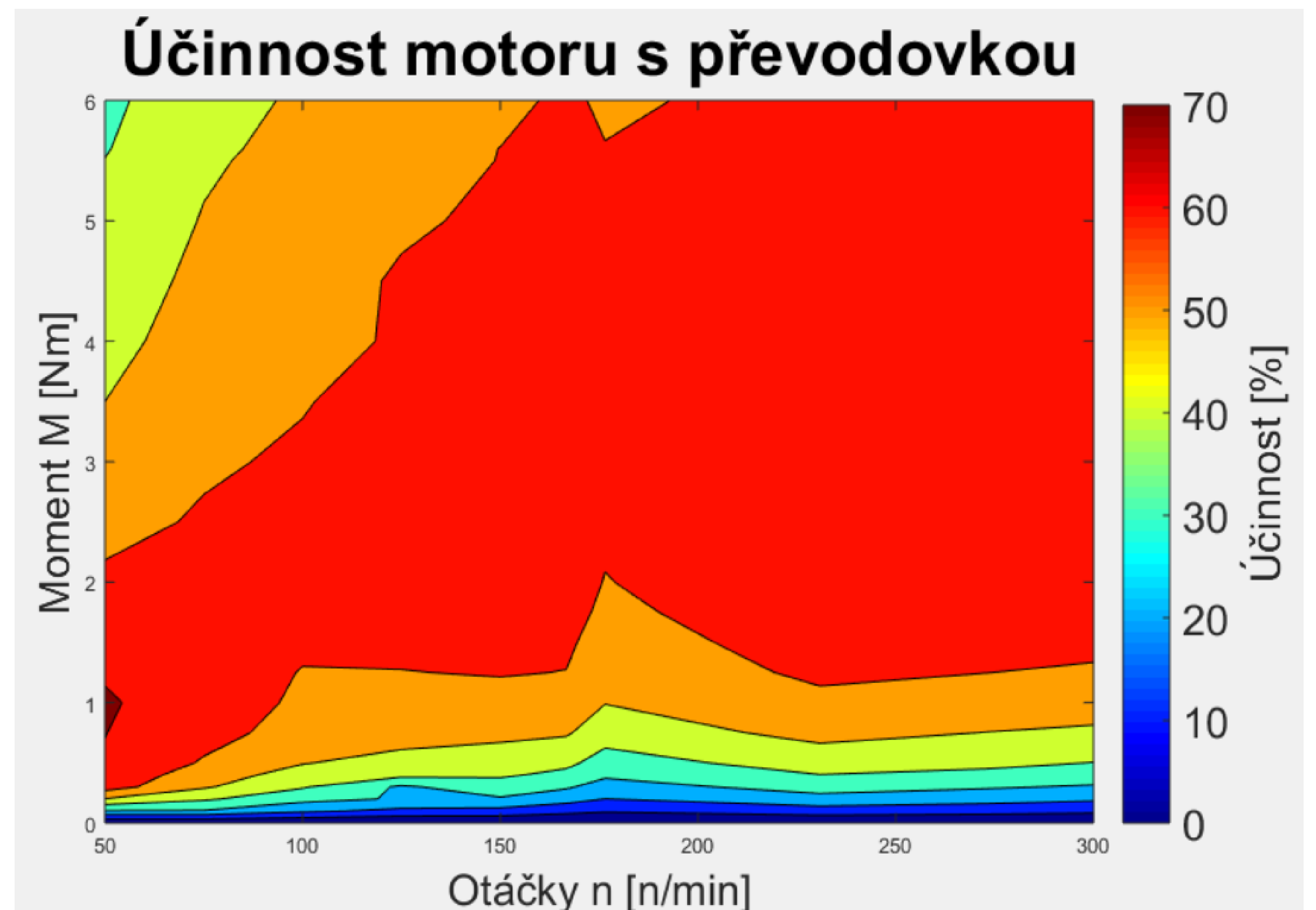
Obr. 2: Oživování jednotky BMS

Výsledky

Vzhledem k tomu, že vypočtený potřebný krouticí moment na kolech mobilní platformy je roven hodnotě $M_{kolo} = 4,94 \text{ Nm}$, po rozsáhlém průzkumu trhu a uvážení, bylo rozhodnuto o kombinaci BLDC motoru Leadshine iSV-B23180 společně s planetovou převodovkou B&R řady 8GP30-60.

Za účelem zjištění reálných hodnot účinností převodovky a samotného motoru bylo provedeno měření na dynamometru Dynofit ASD 6,3K-4 [3]. Při pokusu měření samotného motoru na tomto dynamometru byl zjištěn fakt, že dynamometr má značně velký moment setrvačnosti, který není schopen motor překonat, i díky tomu, že nelze vyřadit polohovou regulaci PID regulátor motoru. Měření samotného motoru bylo provedeno na experimentálním dynamometru, který navrhl doc. Ing. Josef Černožorský, Ph.D. a také pomohl s měřením těchto motorů. Měření motorů i s převodovkami bylo provedeno na dynamometru Dynofit, jelikož s převodovým poměrem 10:1 již motor měl dostatečný krouticí moment pro překonání setrvačných sil dynamometru.

Samotná mobilní platforma byla testována na laboratorní dráze odpovídající prostředí a náročnosti, ke které je určena. Střední hodnota výkonu na testovací dráze je rovna $E=33 \text{ W}$. Jmenovitá kapacita trakční baterie činí 184 W. Lze tedy jednoduchým výpočtem předpokládat nepřetržitý provoz mobilní platformy z trakční baterie více než 5,6 h.



Obr. 3: Účinnost pohonu s převodovkou

Diskuse, závěry

Po instalaci pohonů mohl být postupně tvořen řídicí systém těchto pohonů. I přes dlouhou řešené potíže byl řídicí systém navržen do podoby vhodné i pro spolupráci s nadřazeným systémem autonomního řízení.

Během realizace mobilní robotické platformy se vyskytlo několik problémů. Za největší problém lze považovat nemožnost vyřadit polohové regulátory použitých servomotorů. Tím pádem není možné spolehlivě identifikovat přenosovou funkci systému mobilní robotické platformy. Postupně byly nastaveny hodnoty jednotlivých složek PID regulátorů při sledování průběhů otáčení hřídelí motorů.

Během laboratorního testování na dynamometru a testovací dráze byly zjištěny skvělé výsledky účinností pohonů, převodovek i spotřeby. Doba provozu mobilní robotické platformy byla ustanovena nejméně 5,6 hodiny.

Reference

- [1] Datasheet BMS 150A-750A, revC, Energus Power Solutions Ltd., 2017
- [2] ProTuner - Low-Medium Voltage Brushless Servo software, Leadshine Technology Co., Ltd., 2017
- [3] Dokumentace k dynamometru VUES Dynofit ASD 6,3K-4

Kontakt

Bc. Krčmář Lukáš

Email: lukas.krccmar@gmail.com

Telefon: 732 636 665

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS)
na Technické univerzitě v Liberci v roce 2017

Poděkování grantu SGS