



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

# DESIGN ELEKTROMAGNETICKÉHO POSILOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

DESIGN OF ELECTROMAGNETIC WEIGHT LIFTING EQUIPMENT

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Radka Valentová**

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**Ing. David John**

**BRNO 2024**



# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	<b>Bc. Radka Valentová</b>
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>Ing. David John</b>
Akademický rok:	2023/24

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.1111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## Design elektromagnetického posilovacího zařízení

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Posilování v pohodlí domova nemůže kvůli prostorové náročnosti dnešních strojů využít každý. Využití elektromagnetického odporu místo mechanického tento problém řeší. Výroba těchto zařízení jak do posiloven, tak do domácností jsou nyníšším trendem a budoucností silového tréninku. Nabízí se proto využít této technologie a implementovat ji v zařízení, které umožní efektivně procvičit celé tělo a nezabírá spoustu místa.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

### Cíle diplomové práce:

Cílem práce je navrhnout koncepční design posilovacího zařízení, které využívá jako zátěž elektromagnetický odpor. Cílovou skupinou budou uživatelé využívající zařízení ve své domácnosti. Návrh by měl být inovativní a umožnit uživateli procvičit základní pohybové vzory.

Díličí cíle diplomové práce:

- analýza současného stavu a identifikace vhodných směrů pro návrh designu,
- návrh designu jednotlivých částí zařízení,
- vyřešení ergonomie zařízení a příslušenství,
- návrh skladby, barevnosti a materiálů krytů,
- prokázání funkčnosti a realizovatelnosti návrhu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske-studium-ukonceni/>

**Seznam doporučené literatury:**

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je design elektromagnetického posilovacího zařízení určeného do prostředí domácnosti. Zaměřuje se na umožnění posílení všech svalových skupin pomocí jednoho zařízení. Věnuje se nedostatkům současných zařízení pro domácí použití a klade si za cíl navrhnout a vyvinout nové a lepší řešení, které by umožnilo efektivnější a pohodlnější trénink a zároveň bylo vhodné ve zvoleném prostředí.

Diplomová práce je postavena zejména na pozorování praxe, konzultacích s uživateli, trenéry a dalších relevantních zdrojích. Byla navržena nová konstrukce zařízení, u které je nutné ověřit funkčnost a vhodnost pro domácí posilování. Konstrukce byla tvarově kultivována a rovněž ergonomicky, materiálově a barevně přizpůsobena vzniklým požadavkům. Výsledný produkt splnil cíle práce a přichází s novým přístupem k sestavení zařízení.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Elektromagnetické posilovací zařízení, základní pohybové vzory, posilování, elektromagnetický odpor, design

## ABSTRACT

The aim of this thesis is the design of an electromagnetic strength training equipment intended for the home environment. It focuses on enabling all muscle groups to be strengthened using one device. It looks at the shortcomings of current devices for home use and aims to design and develop a new and better solution that would allow for a more efficient and comfortable training while being suitable in the chosen environment.

The thesis is mainly based on observations of practice, consultations with users, trainers, and other relevant sources. A new design of equipment was proposed and its functionality and suitability for home weight training needs to be verified. The design was refined in terms of shape as well as ergonomics, materials, and colour to meet the arising requirements. The final product met the objectives of the work and came up with a new approach to assembling the equipment.

## KEYWORDS

Electromagnetic strength training equipment, basic movement patterns, resistance training, electromagnetic resistance, design



## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALENTOVÁ, Radka. *Design elektromagnetického posilovacího zařízení* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/157848>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce David John.



## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu panu Ing. Davidu Johnovi za všechny cenné rady a odborné znalosti poskytované během celého procesu práce.

Dále bych chtěla poděkovat trenérům, ale také všem známým, kteří se věnují posilování. Kombinace odborných rad, zkušeností a praxe mi pomohla lépe pochopit problematiku a dosáhnout tohoto výsledku.

V neposlední řadě chci poděkovat své rodině za jejich podporu během mého studia.

## PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením ..... Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora



# OBSAH

<b>TITULNÍ STRANA</b>	<b>1</b>
<b>ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRAKT</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>KEYWORDS</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE</b>	<b>7</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ</b>	<b>9</b>
<b>PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE</b>	<b>9</b>
<b>OBSAH</b>	
<b>1 ÚVOD</b>	<b>14</b>
<b>2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ</b>	<b>15</b>
2.1 Rešeršní metody	15
2.1.1 Kritéria relevance pro výběr informačních zdrojů	15
2.1.2 Použité sekundární zdroje	15
2.1.3 Výběr relevantních informačních pramenů	16
2.1.4 Sumarizace počtu a druhu vybraných informačních zdrojů	16
2.2 Rešerše na stav techniky	17
2.2.1 Motivační analýza	17
2.2.2 Technická analýza	18
2.2.3 Designérská analýza	20
2.3 Shrnutí hlavních zjištění	34
2.4 Identifikace novosti a příležitostí	35
<b>3 CÍLE PRÁCE</b>	<b>36</b>
3.1 Vymezení problému	36
3.1.1 Název produktu a jeho klasifikace	36
3.1.2 Specifikace zákazníka	36
3.1.3 Specifikace spotřebitele	36

3.1.4	Specifikace trhu, ceny a použitých výrobních technologií	37
3.1.5	Vymezení atributů a cílů produktu	37
3.2	Cíle vývoje	39
<b>4</b>	<b>KONCEPČNÍ NÁVRH</b>	<b>41</b>
4.1	Analýza cílů a specifikace omezení	41
4.2	Technická funkční analýza	42
4.3	Návrh alternativních řešení	43
4.3.1	Alternativa I	44
4.3.2	Alternativa II	46
4.3.3	Alternativa III	48
4.4	Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího	49
<b>5</b>	<b>PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH</b>	<b>51</b>
5.1	Určení tvar, rozměrů a materiálů	51
5.2	Odhad výrobních nákladů	52
5.3	Předběžný návrh manipulace a ovládání	53
<b>6</b>	<b>DETAILNÍ NÁVRH</b>	<b>56</b>
6.1	Tvarové řešení	57
6.1.1	Platforma a příslušenství	57
6.1.2	Lavice	64
6.2	Ergonomické řešení	68
6.2.1	Ovládání	68
6.2.2	Ergonomie manipulace	71
6.2.3	Ergonomie cviků	79
6.3	Barevné a grafické řešení	84
6.3.1	Barevné řešení	84
6.3.2	Grafické řešení	87
6.4	Bezpečnost	88
6.5	Hodnocení klíčových parametrů	89
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>90</b>
<b>8</b>	<b>VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV</b>	<b>91</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b>	<b>92</b>

<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN</b>	<b>95</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b>	<b>96</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>99</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	<b>100</b>

# 1 ÚVOD

Stejně jako správné stravování, pravidelný a dostatečně dlouhý spánek, je silový trénink důležitou součástí zdravého životního stylu. Podporuje budování svalové hmoty, která spaluje více energie, zvyšuje sílu a hustotu kostí, zlepšuje řadu metabolických faktorů včetně citlivosti na inzulín, snižuje stres a riziko chronických onemocnění, a kromě další řady fyzických benefitů pozitivně ovlivňuje i naši psychiku a sebevědomí. V dnešní době, kdy jsme natolik zaměstnání všelijakými povinnostmi není snadné udělat ze silového tréninku prioritu. Pravdou je, že i krátký silový trénink jednou týdně může být efektivní a přinášet zdravotní benefity. S využitím nových technologií se zlepšuje efektivnost a zkracuje potřebná délka tréninku. Cvičení z domu nabízí pohodlnější přístup a jistotu, že nebudeme ztrácet čas dopravou do fitness center a zpět, popř. jistotu fyzické aktivity, kdyby znovu propukla pandemie. Mnoho uživatelů navíc hledá účinnější a bezpečnější metodu silového tréninku.

V každodenním životě vykonáváme pohyby, které jsou pro nás zcela přirozené. Všichni se potřebuje pro něco sehnout a zvednout to, dřepnout si, něco od sebe odtlačit nebo si k sobě přitáhnout z jakéhokoliv směru. Je proto důležité být v těchto pohybech silný a naučit se je provádět správně. Když pohyby zjednodušíme, můžeme je obecně shrnout jako základní pohybové vzory (dále jen „ZPV“), které při zatěžování umožňují posílit všechny svalové skupiny. Jedná se o ohyb v kyčelním kloubu, dřep, vertikální tlak, vertikální tah, horizontální tlak a horizontální tah.

Práce je zaměřena na posilovací zařízení do domácnosti využívající elektromagnetický odpor. Zařízení s elektromotory nezabírá velký prostor a zároveň je schopné vyvinout velkou zátěž, což je vzhledem k prostředí ideální. Navíc lze díky této technologii měnit odpor v různých fázích pohybu podle potřeb uživatele, což umožňuje efektivnější silový trénink. Již existující zařízení jsou svojí stavbou vhodnější do posiloven, rehabilitačních center apod. Nově se na trhu vyskytují i zařízení určená do domácností, kterým ale stále schází skladnost, design vhodný do tohoto prostředí nebo s nimi nelze procvičit celé tělo.

Vytvořit design elektromagnetického posilovacího zařízení, které běžnému člověku usnadní přístup k silovému tréninku z pohodlí domova, umožní procvičit celé tělo a zároveň bude skladné a vyhovovat prostředí domácnosti je hlavním cílem této práce.

## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

### 2.1 Rešeršní metody

V této podkapitole je rozebrán způsob vyhledávání vhodných a užitečných informačních zdrojů, které svým obsahem přispějí k vývoji elektromagnetického posilovacího zařízení.

#### 2.1.1 Kritéria relevance pro výběr informačních zdrojů

Prvním krokem bylo stanovení několika otázek, na které chceme najít odpověď. Z otázek byly následně vyjmuta klíčová slova a slovní spojení, která se stala předmětem vyhledávání:

*Elektromagnetický / electromagnetic; Silový trénink / Resistance training; Posilování / Weightlifting; Posilovací stroj / fitness machine; Pohybové vzory / Movement patterns; Ergonomie / Ergonomy; Účinky silového tréninku / Strength training effects; Design a materiály / Design and materials*

Následně byly vybrány užitečné primární i sekundární zdroje. Nejrelevantnějšími druhy zdrojů byly odborné články, knihy tištěné i elektronické, katalogy a webové stránky existujících výrobců, závěrečné studentské práce a patenty. Rovněž byly vhodnými zdroji pozorování praxe, dotazování osobních trenérů nebo osob, které se zabývají silovým tréninkem. Kritériem pro posouzení relevantního zdroje se primárně stal rok jeho vydání. Využití elektromagnetického odporu v silovém tréninku je ve fitness průmyslu poměrně novým a rychle se rozvíjející technologií. Z toho důvodu nebyly vybírány zdroje starší 10 let. Dalším kritériem byl text publikace v plném rozsahu s upřednostněním obsahu v českém nebo anglickém jazyce.

#### 2.1.2 Použité sekundární zdroje

Většinu sekundárních informačních zdrojů tvořily bibliografické databáze, které sloužily k vyhledávání odborných článků a knih. Konkrétně byly využívány ELSEVIER (ScienceDirect), Google Scholar a Google Patents. Dále byly získávány informace z webových stránek existujících výrobců, kteří poskytli přehled svých produktů a základní informace o nich, včetně jejich funkcí, vnitřního uspořádání komponent a vizualizací cviků. S osobními trenéry byly konzultován záměr práce, výhody i problémy těchto zařízení, jejich využití a náměty ke zlepšení.

### 2.1.3 Výběr relevantních informačních pramenů

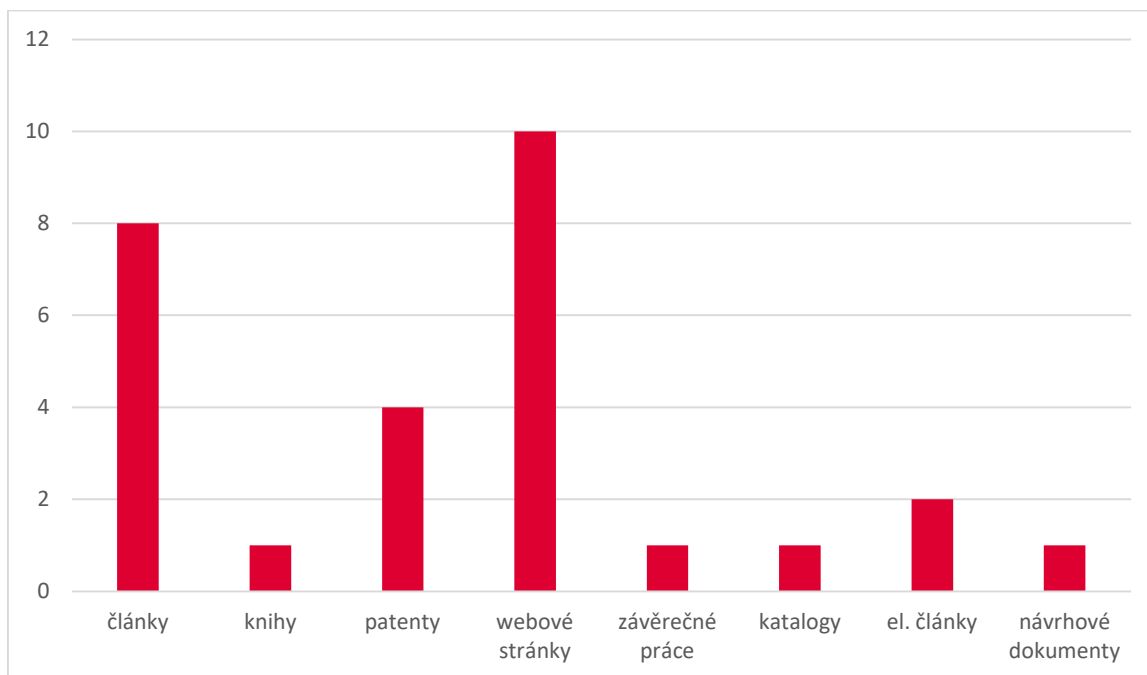
Celkem bylo nalezeno 36 zdrojů, které splňovaly stanovená kritéria. Z tohoto počtu bylo 20 výsledků získáno z bibliografických databází, zatímco zbývajících 16 výsledků pocházelo z jiných zdrojů, jako jsou katalogy a webové stránky, aj. Po odstranění duplikovaných zdrojů se celkový počet snížil na 35 zdrojů. Dále byla provedena selekce nevhodných zdrojů, přičemž se jednalo především o ty, které se příliš zaměřovaly na biologické a fyziologické aspekty, silový trénink a jeho strukturu, zdroje nesplňující stanovené rozmezí let vydání a také zdroje, které poskytovaly identické informace.

