



## **Středoškolská technika 2018**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Stavba modelu auta na vodíkový pohon**

**Adam Šesták, Petr Špalíček, David Androsov,**

**Michal Havrdlík, Milan Novák, Ondřej Kolář**

Střední průmyslová škola dopravní, a.s.

Plzeňská 298/217a, Praha 5 - Motol

## OBSAH

1. Anotace.....	3
2. Konstrukční řešení a sestavení auta.....	3
2.1 Podvozek.....	3
2.2 Elektronika.....	3
2.3 Upevnění H-CELL 2.0.....	4
2.4 Celé auto.....	4
3. Cena úprav.....	5
4. Závěr.....	8
5. Poděkování.....	8
6. Zdroje.....	8
7. Obrazová dokumentace.....	9
Obr. 1 – Uchycení H-CELL 2.0.....	9
Obr. 2 – Uchycení ventilů.....	10
Obr. 3. – Držák řídicí jednotky.....	11
Obr. 4. – Box na akumulátor.....	12
Obr. 5. – Stabilizátory náprav.....	13
Obr. 6. – Uložení motoru.....	14
Obr. 7. – Uložení serva.....	15
Obr. 8. – Celý podvozek.....	16
Obr. 9. – RC model.....	17

# 1. Anotace

Tato technická zpráva se věnuje konstrukčnímu řešení modelu auta a jeho sestrojení, popisuje řešení technických problémů. Návrh konstrukce byl proveden v souladu s pravidly 4. ročníku závodu H2AC 2018. Nejdůležitější bylo najít vhodný kompromis mezi hmotností, dostatečnou pevností pro závod a udržitelnosti vodíkových článků a pohonné jednotky.

## 2. Konstrukční řešení a sestrojení auta

### 2.1 Podvozek

Jako podvozek jsme zvolili kopii podvozku XRAY T4'17. Tento podvozek má velice nízkou váhu, díky převážně karbonové konstrukci a tzv. řemínkovému převodu, který má lepší vlastnosti než ozubené převody. Zadní náhon, jsme zvolili jako nejvýhodnější kompromis, který bude vyhovovat jak jízdním vlastnostem, tak spotřebě. Pohon 4x4 má lepší jízdní vlastnosti, ale mnohem větší spotřebu a horší umístění H-CELL 2.0. Pohon na přední nápravu má složité uložení motoru a tím také poruchové, navíc v poloosách vzniká odpor a tím se zvyšuje spotřeba.

Prvním krokem byla demontáž diferenciálu, poloos a řemínkového převodu na předních nápravách. Místo diferenciálu se použila hliníková trubka pro zpevnění přední nápravy. Druhým krokem bylo vyrobení držáku na motor, který je vyroben z lehkého, pevného hliníku. Použili jsme precizní zapouzdřená ložiska s nízkým odporem a vysokou odolností. Byly použity olejové tlumiče, plně vyhovující parametrům modelu. Olej v tlumičích o hustotě 500 cSt. Celý koncept jsme vytvořili tak, aby byl zachovaný jak krut, tak pevnost modelu. Pro zpevnění byla vyrobena hliníková vzpěra, která zabrání prohýbání podvozku. Jako držák na akumulátor jsme vyrobili box z hliníku, který je velice lehký a zároveň ochrání akumulátor před mechanickým poškozením. Pro zlepšení jízdních vlastností jsme nainstalovali stabilizátory náprav. Kvůli rozmístění palivového článku byl vyroben dodatečný držák na regulátor z uhlíkového kompozitu.

### 2.2 Elektronika

Pro pohon modelu jsme zvolili střídavý motor velikosti 540 Justock-3650-G2-17.5T, který je nejlepší volbou pro tento druh závodu, díky své nízké spotřebě. Jako regulátor se použil XeRun XR10 Justock, který se dodává jako set s motorem. Jak motor, tak regulátor jsou v souladu s certifikacemi iFMAR, tudíž jsou ideální pro H2AC. K propojení regulátoru s motorem se použily pozlacené 3,5mm konektory. Použilo se nízko profilové servo JX PDI-4410MG s kovovými převody, vysokou rychlostí a tahem 9,6kg, protože dodané servo Himoto má nedostačující sílu, pevnost a veliké rozměry. Jako pohonný akumulátor jsme zvolili Li-pol Team Corally - Voltax 120C - 7200mAh - 7.4V. Tento akumulátor je v souladu s pravidly. Byl zvolen, protože má velice nízkou váhu v porovnání s jeho kapacitou 7200mAh a proudovou tvrdostí 864Ampér. Téměř všechna elektronika je propojena přes 4mm a 3,5mm pozlacené konektory, které mají nejlepší vlastnosti pro téměř bezztrátový přenos energie.