### 2.1.4 Sumarizace počtu a druhu vybraných informačních zdrojů

Z celkového počtu zdrojů bylo vybráno 28, které byly relevantní a přínosné pro vypracování diplomové práce. Pro lepší přehlednost a porovnání četnosti jednotlivých typů zdrojů byl vytvořen graf ve formě sloupcového diagramu. Z tohoto grafu lze vyčíst, že nejvíce zastoupenými zdroji byly webové stránky. Webové stránky výrobců, designových konceptů a předprodeje produktů tvořily 10 záznamů (36 %) a byly hlavním zdrojem analýzy z designového i technického hlediska.

Druhým nejčastěji použitým typem zdroje byly odborné články, které představovaly 8 záznamů (29 %) a byly použity k získání obecného přehledu o tématu. Tyto články se zabývaly důležitostí silového tréninku, využitím základních pohybových vzorů a designem strojů fungujících na stejném principu.

Dalším v pořadí byly patenty, které tvoří 4 záznamy (14 %). Jiné typy zdrojů jako jsou knihy, závěrečné práce, katalogy, elektronické články a návrhové dokumenty tvoří 6 zdrojů (21 %).



obr. 2-1 Četnost jednotlivých druhů zdrojů

## 2.2 Rešerše na stav techniky

Tato podkapitola má za účel pochopit motivaci práce. Další část nás seznámí s principem fungování elektromagnetických posilovacích strojů a jejich využitím v silovém tréninku. Popisuje hlavní výhody elektromagnetického odporu při cvičení, základní komponenty a jiné důležité parametry. Poslední část se zabývá existujícími výrobky na trhu, jejich vlastnostmi a rozebírá výhody i nevýhody každého z nich.

### 2.2.1 Motivační analýza

Mnoho lidí dává přednost cvičení z pohodlí domova, a aby svůj domácí trénink optimalizovali, pořizují si různá zařízení a pomůcky. Skladnost, bezpečnost, pohodlí, hluchnost nebo cenová dostupnost hrají při výběru velkou roli. Všechny zohledněné vlastnosti zařízení pak bohužel mohou významně ovlivnit efektivitu tréninku, která nemusí být dostatečná.

Ke cvičení doma byli všichni fitness nadšenci donuceni během propuknutí pandemie COVID-19, kdy nebylo možné navštěvovat fitness centra. Lidé se přizpůsobili a většina z nich u trénování doma zůstala. Bez možnosti návštěvy posiloven vznikla větší poptávka po vybavení a fitness průmyslu se tak naskytla velká příležitost vyvinout pokročilejší tréninková zařízení, která by byla vhodnější do domácností. [1]

Jedním z adeptů s vhodnými vlastnostmi je posilovací zařízení využívající elektromagnetický odpor. Oproti volným vahám, ale i strojům nabízí variabilitu odporu během pohybu. Jakýkoliv dynamický pohyb můžeme rozdělit na dvě fáze – koncentrickou a excentrickou. Koncentrická fáze je fáze, při které dochází ke zkrácení svalu. Vyvolává zrychlení pohybu má vyšší energetickou náročnost. V excentrické fázi se sval prodlužuje. Vyvolává zpomalení pohybu a je energeticky méně náročná. Z hlediska budování svalové hmoty je výhodnější mít náročnější excentrickou fázi pohybu neboli sval více zatížit při jeho prodlužování. Tato fáze pohybu vyvolává větší rozsah svalového poškození a tím i větší následnou hypertrofickou odezvu (zesílení svalových vláken). [2] Při zátěži vytvořenou elektromotorem navíc nelze využívat hybnost ani dynamického napětí ve svalech. To znamená, že pro vykonání pohybu využíváme hlavně kontrakci svalu, což je mnohem náročnější. Musíme proto použít menší odpor než při cvičení s běžnými činkami, čímž nepřímo méně zatěžujeme naše klouby. Jinak řečeno, zařízení kombinuje vlastnosti ideální pro budování svalové hmoty.

Hlavní motivací práce je udělat silový trénink dostupnější pro všechny. Zařízení, které umožňuje cvičení z domova může lidem tento komfort zajistit, ať už z hlediska časové náročnosti, efektivnosti tréninku nebo klidného prostředí a soukromí.

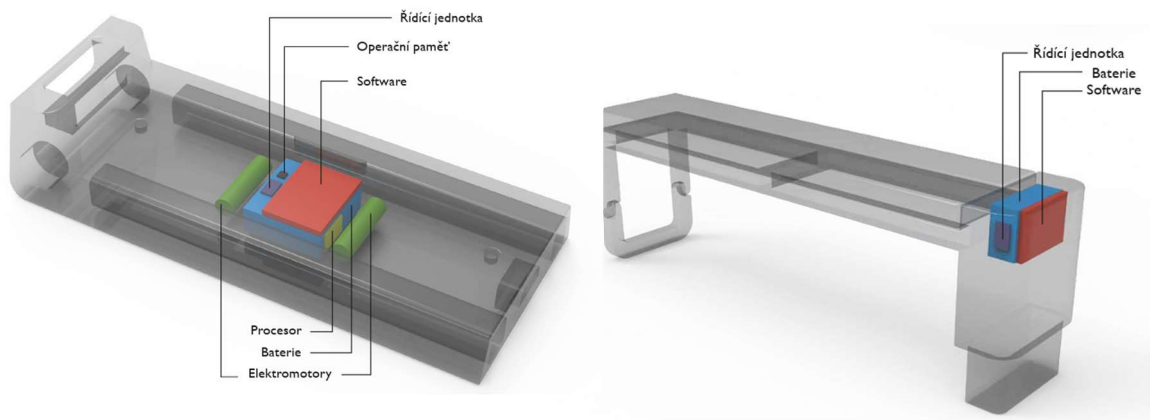
## 2.2.2 Technická analýza

### Princip fungování

Zařízení využívá elektromagnetického motoru pro vytvoření požadované zátěže, který zároveň slouží k bezpečnému navíjení pracovního lana zpět do platformy. Elektromagnety (cívky drátu) uvnitř motoru vytvářejí magnetické pole, když jimi protéká elektrický proud. Zvýšením proudu se zesílí magnetické pole, což simuluje zvýšení váhy. Uživatel může jednoduše změnit úroveň odporu pomocí ovládacího panelu nebo aplikace.

### Vnitřní uspořádání

Hlavní součástí zařízení jsou elektromotory, které jsou poháněny baterií nebo jsou napájeny přímo ze zdroje. Dalšími součástmi jsou procesor, který komunikuje s periferiemi a spravuje paměť, programovatelný software pak sleduje rychlost pohybu, umožňuje používat různé programy cvičení, uzpůsobuje odpor a umožňuje propojení s jinými zařízeními a bezpečnostní senzory monitorující namotání lana.



obr. 2-2 Vnitřní uspořádání zařízení

## Rozměry a parametry zařízení

Celkové rozměry zařízení závisí na velikosti komponent. Největší komponentou je elektromotor a bude tak ovlivňovat velikost zařízení. Na základě tohoto faktu proběhla jednoduchá technická rozvaha.

Jak velký elektromotor bude, se odvíjí od požadovaného otáčivého momentu. Zařízení bude disponovat dvěma elektromotory a každý z nich bude schopný vyvinout maximální odpor 60 kg. Ze ZPV bude člověk nejsilnější při dřepu nebo kyčelním ohybu (záleží na jeho anatomii). Celkový odpor zařízení bude 120 kg, což odpovídá 150 % hmotnosti průměrného muže. To je hranice, kterou by měl průměrný muž být schopný zvednout na několik opakování právě na dřep.

Elektromotor s takto zvoleným odporem by byl rozměrově příliš velký, a proto se předpokládá, že v zařízení bude spojen s převodovkou. V rámci návrhu zařízení jsem se rozhodla vycházet z velikosti elektromotoru 24RM30K o velikosti Nema 24. Motor má průměr 80 mm a je dlouhý 86 mm. Kroutící moment motoru  $M_k$  by měl být  $600 \text{ N} \cdot 0,04 \text{ m}$ , resp. 24 Nm. Elektromotor by proto byl spojen s přímou planetovou převodovkou AF042-025-S2-P2, která by výstupní kroutící moment znásobila přibližně na tuto hodnotu. [3] [4]

Dále je nutné vzít v potaz navíjecí se lano. Lano by bylo dlouhé 2200 mm. Potřebná délka je odvozena z výšky průměrného člověka, který na platformě provádí vertikální tlak ve stoje. Předpokládaný průměr lana je 6 mm. Lano by se mělo navíjet na elektromotor tak, aby se nepřekrývalo, což ovlivní délku elektromotoru. Obvod motoru o poloměru 40 mm je 251,3 mm. Celkovou délku lana vydělíme obvodem motoru a výsledek vynásobíme tloušťkou lana. Vyjde nám, že pokud bychom na zvolený motor chtěli navinout takové lano, měl by být dlouhý minimálně 51 mm, což motor 24RM30K splňuje.

Záměrem této úvahy bylo odvodit z rozměrů elektromotoru tloušťku platformy, která byla následně srovnána s produkty v designérské analýze.

## 2.2.3 Designérská analýza

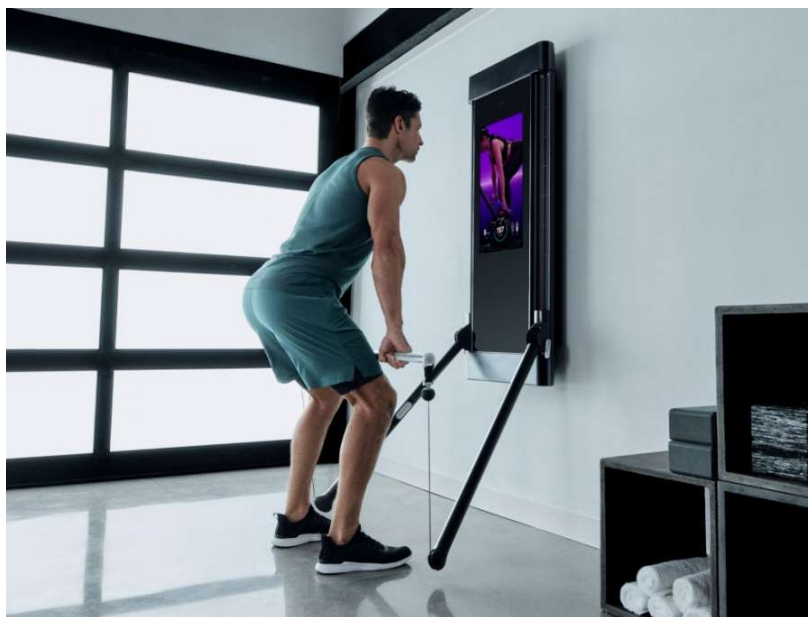
### Tonal

V roce 2013 Aly Orady vyvinul inovativní digitální mechanismy odporu a počáteční algoritmy. Společnost Tonal založil o dva roky později a položil tak základ nové éry silového tréninku. Do roku 2023 vedl společnost jako výkonný ředitel a během této doby zajistil desítky patentů. Jeho posláním je zpřístupnit silový trénink všem. [5]

Tělo Tonalu je tvořeno odolnou ocelovou konstrukcí a velkým dotykovým displejem. Profesionálně se instaluje na zeď. Z obou stran těla jsou připevněna posuvná ramena, ze kterých jdou odporová lanka. Každé z ramen je schopné vyvinout odpor až 45 kg. Tělo je kompatibilní s Bluetooth a disponuje 15 W reproduktory. Doporučený prostor na stěně i podlaze je 2,4 m. Zařízení by se mělo používat v teplotním rozmezí 10-35 °C a nechávat v prostředí chladnějším než -25 °C a teplejším než 45 °C. Prostředí by mělo mít 0-90% vlhkost bez kondenzace. [6]

Nastavení měnitelného odporu je samozřejmostí. Kromě snadného nastavování odporu na displeji lze odpor měnit i chytrým příslušenstvím pomocí Bluetooth. Systém je schopný odhadnout sílu uživatele a navrhnout vhodnou zátěž. Rovněž rozpozná, kdy jsme blízko selhání a váhu dočasně sníží, abychom mohli dokončit sérii. Tonal používá senzory, které poskytují pokyny v reálném čase. Monitorují rozsah pohybu, polohování i tempo. [7]

Tonal je se svou skladností, vlastnostmi, funkcemi i uživatelským rozhraním jedinečným produktem na trhu. To se bohužel odráží i na ceně, která činí v přepočtu 105 000 Kč. K využití celkového potenciálu Tonalu je ještě navíc potřeba hradit měsíční členství, které vyjde na 1400 Kč měsíčně. Lze ho využívat i bez členství.



obr. 2-3 Tonal [8]

Hlavní nevýhodou Tonalu je upevnění na zeď. Ne všechny domácnosti budou mít zdi z vhodného materiálu a instalace samotná je dalším nákladem. Většina materiálů je však pro instalaci vhodná. Při přestavbě, stěhování či změně názoru na umístění je nutné znovu instalaci hradit. Na druhou stranu, upevnění na zeď řeší problémy se stabilitou a robustností zařízení, které u přesunutelných zařízení musíme řešit. Polohovatelnost obou ramen do jakékoliv výšky i úhlu zajišťuje, že budeme schopni procvičit celé tělo. Dvě odporová ramena spojená s osou skvěle imitují základní cviky a jejich vytažení do prostoru zajišťuje, že při cvičení nebude překážet displej. Další příslušenství umožňuje provádět i izolovanější cviky.

Sestavení Tonalu je prosté a působí moderním dojmem. Tvar těla vychází z plochého kvádrů a jeho většinu tvoří displej. Ze stran jsou připevněna pohyblivá ramena, která jsou stejně dlouhá jako displej, aby se jednoduše složila. Viditelnost ramen a jejich posuvného a nastavitelného mechanismu je sice z hlediska používání výhodou, ale značně kazí celkový dojem. Tonal navíc nedisponuje úložným prostorem. Příslušenství tak necháváme v blízkosti zařízení, což rovněž kazí estetický dojem. Lze ho uschovat jinak, ale zařízení samotné může stále působit rušivým dojmem. Navíc se vyrábí pouze v černé variantě, která nemusí zapadat do všech interiérů.

## Oxefit XP1

OxeFit XP1 je systém pro silový trénink s umělou inteligencí, která poskytuje nejefektivnější tréninkový systém pro bezpečné zlepšování výkonnosti. Základní technologie OxeFit integruje robotiku, sledování pohybu a výkonnosti, pokročilé koučování a analytiku a poskytuje zpětnou vazbu v reálném čase, aby pomohla jednotlivcům i týmům zlepšit kondici. Využití AI umožňuje integrovat nejnovější poznatky silového cvičení nebo rehabilitačních technik. Jelikož umožňuje provádět téměř všechny možné cviky nahradí tak mnoho posilovacích strojů a tím uvolní prostor v posilovnách.

XP1 je schopné vyvinout odpor více než 181 kg a jeho rozměry jsou 234 x 178 x 218 cm. Díky patentované technologii vertikálního polohování lze stojan s tyčí nastavit do optimální výšky pouze jednou rukou, čímž šetříme čas při přechodu mezi cviky. Lavice je vybavena revolučním otočným systémem nasazení, díky němuž se vyrovná do přesně vycentrované polohy, když je potřeba, a když není používána, uloží se do prostoru pro lavici. Využívá technologii silových desek, která identifikuje asymetrie a váhové nerovnováhy v reálném čase. Jedná se o zařízení, které využívá nejmodernější technologie a poskytuje nejlepší možné služby, a tomu odpovídá cena 991 000 Kč. [9] Oxefit je svojí velikostí vhodný do fitness nebo rehabilitačních center. XP1 je pro běžného uživatele cenově nedostupné a svojí mohutností i nevhodné. Má ale jednoznačně využití v profesionální sféře sportu.



obr. 2-4 Oxefit XP1 [10]

XP1 bude jednoznačně dominantním prvkem každého fitness centra. Působí moderním a futuristickým dojmem a celkové tvarování je vyvážené. Velice dobře je vyřešen kladkový systém, který umožňuje jednoduše a rychle střídat cviky. Hlavní část tvoří mohutná stěna, která se v místě displeje zužuje. Displej je tak jednoduše vzdálen od stojanu a uživatele a nehrozí jeho narušení. Prohloubení navíc dodává tvarovou hloubku jinak ploché stěny. Po stranách je umístěn lehce posuvatelný polohovací stojan. Stěna plynuje přechází v platformu větším rádiusem, který elegantně tyto dvě části spojuje. Rádus rovněž dodává určitou dynamičnost celému zařízení.

#### Vitruvian Trainer +

Společnost Vitruvian založil v roce 2018 John Gregory. Jejich nejnovějším produktem je platforma Trainer +, která je schopna poskytnout odpor až 200 kg. Její rozměry jsou 1170 × 520 × 115 mm a váží 38 kg. Je tvořena lisovaným hliníkovým rámem vyztuženým uhlíkovými vlákny, což kromě snížení celkové hmotnosti navíc zajišťuje i odolnost a dlouhou životnost. Z jedné strany disponuje kolečky k snadnému přesouvání. Trainer + je propojitelný s Bluetooth a nelze jej používat bez aplikace, která je ale kompatibilní s Apple i Android. Napájení probíhá v rozmezí 220-240 V, kromě USA, Kanady a Japonska. Poskytuje několik tréninkových režimů jako např. Pump, Time Under Tension, Old School a Eccentric Only. Cena platformy s pouze dvěma jednoduchými příslušenstvími je 79 700 Kč. Pokud chceme využít osu, lavici a další příslušenství, připlatíme si další 18 500 Kč. Měsíční členství pak stojí 910 Kč, ale není nutné ho využívat. [11] [12] [13]

Hlavní výhodou oproti např. Tonalu je možnost přemístění a uschování díky relativně nízké váze a kolečkům. Zařízení tak nijak nenarušuje prostředí domácnosti. Při cvičení je nutné platformu zatěžovat vlastním tělem a nemůžeme proto zátěž tahat v různých směrech. Pro většinu ZPV platforma se zátěží pouze ze spodu stačí. Bez zátěže, která jde shora však nemůžeme provést vertikální tah. Nutnost napájení při využívání značně omezuje umístění v prostoru kvůli rozmístění zásuvek v domácnosti a délce kabelu, který navíc při cvičení může překážet. Vitruvian Trainer + přichází i se složitelnou lavičkou, která má jednu nohu zkrácenou, aby při postavení na platformu byla vodorovně. Bohužel ji ale nebudeme moci využít mimo platformu. Znovu zde chybí úložný prostor, ale vzhledem k tomu, že platformu, lavici i příslušenství budeme někam společně ukládat, tak není tolik podstatný.



obr. 2-5 Vitruvian Trainer + [14]

Z designového hlediska je zařízení velmi povedené. Má jednoduché a elegantní provedení. Platforma má na bocích zkosené hrany. Z jedné strany tak mohou být lépe zakomponována kolečka a z druhé strany úchyt k pohodlnému přemístění. Ve stejném pohledu je umístěna i dlouhá led páska, u které můžeme měnit barvy a podtrhnout tak celkový dojem. Zkosené hrany se objevují i na koncích lavice a tento detail tak tvoří jednoduchý pojící prvek.

### Speediance Gym monster

Speediance Gym monster je schopný vyhodnotit sílu a na základě těchto dat přesně doporučit rozehřívací postupy, tréninkové programy a optimální úrovně zátěže pro všechny hlavní svalové skupiny. [15]

Gym monster je vybaven 800 W PMSM synchronním motorem 2 s permanentními magnety. Disponuje dvěma rameny a každé z nich je schopné vyvinout odpor 50 kg a přesnost nastavení vah těchto je 0,5 kg. Ovládání zařízení probíhá přes 21,5palcový displej, který je součástí konstrukce připevněné k platformě. Celková hmotnost produktu je 85 kg. Rozměry při složení jsou 0,35x0,71x1,85 m a při používání 1,25x0,71x1,85 m. Zařízení také disponuje reproduktorem, kamerou a mikrofonem kvůli budoucímu přidání funkcí. Má k dispozici mnoho příslušenství jako tricepsově lano, lyžařské rukojeti, osa, lavička, veslařská lavička aj. Cena se pohybuje kolem 60 000 Kč a je tak cenově mnohem dostupnější. [16]

Speediance se pokusil vytvořit cenově dostupné zařízení, které je hybridem mezi jednoduchou platformou a vertikálním zařízením. Pomocí kovových nástavců můžeme měnit odkud bude odpor vycházet – z platformy nebo vertikální kovové konstrukce spojené s touto platformou. Tímto je vyřešen problém vykonávání vertikálního tahu na platformě samotné. Konstrukce je tvořená zahýbanou trubkou a k ní připevněným ovládacím displejem. Jelikož zařízení není nikde upevněné, musíme při cvičích platformu zatěžovat vlastní vahou. Bohužel je zařízení na šířku poměrně úzké, a to nás v kombinaci s nutností zatížení vlastní vahou může omezovat např. při šířce postoje nebo používání lavice. Displej samotný je polohovatelný a usnadňuje nám tak ovládání. Jelikož konstrukci používáme na odkládání příslušenství – konkrétně osy a cvičíme v těsné vzdálenosti od displeje, hrozí jeho poškození. Platforma lze jednoduše sklopit ke konstrukci, ale není možnost nikde uložit příslušenství.

Sestavení stroje je jednoduché, ale prvky jsou spojené prvoplánově a nijak na sebe nenavazují. Kovová konstrukce je pouze připevněná k platformě, displej ke konstrukci a zařízení tak nepůsobí jako celek. Vzhledem k hmotnosti zařízení se nepředpokládá časté přesouvání.



obr. 2-6 Speediance Home Gym [17]

### Speediance Gym Pal

Dalším produktem od značky Speediance je Gym Pal, který se skládá podobně jako Vitruvian Trainer z platformy a lavice.

Platforma váží 31 kg a je schopna vyvinout odpor 3-100 kg. Její rozměry jsou 81x15x58 cm. Je vyrobena z vysokopevnostní uhlíkové konstrukční oceli, hliníkové slitiny, plastů (ABS, PC), TPE a semiše. [18]

Platforma samotná je velice tenká, a proto jsou elektromotory umístěny v přední části a vyčnívají. Přes celou boční stranu černé platformy se táhne bílý pruh spojující platformu a elektromotory v jeden celek a je tak ozvláštněno celkové tvarování. Nohy lavice jsou spojeny tyčí, na které je umístěna posuvná třetí noha, která slouží k zatížení platformy.



obr. 2-7 Speediance Gym Pal [19]

### Echelon Strenght Pro

Echelon vyrábí více druhů fitness vybavení, které je možné propojit s digitálním členstvím určené pro kohokoliv. Sortiment je více zaměřen na aerobní cvičení – kola, běžecké pásy, veslařské trenažéry apod. Novinkou je právě Strenght Pro, který je uvedený v předprodeji. [20]

Zařízení není nikde upevněno a jelikož je každé z ramen schopné vyvinout odpor 60 kg, hmotnost a stabilita zařízení tomu musí odpovídat. Jeho rozměry jsou 222x130x235 cm váží 146 kg. Je nutné zapojení do elektřiny. Cena zařízení je 135 000 Kč. [21]

Echelon Strenght Pro se principiálně neliší od zařízení Tonal. Není připevněn na zdi a jeho konstrukce se tak odvíjela od této skutečnosti. Nepředpokládá se, že by se se zařízením manipulovalo. Tělo zařízení tvoří jednoduchý kvádr s velkým ovládacím displejem a nastavitelnými rameny. Ve spodní části se nachází nohy, které diagonálně vyčnívají. V zadní části jsou kratší a v přední části jsou delší, jelikož odpor při užívání působí z přední strany. Nohy ale mohou při cvičení mírně překážet. Umístění na zem umožňuje uložení příslušenství ze zadní strany. Celková konstrukce těla spolu s nohama působí mohutně a spolu s volbou černé barvy připomíná klasický posilovací stroj. Svými rozměry, cenou i vzhledem je spíše vhodnější volbou do posiloven.



obr. 2-8 Echelon Strenght Pro [22]

## Arena

Produkt je cílen na sportovce pro zefektivnění jejich tréninku nebo jeho zpestření. Platforma Arena zažila prudký nárůst zájmu v době pandemie COVID-19, kdy začala být využívána i běžnými uživateli v domácnostech.

Platforma nabízí odpor v rozmezí 4,5-90 kg a váží necelých 25 kg. Její rozměry jsou 25x59x91 cm. Jelikož není využívána pouze v interiéru, musí se nabíjet a její baterie vydrží až 30 h. Platformu je možné si pořídit pouze s osou za 37 000 Kč a s veškerým příslušenstvím za 44 000 Kč. Ovládá se přes Bluetooth pomocí aplikace v telefonu. Zařízení musí být uzemněno, a proto je vybaveno kabelem s uzemňovacím vodičem a uzemňovací zástrčkou. Uzemnění zajišťuje cestu o nejmenším odporu pro elektrický proud, aby se snížilo riziko úrazu elektrickým proudem v případě poruchy. V bočním krytu se nachází výřez loga, které je zevnitř podsvíceno. LED dioda vevnitř barevně signalizuje stav baterie, popř. poruchy. Po kratších stranách má platforma úchyty ke snadnějšímu přesunu. [23] [24] [25]

Tvar platformy vychází z komolého jehlanu a odpovídá v podstatě stupínku na aerobik. Tento tvar tak umožňuje větší variabilitu cviků vhodnějších právě pro sportovce a zajišťuje větší stabilitu. Drsný povrch krytů je na pohled viditelný. Podsvícené logo je jednoduchým, ale užitečným detailem. Platforma působí bytelně a vhodně do exteriéru.



obr. 2-9 ARENA [26]

## Ancore

Ancore je jeden z nejskladnějších posilovacích zařízení na trhu. Jedná se o malý snadno přemístitelný kvádr, který je schopný vyvinout odpor až 30 kg. Lze jej pořídit s upevňovací tyčí na zeď, díky které lze snadno nastavit výška, ze které odpor půjde. Připevnění k posilovací kleci (popř. jiným pevným a stabilním objektům s podobným obvodem) zajišťuje upevňovací pás. S Ancore tak lze cvičit kdekoliv, pokud jej máme kde připevnit. Na rozdíl od setrvačnickových zařízení Ancore používá patentovaný pružinový kroutící mechanismus (spring-loaded torque mechanism), což zajišťuje odpor v koncentrické i excentrické fázi pohybu nebo při izometrickém pohybu. Mechanismus navíc není závislý na gravitaci, což umožňuje vše od pomalých, kontrolovaných pohybů (např. fyzioterapeutická zařízení), přes rychlé, výbušné pohyby (např. zařízení pro sportovce). [27] [28]

Pro pokročilejší uživatele je vhodnější pořídit si zařízení dvě, jelikož odpor 30 kg nemusí být dostačující a cvičení s dvěma zajišťuje větší diverzitu cviků a může tak nahradit kladkové stroje. Jedno zařízení stojí 13 700 Kč. Na hlavní část zařízení se upevňují další části, které mají stejný profil. Tímto způsobem měníme zátěž. Rozměry plně naloženého zařízení jsou 30x12x8 cm. Lano má délku 243 cm je vyrobeno z patentovaného Dyneema (kompozitní materiál tvořený tenkým plátem ultravysokomolekulárního polyethylenu laminovaného mezi dvěma pláty polyesteru). Na jeho konci je upevněna ocelová karabina. [28]

Zařízení je z předního pohledu obyčejný kvádr. Z boku je však znatelně vidět, že průřez zařízení má tvar čtverce spojeného s kružnicí, která z něj vystupuje. Toto tvarování naznačuje zacvakávání jednotlivých částí – otáčivý pohyb a vystupující rohy čtverce zajišťují lepší zapření prstů při tomto zacvakávání. Jako pro většinu posilovacích zařízení i zde byla zvolena černá barva.



obr. 2-10 Ancore [29]

## Max Pro

Další skladnou variantou je Max Pro. S tímto zařízením můžeme cvičit kdekoliv a díky malé váze zařízení je velmi jednoduché přecházet z jednoho cviku na druhý.