## 2.3 Upevnění H-CELL 2.0

Koncepce modelu je založena na snížení těžiště, snadnou manipulovatelnost a rychlou výměnu hydrostiků, proto je H-CELL 2.0 umístěn na platu podvozku pomocí čtyř hliníkových soustružených sloupků a uhlíkokevlarových kompozitních držáků. Kompozitní držáky mají velice nízkou váhu a jsou pevné a tuhé. Palivový článek je lehce vybočený na levou stranu podvozku, kvůli vyváženosti s akumulátorem.

Uchycení hydrostiků je nad zadní nápravou. Koncept uchycení byl navrhnout tak, aby byla co nejrychlejší a nejjednodušší výměna. Proto je zvolen výklopný systém s pevně uchycenými ventily, který výrazně urychlí výměnu hydrostiků. Základem je hliníkový rám, který slouží jako základní deska. Na rám jsou uchyceny přes pevnou osu držáky ventilů, taktéž z hliníku. Aby se zamezilo pohybu hydrostiků se vyrobilo dvojité sedlo, které je připevněno k parohům podvozku. K šetrnému uchycení hydrostiků má sedlo protiskluzovou gumovou vložku.

Na uchycení ovládacího obvodu k H-CELL 2.0 se vyrobila deska z uhlíkokevlarového kompozitu. Připevněna k podvozku je pomocí tří soustružených sloupků.

## 2.4 Celé auto

Pro model jsme zvolili lexanovou karoserii Citroen DS3 WRC. Volili jsme z konceptů firmy TPCA (Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o.), která je naším hlavním sponzorem. Tato karoserie má velký vnitřní prostor, takže nebylo omezení na umístění komponentů. Vzhledem k tomu, že původní držáky na karoserii byly krátké a nebylo možné karoserii uchytit, museli jsme vyrobit nové držáky s dostatečnou délkou.

Jako vzor designu karosérie byla použita vlajka České Republiky. Lak se nanášel pomocí barev na lexan ve spreji.

Použili jsme pneumatiky Schumacher mini pin žluté, které byly dodané v původní sadě. Ráfky kol jsou OZ Racing, které jsou na reálné předloze modelu. Ráfky se musely osoustružit, protože nejsou určeny na zvolený podvozek.

### 3. Cena úprav

Název	Typ	Počet kusů	Cena za kus	Cena	Dodavatel
Akumulátory	Team Corally - Voltax 120C LiPo Battery - 7200mAh - 7.4V - Stick 2S - 4mm Bullit	2	2 039,00 Kč	4 078,00 Kč	www.rc-promo.cz
Baterie do vysílače	Duracell AA tužkové alkalické baterie	2	169,00 Kč	338,00 Kč	www.alza.cz
Podvozek	Karbonový podvozek 1/10 EP Touring Car	1	3 790,00 Kč	3 790,00 Kč	www.inhobby.cz
Náhradní díly	Přední těhlice, pár	1	120,00 Kč	120,00 Kč	www.inhobby.cz
	Domek přední těhlice, pár	1	120,00 Kč	120,00 Kč	www.inhobby.cz
	Zadní těhlice, pár	1	120,00 Kč	120,00 Kč	www.inhobby.cz
	Přední ramena, pár	1	150,00 Kč	150,00 Kč	www.inhobby.cz
	Zadní ramena, pár	1	150,00 Kč	150,00 Kč	www.inhobby.cz
	Horní úchyt těhlice, 2 páry	1	49,00 Kč	49,00 Kč	www.inhobby.cz
	Řemínky	1	115,00 Kč	115,00 Kč	www.inhobby.cz
	Převody diferenciálu	1	115,00 Kč	115,00 Kč	www.inhobby.cz
	Hlavní ozubené kolo	1	70,00 Kč	70,00 Kč	www.inhobby.cz
	Pěnový nárazník	1	44,00 Kč	44,00 Kč	www.inhobby.cz
Set motoru a regulátoru	Combo XeRun XR10 Justock + Justock-3650-G2-17.5T	1	2 473,00 Kč	2 473,00 Kč	www.rc-promo.cz
Programovací karta	Programovací LED box pro Hobbywing	1	332,00 Kč	332,00 Kč	www.rc-promo.cz
Servosaver	COMPOSITE SERVO SAVER - X-STIFF - SET - V2	1	440,00 Kč	440,00 Kč	www.xraystore.cz
Servo	JX servo PDI-4410MG (digital) 44g/0,09sec/9,6kg - nízké	1	798,00 Kč	798,00 Kč	www.bighobby.cz
Konektory	4mm Easy Solder Gold Connectors	1	82,94 Kč	82,94 Kč	www.hobbyking.com
Karoserie	(CD12) Karoserie Rally 1:10 Citroen DS3 WRC	1	1 109,00 Kč	1 109,00 Kč	www.mz-racing.net
Barvy	RC CAR Modrá 216	1	119,00 Kč	119,00 Kč	www.mz-racing.net
	RC CAR Červená 110	1	119,00 Kč	119,00 Kč	www.mz-racing.net
	RC CAR černá 610	1	119,00 Kč	119,00 Kč	www.mz-racing.net
	RC CAR Bílá 710	1	119,00 Kč	119,00 Kč	www.mz-racing.net
	Tamiya PS04 - tmavě modrá	1	169,00 Kč	169,00 Kč	www.mz-racing.net