Max Pro je schopný vyvinout odpor v rozmezí od 2,3 do 136 kg, přičemž váží 4,5 kg. Zařízení využívá patentovaný systém více lamelové spojky, který umožňuje otočením kolečka podle stupnice nastavit koncentrický odpor – odpor působící pouze při vytahování lana, tedy koncentrické fázi pohybu. V silovém tréninku je ale důležité, aby zátěž působila i v excentrické fázi. Na webových stránkách je uvedeno, že koncentrický odporový trénink podporuje rychlejší regeneraci svalů, což umožňuje častější tréninky s menší pravděpodobností zranění. Po zatěžování svalu v excentrické fázi regenerace trvá delší dobu, jelikož dojde k většímu poničení svalu a trénovat tak můžeme méně často. Velice pravděpodobně uvidíme podobný progres, jako kdybychom trénovali sval častěji koncentricky a neponičili ho tolik. Navíc uživatel nemusí mít čas trénovat několikrát týdně, aby byl koncentrický trénink maximálně efektivní. Max Pro však můžeme používat i na jiné typy tréninků jako HIIT, Plyo apod., při kterých nám tato vlastnost nemusí tolik vadit. [30]

Základní sestava – zařízení spolu s příslušenstvím, nabíječkou a připevňovacím systémem na dveře v přepočtu vychází na 27 400 Kč. S dalšími typy příslušenství a lavicí by se cena navýšila na 45 600 Kč. Zařízení se ovládá pomocí mobilního telefonu, který s ním jednoduše spárujeme přes Bluetooth. [30]

Max Pro se skládá ze dvou válcových částí spojených úzkou tenkou platformou. Platforma navazuje na válce mírný zkosením a obecně je tvarování jednoduché a kultivované. Uprostřed platformy je kloub, díky kterému můžeme zařízení složit a přenášet např. v batohu. V každém z válců je zabudovaný výše zmíněný systém spojený s velmi odolnými lany a karabinou pro příslušenství. Platforma je celá v sytě oranžové barvě spolu s navazující částí na válce. Válce a protiskluzové vrstvy z vrchní i spodní strany jsou černé. Volbou těchto kontrastních barev zařízení opravdu působí jako fitness náčiní. Jednoduchá černá lavice má sklopné nohy a speciálně tvarované tak, aby při zatížení zařízení zajistila jeho nehybnost a bezpečné cvičení. Úzká a tenká platforma i přesto, že má protiskluzový povrch, bohužel není optimální kvůli stabilitě a jistotě při cvičení. Zařízení lze zatížit pouze částí chodidla.



obr. 2-11 Max Pro [31]



obr. 2-12 Max Pro S použitím lavice [32]

## Exxentric kPulley2

Exxentric produkty využívají setrvačnickové kotouče, které umožňují excentrické přetížení a je tak účinnější pro zlepšování síly, výkonu a hypertrofie než systémy založené na gravitaci. Využívají se také k rehabilitaci nebo jako prevence zranění. Setrvačnický vytváří odpor setrvačností, která funguje jako jojo. Čím silněji uživatel zátěž táhne, tím silněji se vrací zpět. Udrží konstantní setrvačnost v celém rozsahu pohybu a umožňuje maximální zatížení v každém úhlu pohybu. Jako jeden z mála produktů lze jednoduše pořídit i v České republice přes autorizovaného prodejce a servis – Ultratraining. [33] [34]

Zařízení je vysoké 225 cm což umožňuje mít odpor z jakékoliv výšky požadujeme a váží 11 kg. Cena se pohybuje kolem 48 000 Kč. Nabízí různé velikosti setrvačnickových kotoučů, které se liší mírou setrvačnosti. Kotouče můžeme jednoduše přidávat a odebrat a tím zvyšovat nebo snižovat odezvu na zátěž v excentrické fázi. Zařízení rovněž obsahuje kMeter – bezdrátový systém pro zpětnou vazbu, přesné sledování výkonu a energie a také pro odhad síly. Upevnění je umožněno popruhy. Zařízení kPulley2 se skládá ze tří částí – pouzdra s tyčí na setrvačnickové kotouče, podstavy sloužící jako ochrana setrvačnickového systému a tyče s nastavitelnou kladkou. Na tyč se nasazují setrvačnickové kotouče, které se následně zajistí. Tyč prochází pouzdrem a je připojena ke kladce s pásem. Tento pás je připevněn k pohyblivé kladce upevněné na tyči. Podstavu tvoří vanička, která je z přední strany vykrojená pro snadnější nasazování kotoučů. [35]

Design zařízení je minimalistický, jak to jen jde a díky tomu zabírá minimum prostoru. Zařízení si lze pořídit ve dvou barevných provedeních, a to černé a tmavě modré. Hlavním designovým prvkem jsou setrvačnickové kotouče s vyřiznutým logem dvou „X“ figurujících v názvu značky. Písmena „X“ vypadají jako dvě šipky, které znázorňují otáčení kotouče.



obr. 2-13 Exxentric kPulley2 [36]

## 2.3 Shrnutí hlavních zjištění

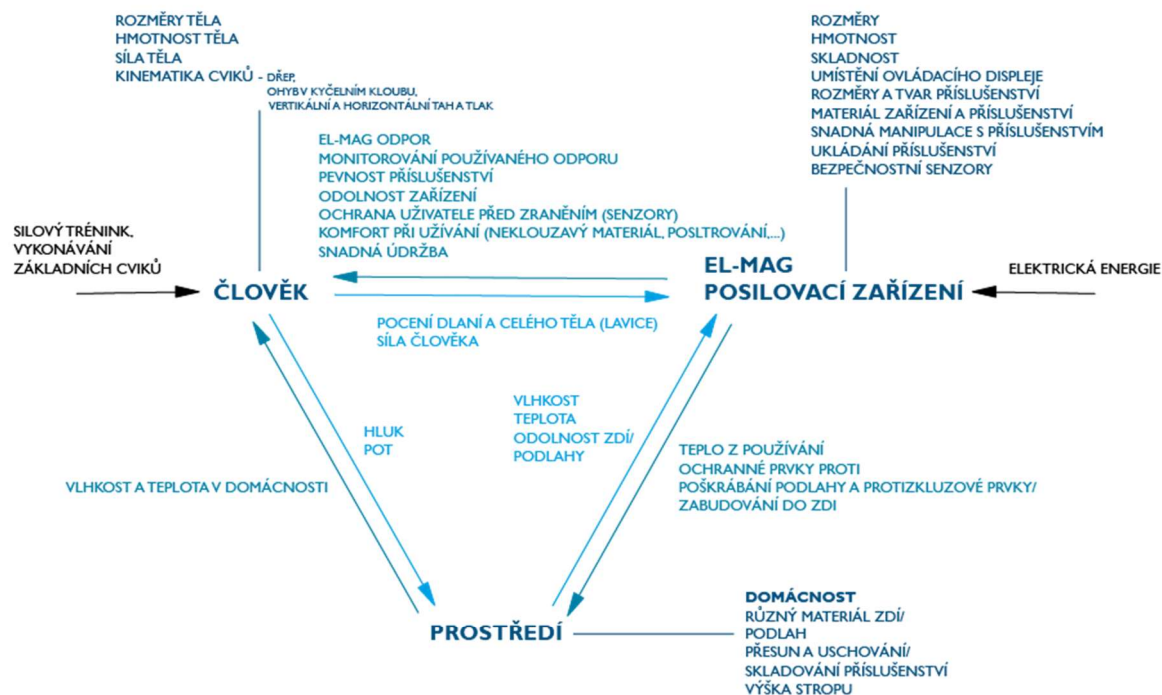
Na základě designérské analýzy byly identifikovány opakující se prvky mezi jednotlivými produkty a aktuální designové trendy. Elektromagnetická posilovací zařízení se dají rozdělit do tří hlavních kategorií.

První kategorií je vertikální typ, který umožňuje měnit výšku, ze které zátěž působí. Díky této vlastnosti není problém procvičit všechny ZPV. Hlavní částí je displej s pohyblivými rameny po bocích. V případě, že je upevněna ke zdi, zabírá minimum prostoru, ale zároveň nedisponuje úložným prostorem pro lavici a jiné příslušenství. Většinou lze pořídit police, úchyty na zeď apod., které se umístí v blízkosti zařízení a sestava tak při nevyužívání v interiéru nepůsobí dobře. Příslušenství můžeme skladovat např. ve skříni, ale velký displej s pohyblivými rameny bude stále interiér do jisté míry narušovat.

Dalším typem je horizontální typ tvořený platformou různého tvarování. U tohoto typu zátěž působí pouze z platformy a není tak umožněno procvičit vertikální tah. Výhodou tohoto typu je možnost uložení spolu s příslušenstvím.

Poslední typ kombinuje vlastnosti obou těchto typů. Tento typ umožňuje procvičit vertikální tah, ale méně pohodlně než první typ. Lze jej přemísťovat, ale není to tak snadné, jako s platformou a uživatel ho tak většinou nepřemísťuje. Takové zařízení kombinuje výhody i nevýhody obou předchozích kategorií.

## 2.4 Identifikace novosti a příležitosti



### INOVACE

PŘÍZPŮSOBNÉ PROSTŘEDÍ DOMÁCNOSTI  
 - VIZUÁLNÍ NENARUŠENÍ PROSTŘEDÍ/ PŘÍJEMNÝ ESTETICKÝ DOJEM  
 - SKLADNOST A PROSTOROVÁ NENÁROČNOST  
 SNADNÉ NABÍJENÍ A VÝMĚNA BATERIE  
 USNADNĚNÍ PROVEDENÍ VŠECH ZÁKLADNÍCH CVIKŮ  
 MOŽNOST ULOŽENÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ  
 ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI A POCITU BEZPEČNOSTI

**ERGO SCHÉMA**  
 ELEKTROMAGNETICKÉ POSILOVACÍ ZAŘÍZENÍ

obr. 2-14 Ergo schéma

Elektromagnetická posilovací zařízení jsou relativně novým produktem na trhu. Zařízení určená do domácnosti jsou ve většině případů poměrně skladná a v lepším případě se dají celá uschovat. Při nemožnosti uschování dochází k narušení estetického dojmu z interiéru. Zaplavení domácností elektronickými zařízeními může vést k pocitu nepohodlí a vytvářet vizuální chaos. Je proto důležité zařízení integrovat do prostředí domácností takovým způsobem, který minimalizuje jejich negativní vliv na estetický vzhled. Toho docílíme buď vhodnějším umístěním v prostoru, které by bylo v souladu s ostatními prvky domácího prostředí nebo možností uschování a lepším designem zařízení.

Hlavním dilematem je, že snadné uschování zapříčiňuje nemožnost procvičit vertikální tah a uživatel tak nemůže procvičit všechny svalové skupiny. Největší příležitost proto spočívá v navržení zařízení způsobem, který by zajistil snadné uskladnění a zároveň procvičení všech ZPV. Hlavní inovace tak bude zahrnovat celkovou kompozici zařízení a jeho tvarování.

## 3 CÍLE PRÁCE

Tato kapitola se zaměřuje na jasnou charakteristiku produktu a definování cílů návrhu. Dále se věnuje jeho kategorizaci, specifikaci požadavků zákazníka, cílového trhu, ceny a použitým výrobním technologiím. Součástí této části je rovněž definice problémů. Všechny uvedené informace jsou vyvozeny z odborných článků, recenzí, literatury, produktové dokumentace a jiných zdrojů.

### 3.1 Vymezení problému

#### 3.1.1 Název produktu a jeho klasifikace

Název produktu je elektromagnetické posilovací zařízení. Lze jej klasifikovat jako sportovní vybavení – produkt je určen pro silový trénink. Předpokládá se opakované užívání a sériová výroba jako u jiných fitness zařízení (min 500 ks/ rok).