Název	Typ	Počet kusů	Cena za kus	Cena	Dodavatel
Tekutá maska	(PA40281) Liquid Mask 120ml	1	345,00 Kč	345,00 Kč	www.mz-racing.net
Disky	Disky 26mm Ford Focus bílé (4ks)	2	239,00 Kč	478,00 Kč	www.mz-racing.net
Spojovací materiál	Imbus se zapuštěnou hlavou 10.9 BP černý M3x16	14	1,48 Kč	20,67 Kč	www.sroubysoukup.cz
	Imbus se zapuštěnou hlavou 10.9 BP černý M3x6	20	0,99 Kč	19,84 Kč	www.sroubysoukup.cz
	Imbus se zapuštěnou hlavou 10.9 BP M3x35	15	1,48 Kč	22,20 Kč	www.sroubysoukup.cz
	Imbus se zapuštěnou hlavou 10.9 BP černý M3x	15	1,48 Kč	22,20 Kč	www.sroubysoukup.cz
	Imbus se zapuštěnou hlavou 10.9 BP černý M3x8	10	1,08 Kč	10,77 Kč	www.sroubysoukup.cz
	Šroub metrický se zapuštěnou hlavou DIN 965 M3 x 6 ZnB	20	0,12 Kč	2,40 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický se zapuštěnou hlavou DIN 965 M3 x 8 ZnB	20	0,16 Kč	3,20 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický se zapuštěnou hlavou DIN 965 M3 x 10 ZnB	20	0,18 Kč	3,60 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický se zapuštěnou hlavou DIN 965 M3 x 12 ZnB	20	0,15 Kč	3,00 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický se zapuštěnou hlavou DIN 965 M3 x 20 ZnB	20	0,14 Kč	2,80 Kč	www.vjrousek.cz
	Matice samojistná DIN 985 M3	15	0,23 Kč	3,45 Kč	www.vjrousek.cz
	Matice samojistná DIN 985 M4	20	0,25 Kč	5,00 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický DIN 7985 s válcovou hlavou ZnB M3 x 40	10	0,30 Kč	3,00 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický DIN 7985 s válcovou hlavou ZnB M3 x 20	10	0,21 Kč	2,10 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický DIN 7985 s válcovou hlavou ZnB M3 x 12	10	0,20 Kč	2,00 Kč	www.vjrousek.cz
	Šroub metrický DIN 7985 s válcovou hlavou ZnB M3 x 8	10	0,15 Kč	1,50 Kč	www.vjrousek.cz
Oboustranná lepicí páska		1	88,00 Kč	88,00 Kč	www.horbach.cz
Sklotextitová deska	Sklotextit G10 - Hgw 2372, EPGC 201, 2,5 x 530 x 830 mm	1	330,00 Kč	330,00 Kč	Elektroizolanty.cz
Úložné boxy	Kufr na nářadí Lidl	1	399,00 Kč	399,00 Kč	www.lidl.cz
Ochrana hydrostiků	Čepičkové matice	30	1,00 Kč	30,00 Kč	www.vjrousek.cz
Vysílačka	TrackStar D-Spec TS4G V2	1	1 197,24 Kč	1 197,24 Kč	www.hobbyking.com
Nabíječka	Sky RC D100 2x100W nabíječ	1	2 841,00 Kč	2 841,00 Kč	www.rc-promo.cz
<b>Celkem</b>				<b>20 974,91 Kč</b>	



## **4. Závěr**

Zvolené konstrukční řešení modelu, považujeme za kompromis mezi dobrou tuhostí a co nejlepší úsporou hmotnosti, při výběru použitého materiálu jednotlivých komponentů podvozku. Abychom dokázali během závodu co nejefektivněji vyměnit akumulátory a hydrostiky a sjednotili všechny komponenty H-Cell 2.0, použili jsme jednotnou základní desku z laminátu.

Během celého projektu jsme vycházeli ze zkušeností a z poznatků, které jsme získali v minulém ročníku, ale zároveň jsme se naučili mnoho nového o konstrukci podvozku, jeho seřízení. Nové poznatky jsme získali také o systému výroby energie pomocí vodíkového palivového článku.

V závodu, který se konal 15. dubna 2018 v atriu Kampusu Dejvice, FS ČVUT jsme obsadili 3. místo, dále jsme získali cenu za nejlepší design, cenu ENERGY za nejúspornější jízdu a cenu za nejlepší video.

## **5. Poděkování**

Rádi bychom poděkovali za odborné vedení, cenné rady, věcné připomínky, trpělivost a čas učitelů odborného výcviku panu Pavlovi Válkovi.

Vedení Střední průmyslové školy dopravní, a.s., učitelům, Radě rodičů při SPŠD, a.s. a firmě Toyota Peugeot Citroën Automobile Czech s.r.o. za finanční a materiální podporu v celém projektu.

Petrovi Šuhájkovi z Fakulty strojní ČVUT za odborné rady, zájem a podporu.

Michaele Frankové za administrativní pomoc po dobu celého projektu a vyřizování všech formálních záležitostí.

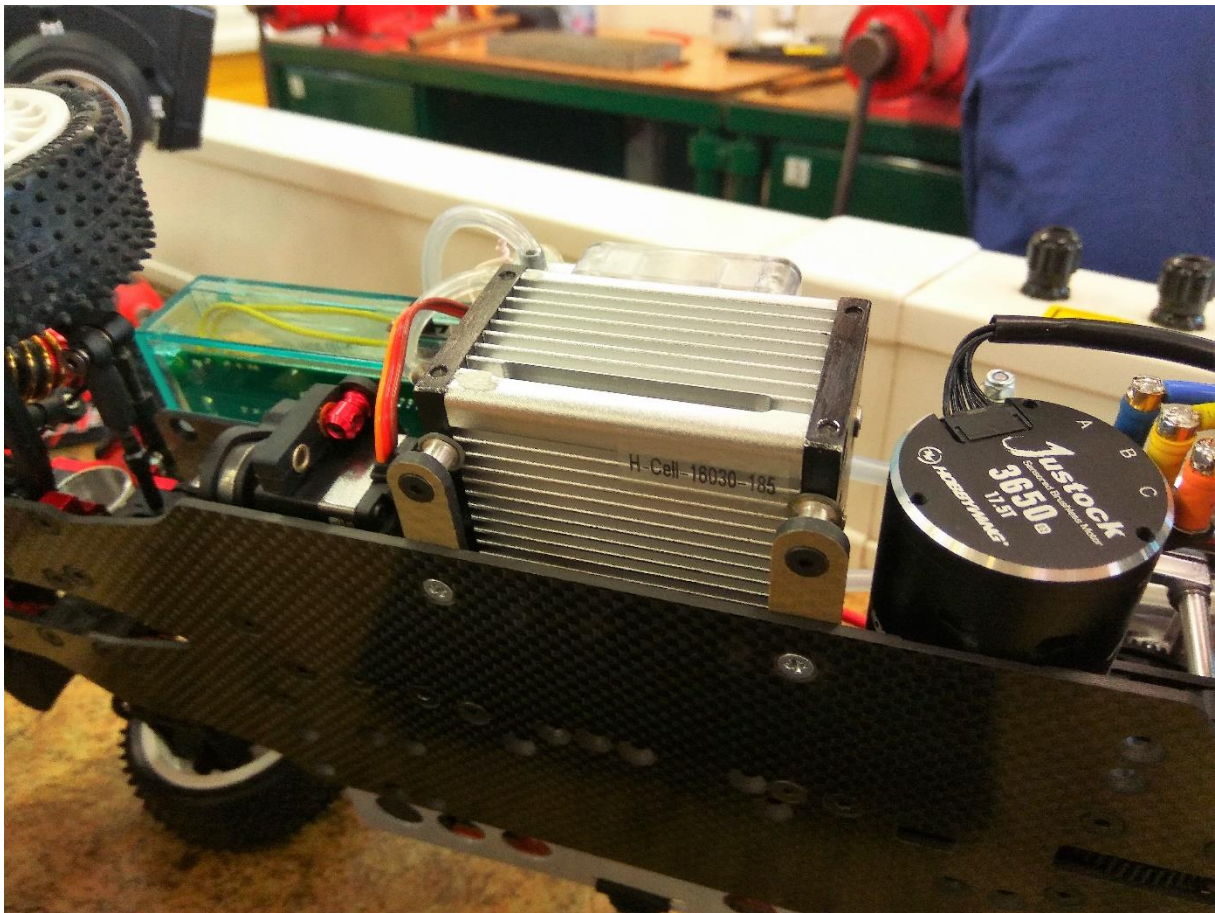
## **6. Zdroje**

<https://horizoneducational.listmos.com>; 4. ročník závodu HYDROGEN HORIZON AUTOMOTIVE CHALLENGE 2018, technická specifikace modelu