#### 3.1.2 Specifikace zákazníka

Tato diplomová práce není vázána na spolupráci s konkrétním zákazníkem, ale je zohledněna možnost, že by mohl být zájem o realizaci ze strany výrobce těchto zařízení jako je například Tonal nebo jiný výrobce posilovacích zařízení na elektromagnetický pohon. Předpokládaným zákazníkem je výrobce podobných produktů nebo výrobce běžných posilovacích strojů, který by měl zájem rozšířit svoji nabídku.

#### 3.1.3 Specifikace spotřebitele

Typický spotřebitel tohoto zařízení je člověk střední až vyšší třídy ve věku 30-50 let. Je pro něj časově náročné navštěvovat posilovny a kvůli úspoře času rád cvičí doma nebo mu vyhovuje cvičení v soukromí. Zařízení používá jednou až šestkrát týdně a vykonává na něm zejména základní komplexní cviky. Nemá profesionální ambice, ale chce vybudovat svalovou hmotu a být silný. Posilování bere jako součást svého životního stylu, protože si uvědomuje všechny jeho benefity.

Uživatel vyšší třídy nemusí chtít, aby posilovací zařízení vizuálně narušovalo interiér. V jeho případě dává smysl si pořídit kompaktního zařízení, které zajišťuje vysoce efektivní trénink v pohodlí domova a má snadnější údržbu než ostatní stroje.

Typický uživatel střední třídy většinou bydlí v bytě. Výběr jeho sportovního vybavení je omezený kvůli nedostatečnému prostoru a hluku, který při používání běžných činek vzniká. Využívání odporových gum a expandérů nebude tolik efektivní. Životnost elektromagnetického posilovacího zařízení je několik let až desetiletí, v závislosti na péči a způsobu používání. I v tomto případě tak dává investice do tohoto posilovacího zařízení smysl. V domácnosti mají možnost využívat zařízení i ostatní členové a z dlouhodobého hlediska se nám může využívání zařízení finančně vyplatit více než navštěvování fitness center.

### 3.1.4 Specifikace trhu, ceny a použitých výrobních technologií

Převážná většina výrobců elektromagnetických posilovacích strojů se nachází ve Spojených státech amerických a neumožňují přepravu světově. Do budoucna se předpokládá, že výrobci budou mít zájem rozšířit možnosti přepravy nebo vytvořit další pobočky jinde a vstoupit se svými produkty na světový trh.

Cenově jsou zařízení poměrně nedostupná, jelikož většina výrobců požaduje navíc i placení členství nebo jiných poplatků. Uživatel tak neplatí jen za produkt, ale i za jeho používání a další placení navíc odrazuje od nákupu. Ideálně by zařízení mělo stát kolem 85 000 Kč. Stanovená cena je přibližně odpovídá ceně platformy spolu s posilovací lavicí a je mírně vyšší než pořizovací cena mechanického multifunkčního posilovacího zařízení. Takové zařízení se většinou pořizuje bez závaží a celková cena celé sestavy je tak přibližně stejná.

Předpokládá se, že rámy zařízení budou vyráběny z hliníkových profilů, které by zajistili nízkou hmotnost zařízení. Konstrukce lavice a jiné mechanické komponenty budou vyráběny z oceli. Díly, které nevyžadují vysokou pevnost jako části rukojetí nebo ovládací a obalové prvky mohou být vytvořené z plastu, u kterého se předpokládá vstřikování do forem. Na některé části budou použity odolné a snadno udržovatelné textilie jako umělá kůže, polyester, nylon za účelem pohodlí uživatele.

### 3.1.5 Vymezení atributů a cílů produktu

Jeden z problémů posilovacích zařízení využívající elektromagnetický odpor jsou relativně vysoké počáteční náklady. U většiny společností to nákupem produktu nekončí a uživatel musí hradit měsíční poplatky (popř. velký jednorázový poplatek) za to, aby mohli využít plný potenciál produktu. Někteří uživatelé navíc nechťejí nebo nepotřebují tréninkové programy a chtějí cvičit podle sebe nebo mají obavy z poskytování svých dat.

Jelikož je produkt koncipován do domácnosti je důležité, aby při cvičení nezabíral velký prostor, byl skladný anebo vizuálně nenarušoval prostředí. Tvar a kompozice, stejně jako barevné řešení hrají u tohoto produktu důležitou roli.

Některé typy zařízení neumožňují procvičit všechny základní pohybové vzory a pokud ano, je touto vlastností omezena jejich možnost uschování spolu s příslušenstvím. Je důležité mít snadný přístup k nabíjení nebo výměně baterie, jelikož slabá baterie zapříčiňuje nepřesnost.

<b>Charakteristika</b>	<b>Cíle</b>	<b>Omezení</b>	<b>Funkce</b>	<b>Prostředky</b>
Skladnost	✓		✓	
Vhodné barevné řešení	✓			✓
Atraktivní tvarové řešení	✓			✓
Snadný přístup k napájení			✓	
Nízká hmotnost		✓		
Vhodná volba materiálu	✓			
Intuitivní a snadné ovládání			✓	
Snadná mobilita pro uschování				✓
Vizuální nenarušení prostředí				✓
Zajištění procvičení všech ZPV	✓	✓		
Vhodná ergonomie příslušenství	✓			
Zajištění pohodlnosti a stability	✓			✓

Vyhovění uživatelům různé výšky a hmotnosti	✓
Vhodná volba materiálu příslušenství	✓
Snadná údržba	✓
Polohovatelnost lavice	✓
Cenová dostupnost	✓

Tabulka 1 Souhrn dílčích problémů, vlastností a funkcí

## 3.2 Cíle vývoje

Hlavním cílem diplomové práce je design elektromagnetického posilovacího zařízení, které bude využíváno zejména v domácnosti. Návrh se bude soustřeďovat na vytvoření vhodné konstrukce pro splnění požadavku procvičení základních pohybových vzorů. Dále bude zaměřen na atraktivní design zařízení, tvarové řešení a ergonomii.

### Dílčí cíle diplomové práce:

- **Vyhovující široké škále uživatelů** – Zařízení bude používáno uživateli různého vzrůstu, hmotnosti a s různými fyzickými schopnostmi, a to je v návrhu nutné respektovat.
- **Příslušenství odpovídající ZPV** – Zařízení je primárně určené k vykonávání ZPV, tj. dřep, kyčelní ohyb, vertikální tah, horizontální tah, vertikální tlak a horizontální tlak. Jak zařízení, tak příslušenství musí vyhovovat vymezeným cvikům a nesmí ovlivňovat kvalitu jejich provádění.
- **Zajištění pohodlnosti a stability při cvičení** – Při silovém tréninku je důležité, aby nás při pohybu omezoval procvičovaný sval, popř. to, že nejsme schopni vykonat další opakování tohoto pohybu, nikoliv okolní vlivy jako nevhodný povrch a nestabilní prostředí.
- **Zajištění intuitivního a snadného ovládní** – Elektromagnetické posilovací zařízení mají výhodu snadné změny odporu, ovládní by tomu mělo odpovídat a tuto vlastnost podpořit.

- **Vyřešení mobility zařízení** – Zařízení by mělo jít uschovat, aby bylo snadno dostupné při dalším cvičení a zároveň při nevyužívání zbytečně nenarušovalo estetický dojem. Je proto nutné zajistit snadný přesun celého zařízení.
- **Odpovídající rozměrové řešení** – Vzhledem ke zvolenému prostředí je důležité, aby zařízení při cvičení nezabíralo velký prostor.
- **Vhodná volba materiálů vzhledem k funkci a ceně** – Jednou z nevýhod je pořizovací cena. Vhodným materiálem můžeme cenu ovlivnit. Volba levnějšího materiálu však nesmí ovlivnit funkčnost a životnost příslušenství nebo komfort uživatele.
- **Bezpečnost** – Bezpečnost bude zajištěna pomocí senzorů, popř. nastavením v aplikaci. Z hlediska větší jistoty a důvěry uživatele je vhodné zajistit i fyzické jištění, které by zabránilo úrazu.

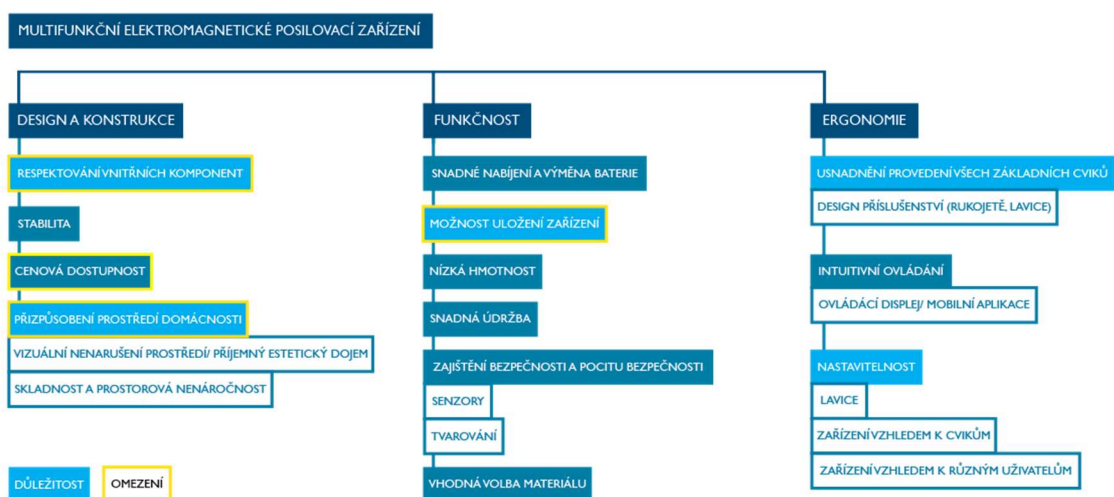
# 4 KONCEPČNÍ NÁVRH

## 4.1 Analýza cílů a specifikace omezení

Cíle a omezení z předešlé kapitoly byly rozděleny do následujících tří kategorií. Byly identifikovány hlavní omezení a důležitost těchto aspektů.

### Cíle a omezení:

1. Design a konstrukce
  - Respektování vnitřních komponent
  - Stabilita
  - Cenová dostupnost
  - Přizpůsobení domácímu prostředí (skladnost, vzhled)
2. Funkčnost
  - Snadné napájení z elektrické sítě
  - Možnost uložení příslušenství
  - Nízká hmotnost
  - Snadná údržba
  - Zajištění bezpečnosti a pocitu bezpečnosti
  - Vhodná volba materiálu
3. Ergonomie
  - Usnadnění provedení všech ZPV
  - Intuitivní a snadné ovládání
  - Nastavitelnost



obr. 4-1 Strom cílů

## 4.2 Technická funkční analýza

Tato podkapitola definuje technické parametry, na jejichž základě vznikl předběžný návrh. Jednotlivé aspekty byly rozděleny do následující skupin:

### 1. Konstrukce

- Uzavřený rám
- Výsuvná část s kladkou
- Spoje pro příslušenství na lanech
- Lavice
- Kolečka k přesunu
- Madlo/ úchop k přesunu

### 2. Ergonomie

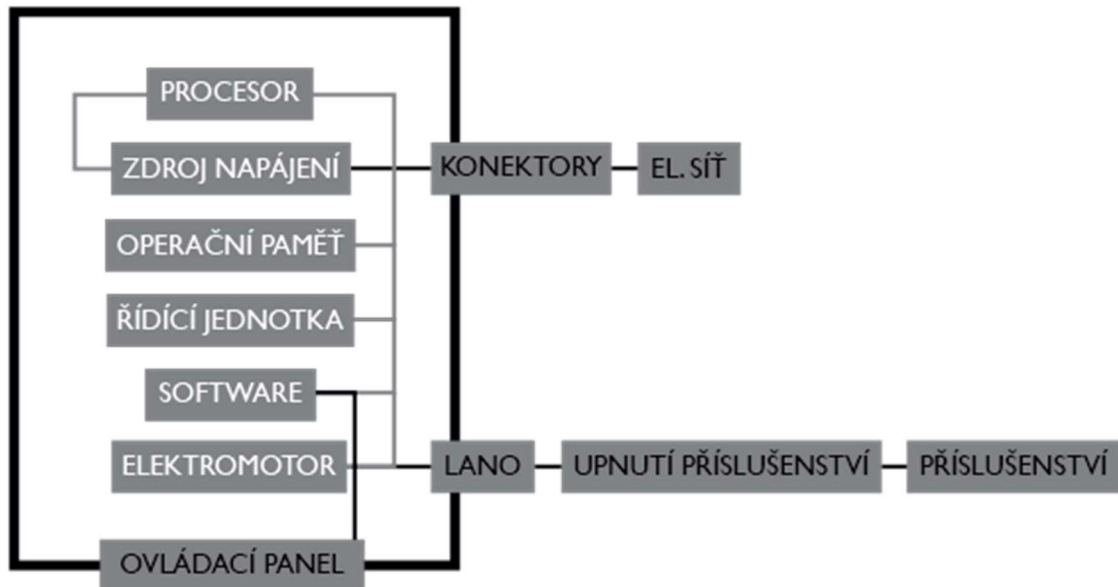
- Tvarování lavice
- Nastavitelnost lavice
- Tvarování příslušenství
- Přizpůsobení přesunu a polohování
- Intuitivní ovládání a poskytnutí snadného přístupu k němu při různém sestavení zařízení

### 3. Vnitřní komponenty

- Zdroj napájení
- Procesor – výpočty, řízení programů, správa paměti, komunikace s periferiemi (příslušenství)
- Operační paměť – ukládání dat
- Řídící jednotka – monitoruje např. rychlost pohybu
- Elektromotor