## 7. Obrazová dokumentace

Obr. 1 – Uchyení H-CELL 2.0

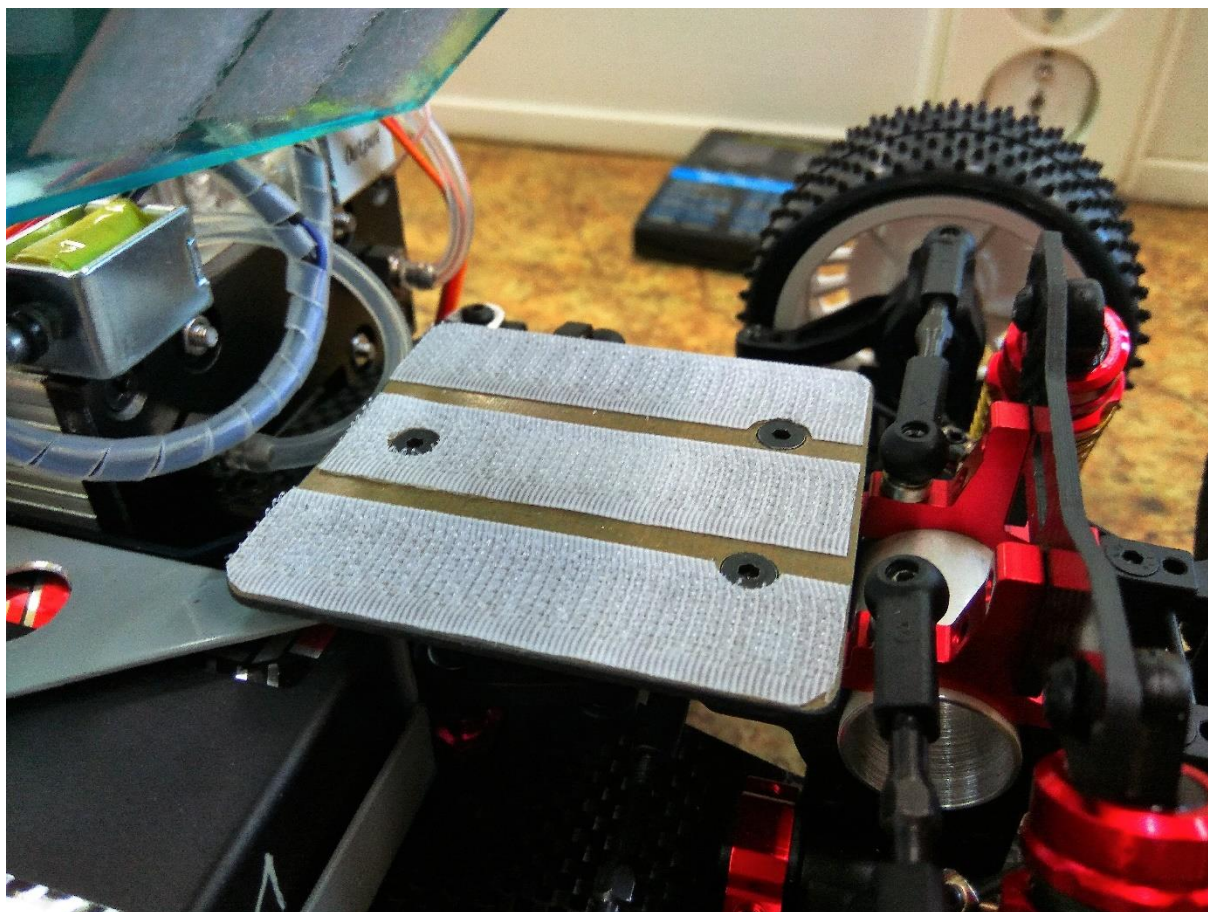


Obr. 2 – Uchycení ventilů

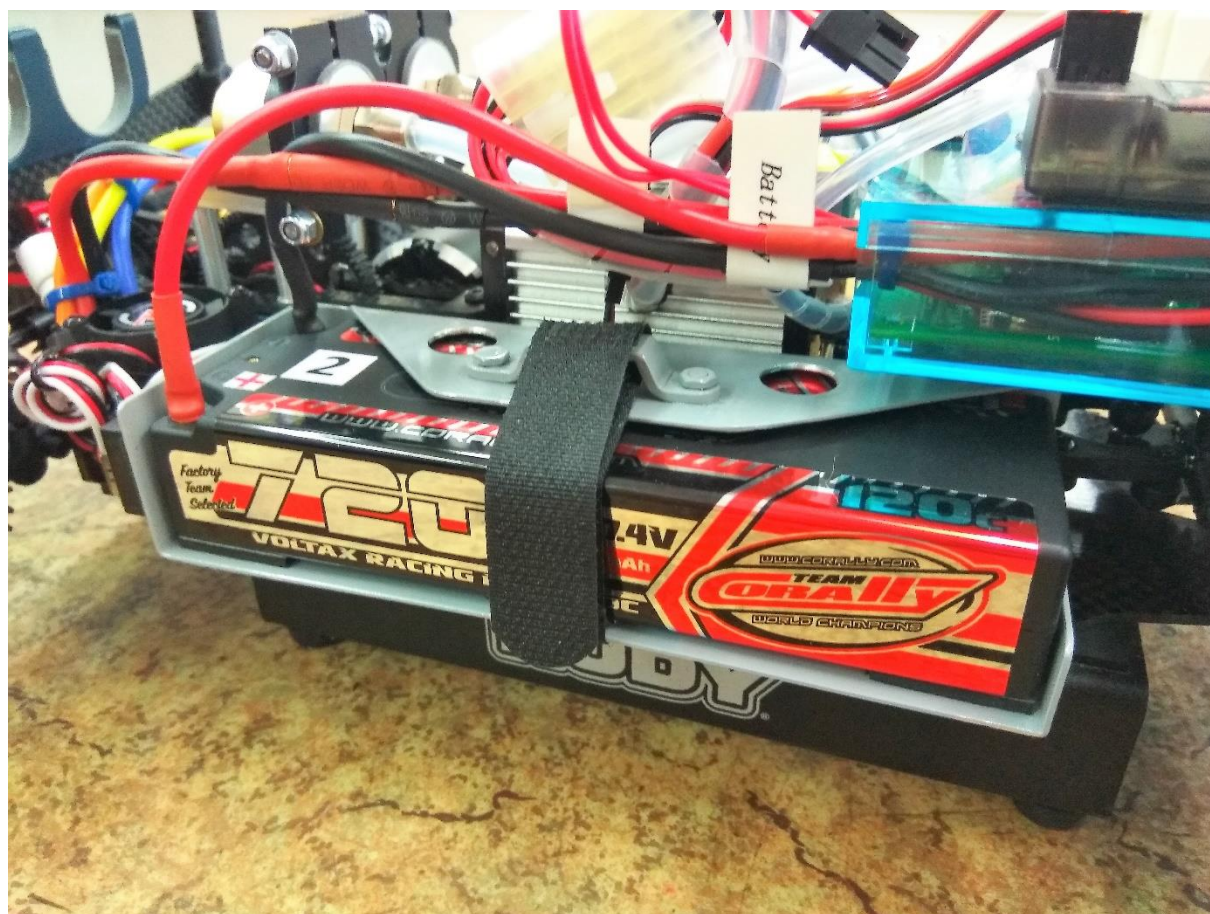




Obr. 3. – Držák řídicí jednotky

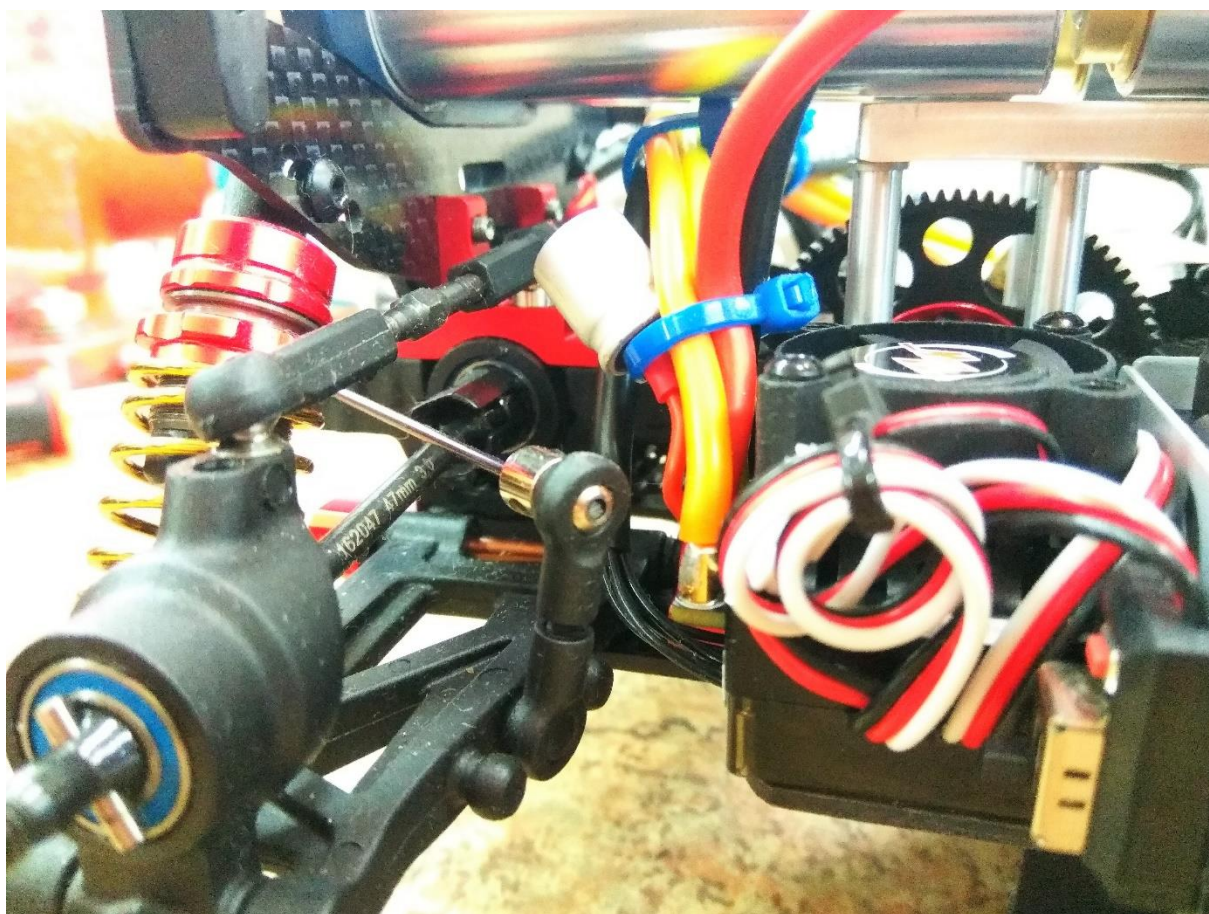