### 4. Ovládání

- Ovládací panel
- Aplikace v telefonu

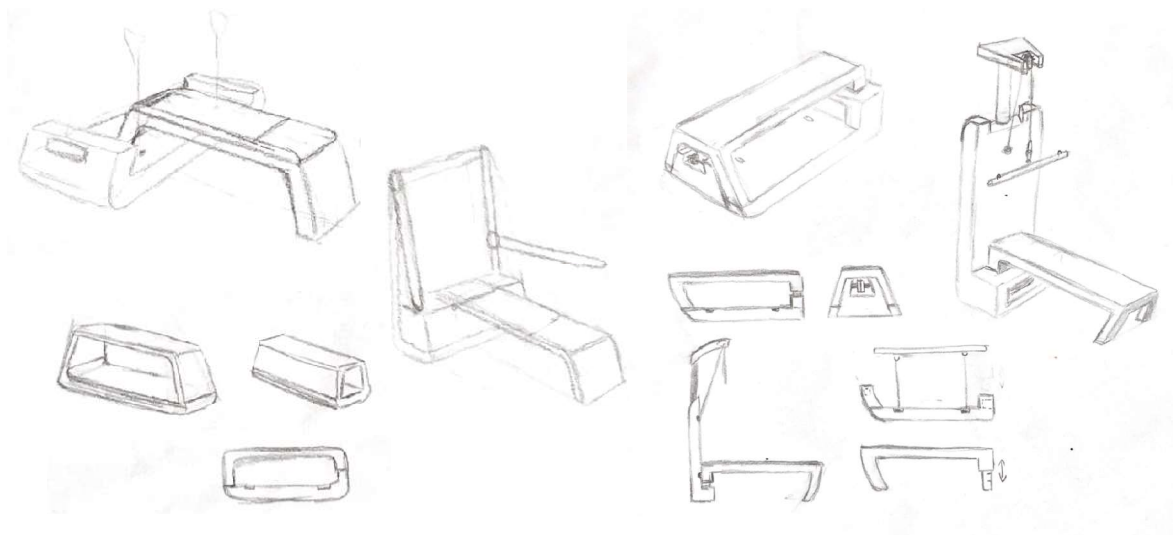


obr. 4-2 Glassbox

### 4.3 Návrh alternativních řešení

V této části je popsán postupný proces návrhu, který vedl k vytvoření tří alternativních řešení. Z těchto alternativ byla vybrána ta nejlepší možnost vzhledem k vytyčeným cílům, a ta byla dále detailně rozpracována. Návrhy vycházeli z pohybů a poloh uživatele při základních pohybových vzorech. Tyto cviky byly důkladně analyzovány z hlediska směru pohybu, prostoru potřebného pro jejich vykonání a umístění zátěže. Při navrhování byl kladen důraz na snadnou proveditelnost cviků. Dále byly brány v úvahu poznatky z designové a technické analýzy.

Varianty vznikali pomocí skicování na papír, které bylo ze začátku zaměřeno na přinesení inovace. Následně bylo navrhování zaměřeno na vhodnou konstrukci zařízení, umístění ovládání a rozměry jednotlivých částí, jelikož tyto aspekty hrají důležitou roli při cvičení.



obr. 4-3 Příklady skic

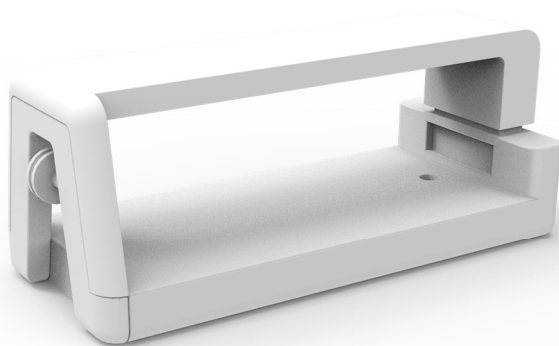
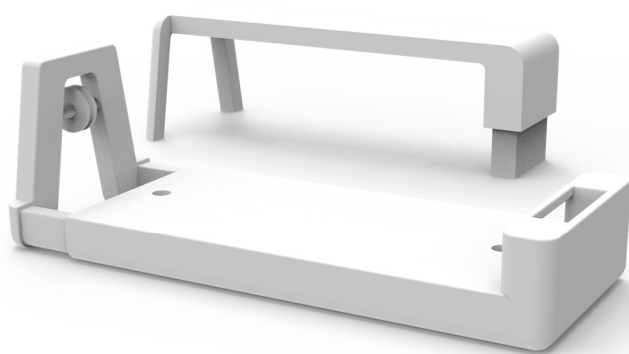
### 4.3.1 Alternativa I

První variantou je zařízení tvořené platformou, jehož hlavní výhodou je přemístitelnost a možnost uschování. S platformou samotnou ale nelze vykonat vertikální tah, což nespĺňuje vytyčené požadavky. Návrh byl proto zaměřen na schopnost zařízení provést právě tento pohybový vzor.

Zařízení je tvořeno nastavitelnou lavicí a platformou, jež dohromady tvoří jeden celek. Lze jej jednoduše přesouvat pomocí koleček na jedné straně. Dřep, ohyb v kyčelním kloubu, horizontální tah a vertikální tlak jsme schopni provést s využitím platformy samotné. U horizontálního tlaku je pro uživatele vhodnější nastavit si lavici tak aby zatěžovala platformu a měl z každé strany odporové lano. Procvičení vertikálního tahu je umožněno převrácením platformy spolu s vysunutím kladky a následného zajištění lavicí. Zařízení umožňuje několik variant provánění každého z pohybových vzorů. Přesouvání zařízení je umožněno kolečky z jedné strany a madlem ze strany druhé.

Konstrukce zařízení vycházela z funkcí, které má splňovat a následně bylo zařízení tvarově kultivováno a zjednodušeno. Spojením lavice a platformy vznikl tvarově zajímavý produkt a zároveň je při nevyužívání vhodnější součástí domácnosti, jelikož svým vzhledem připomíná kus nábytku.

Nevýhodou této varianty oproti dalším variantám je mírně náročnější polohovatelnost a větší prostorová náročnost při nevyužívání.



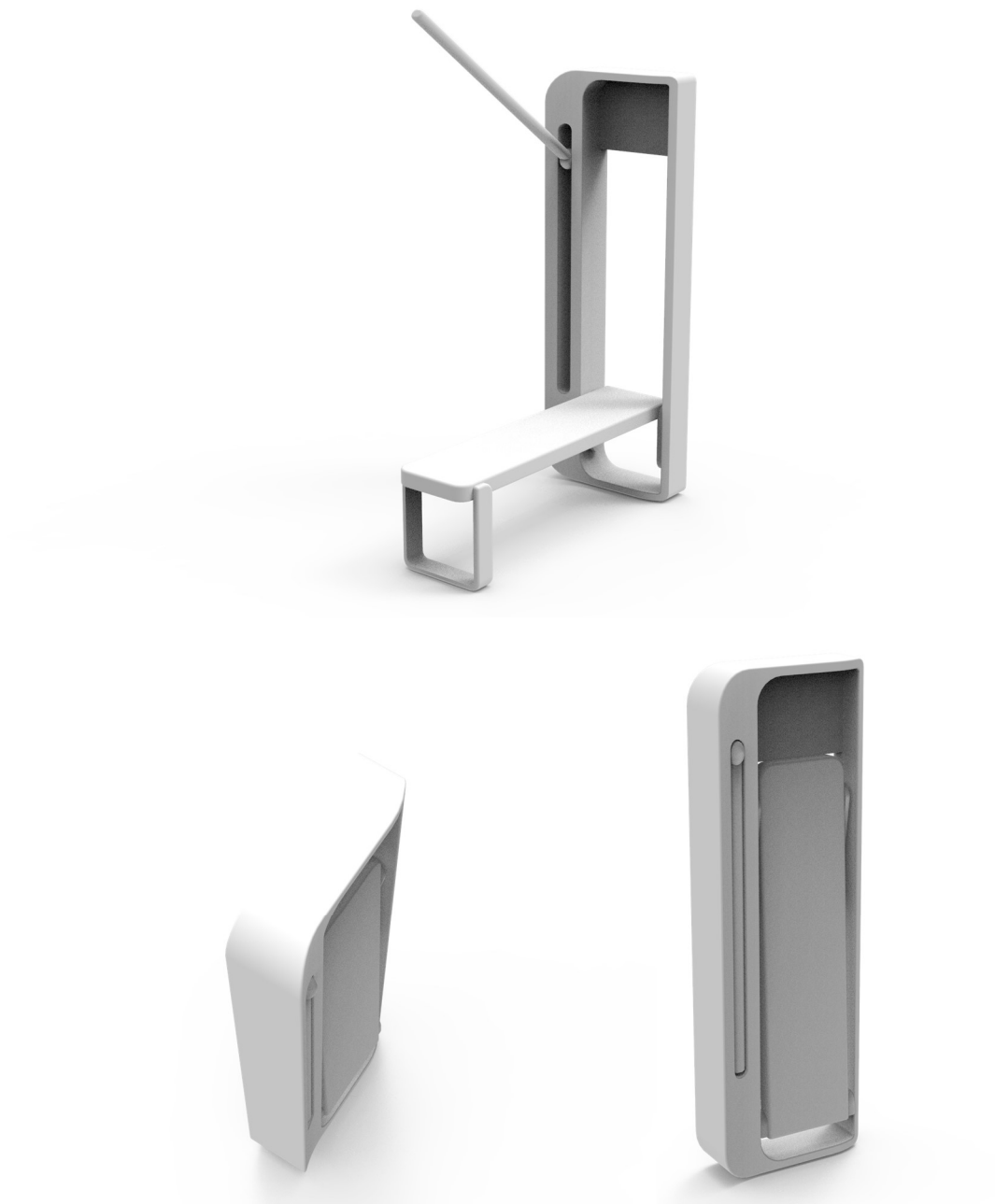
obr. 4-4 Alternativa I

### 4.3.2 Alternativa II

Nástěnné zařízení je variantou druhou. Hlavní výhodou tohoto zařízení je stabilita zajištěná přimontováním ke zdi a polohovatelnost ramene do různých výšek i směrů, díky které můžeme jednoduše a efektivně procvičit všechny základní pohybové vzory.

Zakomponováním lavice do konstrukce zařízení je zajištěna její stabilita a nehybnost při cvičení a také maximální skladnost zařízení. Varianta disponuje pouze jedním ramenem, což přináší výhodu zejména v cenové dostupnosti zařízení. Jeden elektromotor této velikosti ale nebude schopný vykonat dostatečně vysoký odpor pro silnější uživatele a s jedním ramenem máme menší rozmanitost variant jednotlivých cviků. Avšak všechny základní pohybové vzory zařízení stále umožňuje odcvičit. V případě horizontálního tlaku na lavici pouze unilaterálně (zvláště pravou a levou stranu). Úložný prostor u této varianty by byl řešen úchyty připevněnými ke stěně pod displejem, který by byl při zaklopení lavice krytý.

Na první pohled jednoduchý tvar zařízení obzvlášťují různě zaoblené hrany a řez ve tvaru vlny v přední části. Tvarem vlny je vlevo u ramene naznačeno, jakým směrem má být toto rameno polohováno – směrem k displeji, resp. nad lavici při vykonávání vertikálního tahu. Lavice má dvě nohy, které jsou spojené pro snadnější vyklopení. V pravé horní části se nachází ovládací displej, ke kterému je přístup i v případě nevyužívání lavice. Celková výška je 160 cm a displej je tak ve vhodné výšce pro uživatele většího i menšího vzrůstu. Při navrhování byl kladen důraz na celkovou eleganci a o to, aby zařízení co nejméně narušovalo prostředí domácnosti. Zařízení ale svojí podstatou – umístění na stěnu, bude vždy vypadat jako posilovací zařízení a je tak méně vhodnou variantou do domácnosti. Uživatel tento aspekt může a nemusí vnímat jako negativní.



obr. 4-5 Alternativa II

### 4.3.3 Alternativa III

Poslední varianta je rovněž variantou nástěnnou disponující sklápěcí lavicí a ovládacím displejem. Od varianty předešlé se funkčně liší pouze tím, že disponuje dvěma pohyblivými rameny. Dvě ramena zajišťují pohodlnější provedení cviků a jejich větší variabilitu. Každé rameno má svůj vlastní motor a zařízení je proto schopné vyvinout větší zátěž. Vzhledem ke konstrukci a funkcím by se jednalo o nejdražší variantu. Úložný prostor by byl řešen úchyty na stěně, které by při nepoužívání byly kryty zaklopenou lavicí. Výklopná lavice má jednu polohovatelnou nohu, které se kvůli stabilitě ve spodní části rozšiřuje. Ovládání displeje se zaklopenou lavicí rovněž umožňuje cvičení pouze používáním ramen a příslušenství.

Varianta působí více profesionálním dojmem a je tak vhodnější spíše do domácích posiloven za účelem ušetření místa. Celkové tvarování je prosté. Zařízení je osově symetrické a zkosením přední strany je docíleno celkově menší mohutnosti zařízení a dojmu stability. Z přední strany displej lícuje sklopenou lavici, což podporuje celistvost zařízení.



obr. 4-6 Alternativa III

#### 4.4 Analýza alternativních řešení a výběr nejlepšího

Pro výběr nejlepšího řešení byla sestavena tabulka, ve které figurují dílčí cíle, omezení a technické parametry. Hodnocení jednotlivých řešení bylo prováděno udělováním bodů v rozmezí 1 až 10 podle míry splnění těchto kritérií.