Obr. 4. – Box na akumulátor

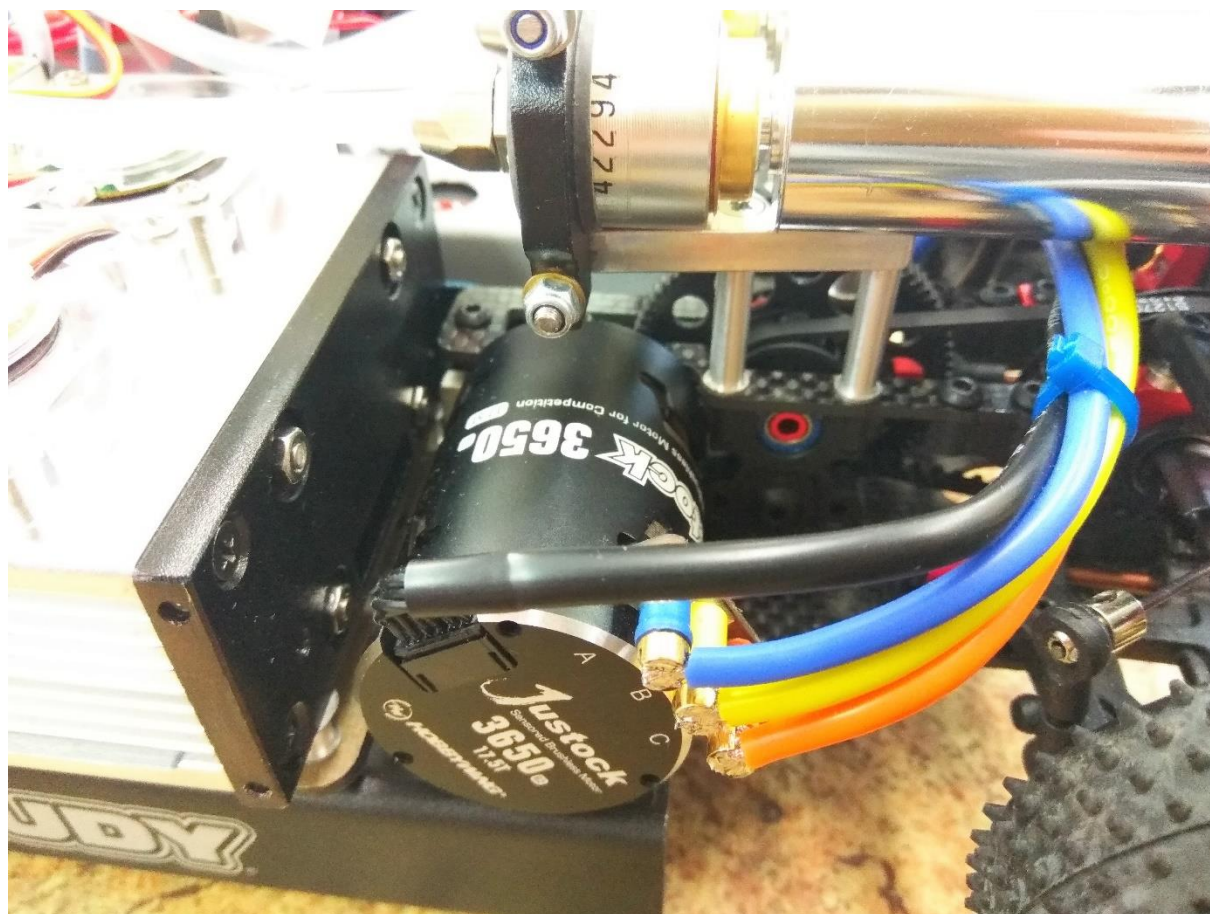




Obr. 5. – Stabilizátory náprav

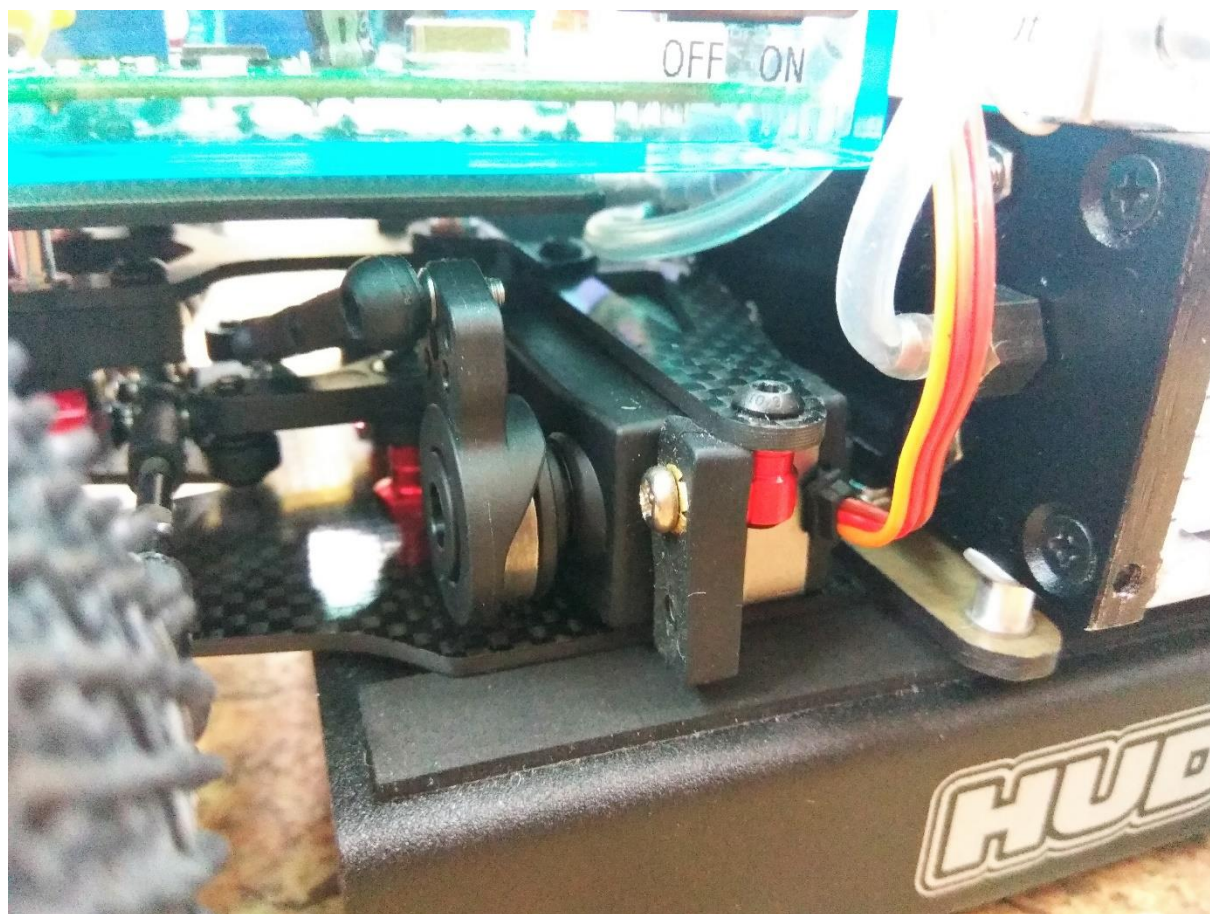


Obr. 6. – Uložení motoru





Obr. 7. – Uložení serva



Obr. 8. – Celý podvozek





Obr. 9. – RC model