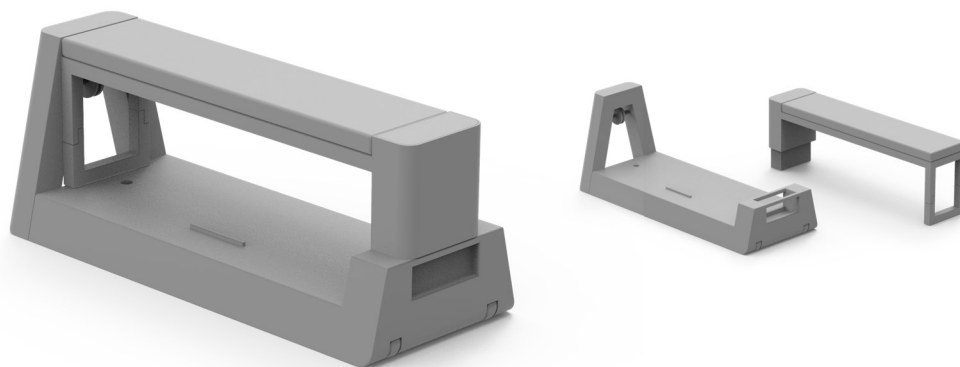
<b>Kritérium</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Skladnost	7	9	8
Atraktivní tvarové řešení	10	9	6
Inovace a originalnost	10	6	5
Jednoduché tvarování	9	8	7
Nízká hmotnost	8	10	10
Snadné uschování	9	8	8
Vizuální nenarušení prostředí	10	8	6
Zajištění procvičení všech ZPV	9	7	10
Zajištění pohodlnosti a stability	8	9	10
Vyhovění uživatelům různé výšky a hmotnosti	8	9	9
Polohovatelnost lavice	10	8	8
Cenová dostupnost	8	9	8
<b>Celkem</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>95</b>

Tabulka 2 Porovnání alternativních řešení

Z počtu bodů vyplývá, že nejlépe splňuje kritéria varianta první. Tato varianta poskytovala největší inovaci z hlediska konstrukčního řešení, a proto i řešení tvarového a byla tak nejméně podobná konkurenci na trhu. Velmi dobře respektovala vytyčené parametry a cíle. Jediné hůře hodnocené kritérium byla skladnost, kterou kompenzovala svým vzhledem vhodnějším do domácího prostředí. Varianta má stále prostor k dalšímu vývoji a zlepšení slabých stránek. Byla proto detailněji rozpracována.

## 5 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

Následující podkapitola se zabývá stanovením rozměrů, výběrem materiálů a výběrem výrobních technologií. Na základě těchto kritérií je stanovena předpokládaná výrobní cena.

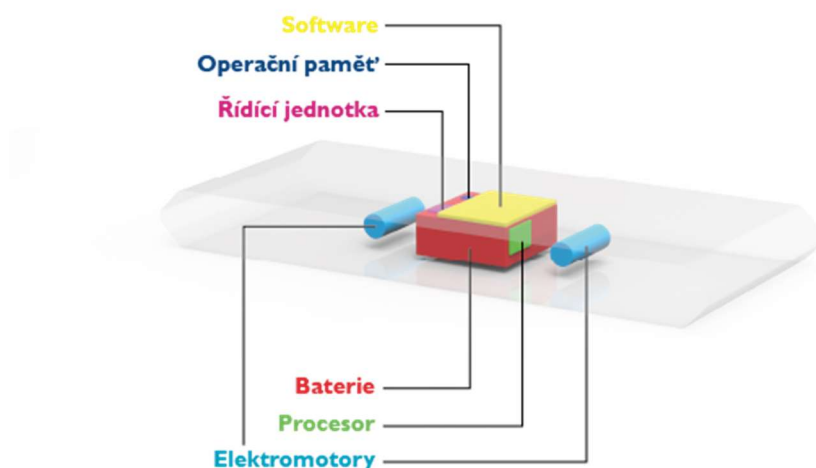


obr. 5-1 Elektromagnetické posilovací zařízení vycházející z alternativy I

### 5.1 Určení tvar, rozměrů a materiálů

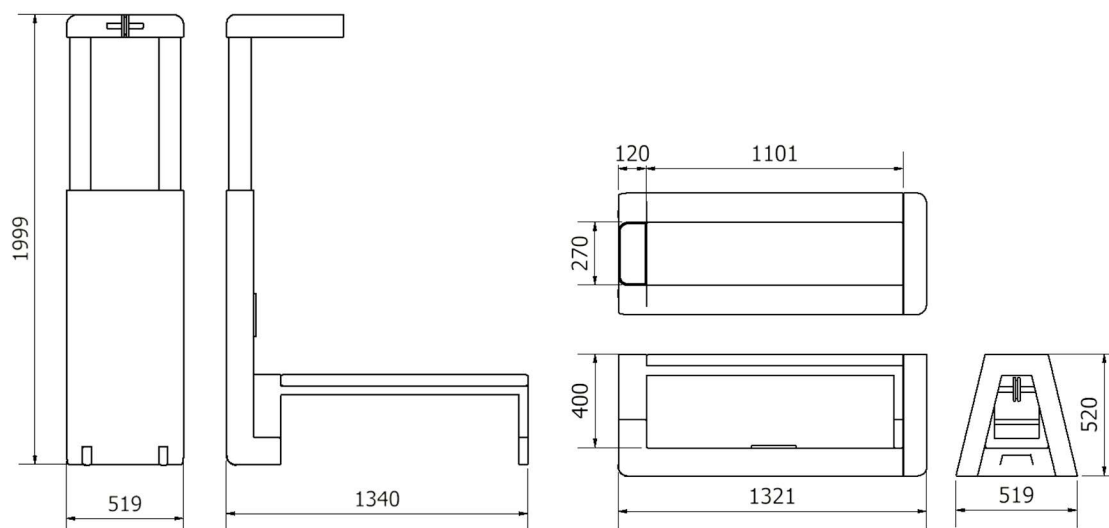
Po srovnání variant z hlediska splnění stanovených cílů a kritérií vyplývá, že nejvhodnější volbou je varianta I. Varianta prošla, a ještě projde dalšími úpravami a optimalizací.

Rozměry komponent a jejich skladba je převzata z designérské a technické analýzy. Všechny potřebné komponenty se jsou schopné vejít do boxu o rozměrech  $1100 \times 520 \times 115$  mm.



obr. 5-2 Vnitřní komponenty

Rozměry platformy byly zvoleny na základě plochy potřebné k vykonání základních pohybových vzorů a srovnány s již existujícími produkty tohoto typu. Platforma s kladkou má rozměry  $1321 \times 519 \times 520$  mm a výška platformy samotné je 120 mm. Vysuvná část s kladkou má  $110 \times 520 \times 519$  mm a platforma s maximálním vysunutím klady ve svislé poloze má 2 m. Rozměry lavice byly voleny na základě délky trupu s hlavou průměrného člověka a následně rovněž porovnány s rozměry existujících lavic. Rozměry lavice jsou  $400 \times 1221 \times 270$  mm.



Krytování tvoří lisovaný hliníkový rám, jenž zajišťuje lehkost a zároveň odolnost zařízení. Lisování využívá vytlačovacích forem, kterými prochází nahřátá hliníková slitina. Tvar formy není nijak omezen a lisováním tak můžeme vytvořit jakékoliv tvary. Konstrukce posilovací lavice je z oceli, potah je tvořen umělou kůží a výplň polyuretanovou pěnou. Posilovací osa by byla vyráběna z oceli, ale byla by kratší, a proto i lehčí. Další příslušenství je vyrobeno převážně z oceli, menší části z ABS plastu a polyesteru. Další části jako ovládací či ochranné prvky nebo méně namáhané části jsou vyráběny z TPU.

## 5.2 Odhad výrobních nákladů

Předpokládaná pořizovací cena zařízení se pohybuje kolem 85 000 Kč. Tento odhad vychází z volby materiálů, způsobu výroby a použitých komponent (silné elektromotory, baterie). Produkt je určen primárně pro evropský trh a je předpokládána malosériová výroba kolem 1500 ks/rok.

### 5.3 Předběžný návrh manipulace a ovládání

Jedním z hlavních cílů práce je, aby se zařízením bylo možné vykonat všechny základní pohybové vzory. Jejich vykonávání s pomocí zařízení je znázorněno na obr. 5-3. Můžeme vidět, že k vykonání dřepu, kyčelního ohybu, vertikální tlaku a horizontálního tahu je dostačující pouze platforma samotná.



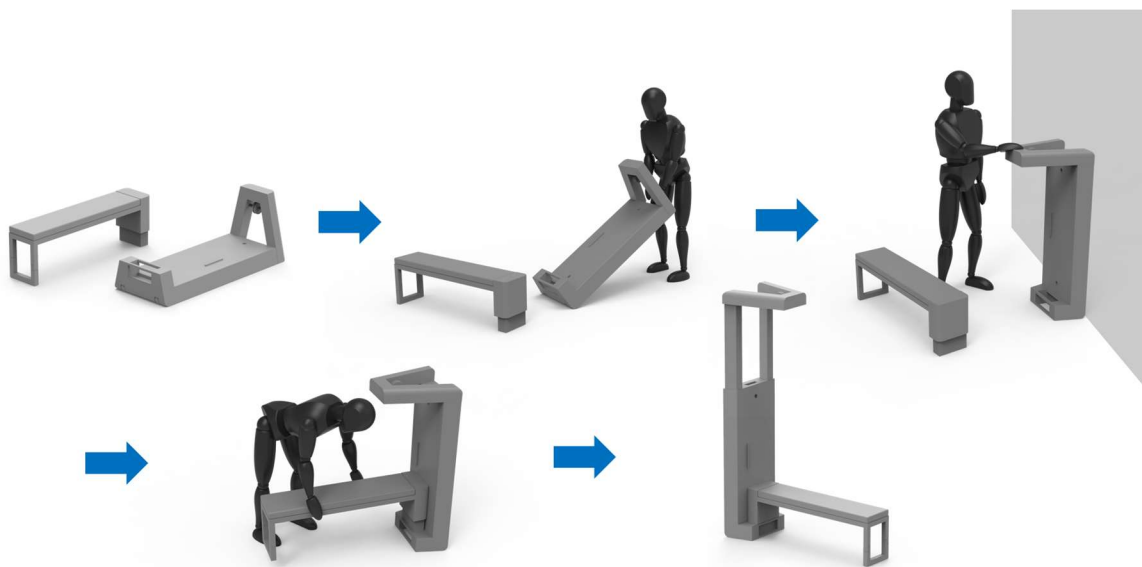
obr. 5-3 Znázornění vykonávání základních pohybových vzorů

Složené zařízení lze jednoduše přesouvat pomocí koleček z jedné strany a madla ze strany druhé (viz obr. 5-4).



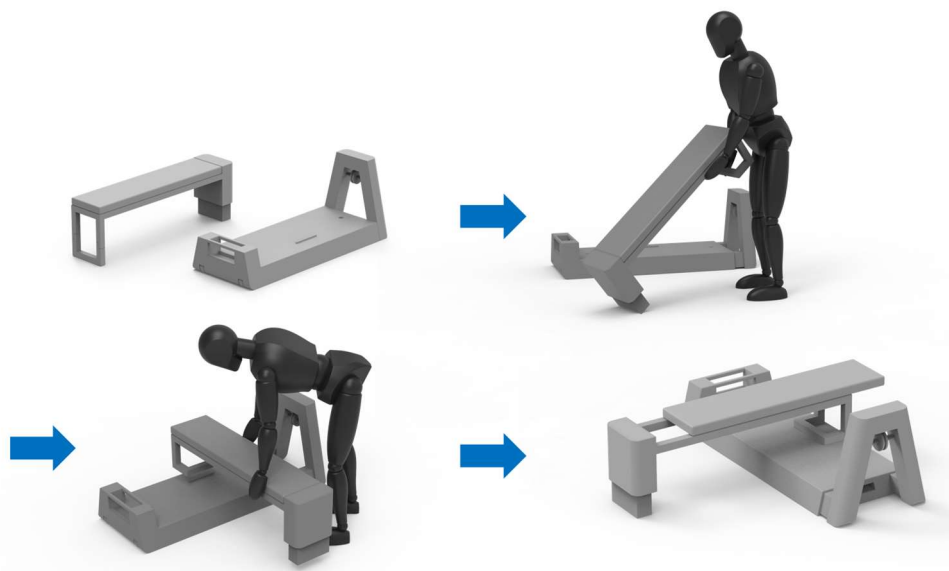
obr. 5-4 Manipulace se složeným zařízením

V případě vertikálního tahu zařízení rozložíme a platformu dovezeme ke zdi, o níž ji následně opřeme. Platformu zajistíme lavicí, protáhneme odporové lanko kladkou a zacvakneme požadované příslušenství. Kladku následně vysuneme do požadované výšky.



obr. 5-5 Nastavení pro vertikální tah

Pro horizontální tlak nastavujeme lavici. Nohy lavice ze strany bez ovládacího displeje disponují ohybným kloubem. Nohy zde ohneme a lavici položíme kolmo na platformu. Následně si nastavíme polstrovanou část do požadované polohy.



obr. 5-6 Nastavení pro horizontální tlak

Ovládání zařízení je kromě mobilní aplikace zajištěno displejem v přední části lavice propojeného s platformou přes bluetooth. Předpokládá se, že v případě užívání pouze platformy se lavice umístí poblíž, aby měl uživatel ovládání stále na dosah. V případě provádění vertikálního tahu a horizontálního tlaku bude lavice využívána a ovládání v těchto případech je znázorněno na obr. 5-7.



obr. 5-7 Ovládání při vertikálním tahu a horizontálním tlaku

## 6 DETAILNÍ NÁVRH

Tato podkapitola detailně popisuje finální řešení. Rozebírá celkovou konstrukci, tvarové řešení, rozměry a ergonomické parametry. Od koncepčního návrhu proběhlo několik změn týkající konstrukčního řešení.

Byla zachována původní myšlenka překlopení platformy a její zajištění lavicí. Lavice je ve finálním návrhu zajištěna v platformě pomocí čepů. Celková manipulace a překlápění sestavy při spojení bylo rovněž pozměněno.

Nejslabší stránkou vybrané varianty byla skladnost. Návrh byl tomuto požadavku přizpůsoben, což se odrazilo na designu výsuvné konstrukce s kladkou i lavice.

Další změnou prošlo ovládání, které bylo přemístěno z lavice na platformu. K přemístění došlo, protože dává větší smysl z technického hlediska, jelikož všechny komponenty mohou být umístěny v platformě. Navíc byla eliminována poněkud zbytečná komunikace mezi platformou a lavicí. Ovládání, které bylo součástí lavice zapříčiňovalo mnoho problému a nebylo vhodně ergonomicky umístěné v některých transformacích. Přemístěním na platformu bylo navíc docíleno čistšího designu lavice.

## 6.1 Tvarové řešení

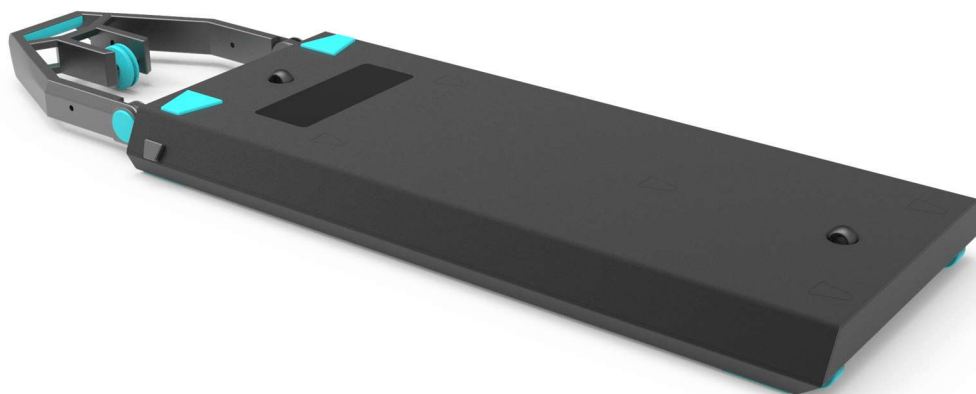
Řešení diplomové práce je rozděleno na dva hlavní produkty, kterými jsou platforma s nastavitelnou kladkou a lavice. Další součástí je základní příslušenství v podobě osy s dvěma posuvnými karabinami a dvě jisticí lanka. Části byly navrhovány souběžně, jelikož nejdůležitější bylo vyřešit jejich kompatibilitu ve všech potřebných sestaveních a na základě změn jedné části se měnila i část druhá. Z navrhování vyplynulo několik nutných transformací sestavy, díky kterým by sestava splnila cíle. Z nich poté vzešly vlastnosti a požadavky, které jednotlivé části musely mít.



obr. 6-1 Perspektivní pohled celé sestavy

### 6.1.1 Platforma a příslušenství

Základem celé cvičební sestavy je platforma poskytující zátěž v podobě elektromagnetického odporu. Disponuje nastavitelnou konstrukcí s kladkou, jejíž primární funkcí je při jednom ze sestavení umožnit procvičit vertikální tah. Platforma má po delších stranách zkosení z vrchní i spodní strany. Tento zlom opticky platformu ztenčuje a vyvolává dojem stability. Vrchní zkosení plynule navazuje na zkosení noh lavice, zatímco spodní zkosení pokračuje i podél kratší hrany, kde tak vzniká prostor pro kolečka. Část s kladkou má ve vrchní části zlom z horního pohledu, který dodává lehkou dynamičnost.

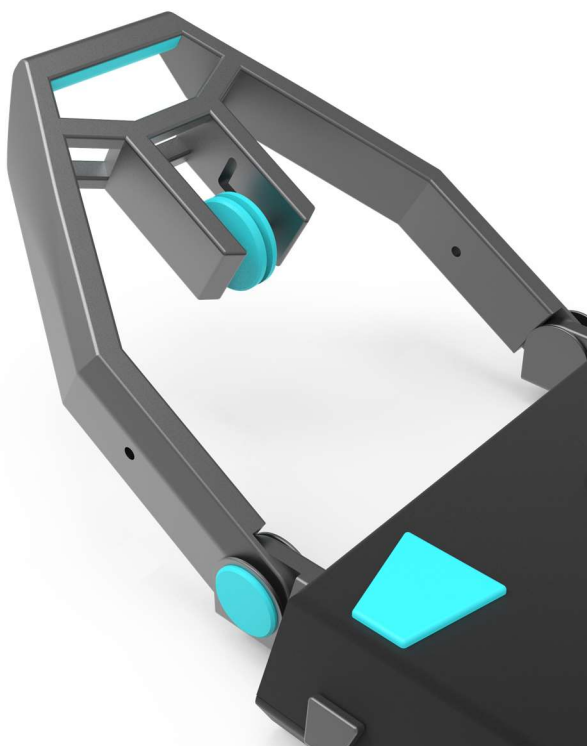


obr. 6-2 Platforma: perspektivní pohled



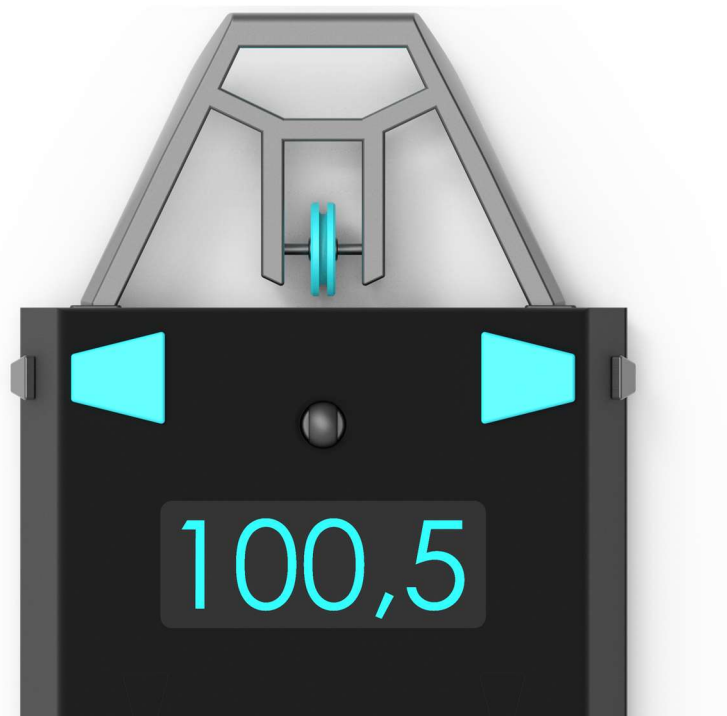
obr. 6-3 Platforma: boční a čelní pohled

Z kratšího boku platformy se vysouvá ocelová konstrukce s kladkou. Tvoří ji dvě nohy s otvory vysouvající se po okrajích platformy. Po nastavení do požadované výšky, popř. při složení sestavy se nohy zajišťují pomocí čepů z obou stran platformy. Nohy disponují klouby, díky kterým lze dostat kladku nad uživatele, aby odpor směřoval co nejvíce kolmo. V horní části se nachází jednoduché upevnění kladky, ve kterém s ní lze pohybovat v kolejnici do písmene „L“. To umožňuje pohodlnější protažení lana a jeho neprokluzování při cvičení. Nad tímto upevněním přirozeně vznikl prostor pro madlo pro snadnější přesun platformy. Zkosení ze spodní strany umožňuje lepší přístup k madlu a protiskluzový povrch umožňuje jistější úchop.



obr. 6-4 Detail částečně ohnuté konstrukce s kladkou

Zařízení je ovládáno primárně mobilní aplikací. Pro snadný přístup a možnost rychlé a okamžité změny odporu jsou na okrajích platformy dvě tlačítka. Napravo od nich se nachází průsvitný panel o velikosti 109x278 mm. LED diody pod panelem zobrazují nastavený odpor v jednotkách, které si uživatel zvolil.



obr. 6-5 Detail ovládání

Krytování platformy je tvořeno čtyřmi lisovanými hliníkovými rámy – horním, spodním a dvěma bočními kryty. Platforma má drsnější povrch, který zajišťuje protiskluzové vlastnosti při cvičení. Horní kryt má v sobě výřez pro průsvitný panel z plexiskla. Pět menších výřezů slouží k uchycení lavice, a aby tyto otvory nepřekážely při cvičení, disponují krytkou s pružinou, která se zasune s působícím tlakem čepu z lavice.

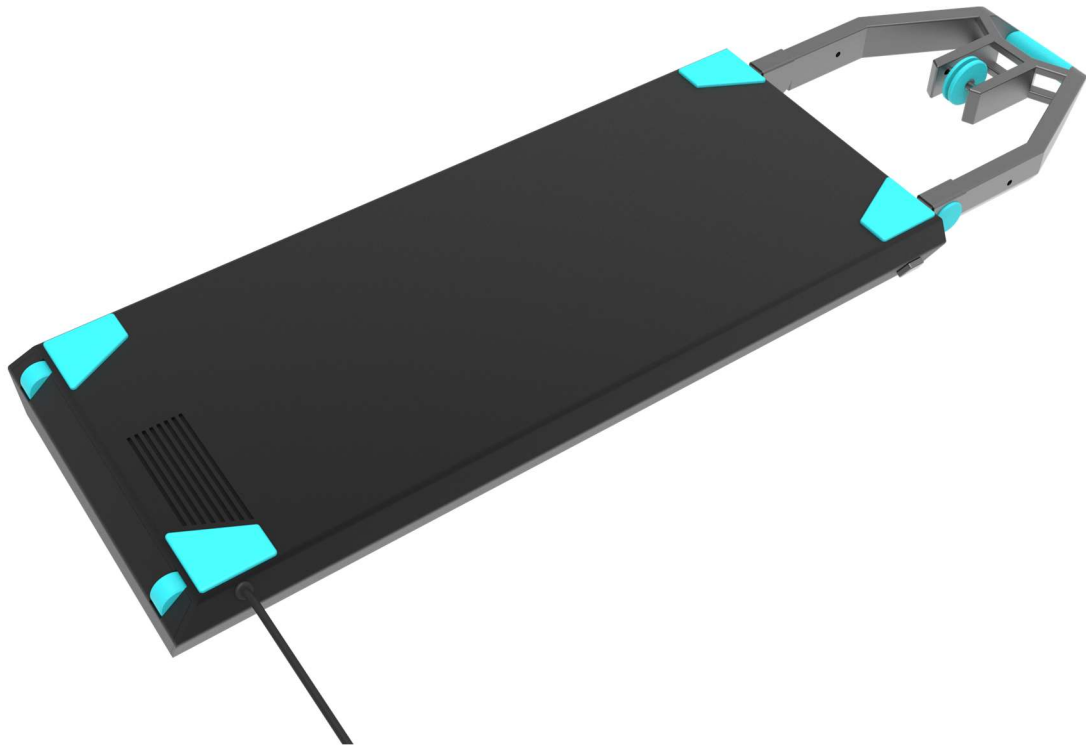


obr. 6-6 Detail zasunutí krtek před překlopením sestavy



obr. 6-7 Detail zasunutí krytek při složení sestavy

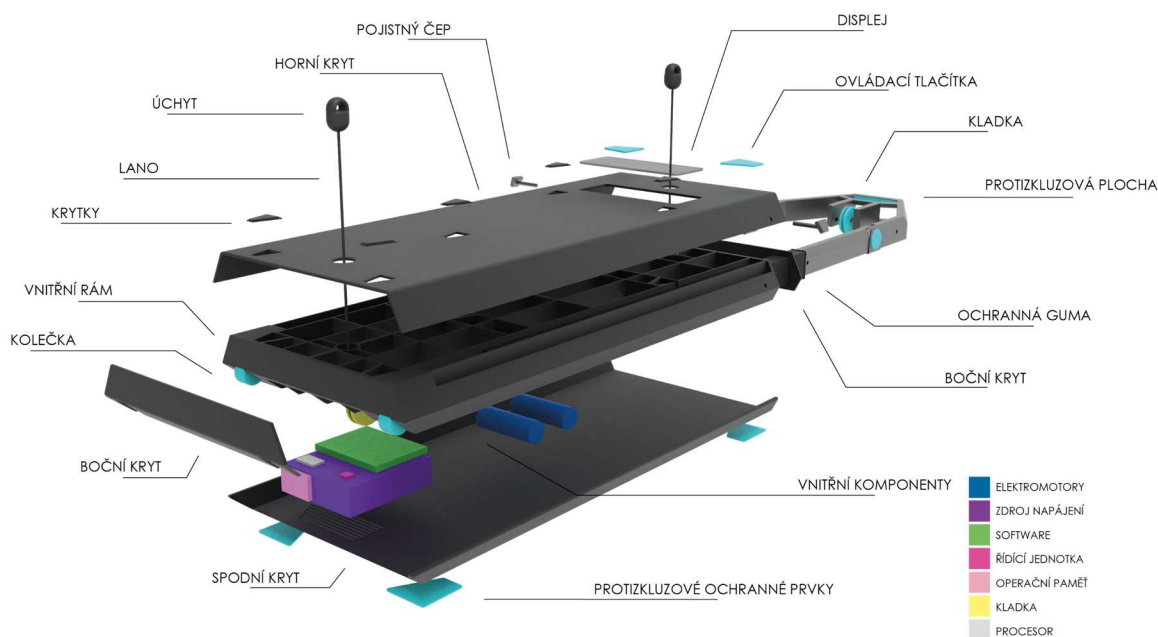
Ve spodní části se nachází ochranné prvky z TPU, které zabraňují narušení povrchu, na kterém se cvičí a zároveň zabraňují podkluzování platformy. Na delším boku platformy se nachází napájecí kabel a z druhého kratšího boku jsou kolečka usnadňující přesun. Pomocí výřezů ve spodním krytu umístěných u koleček je odváděno teplo.



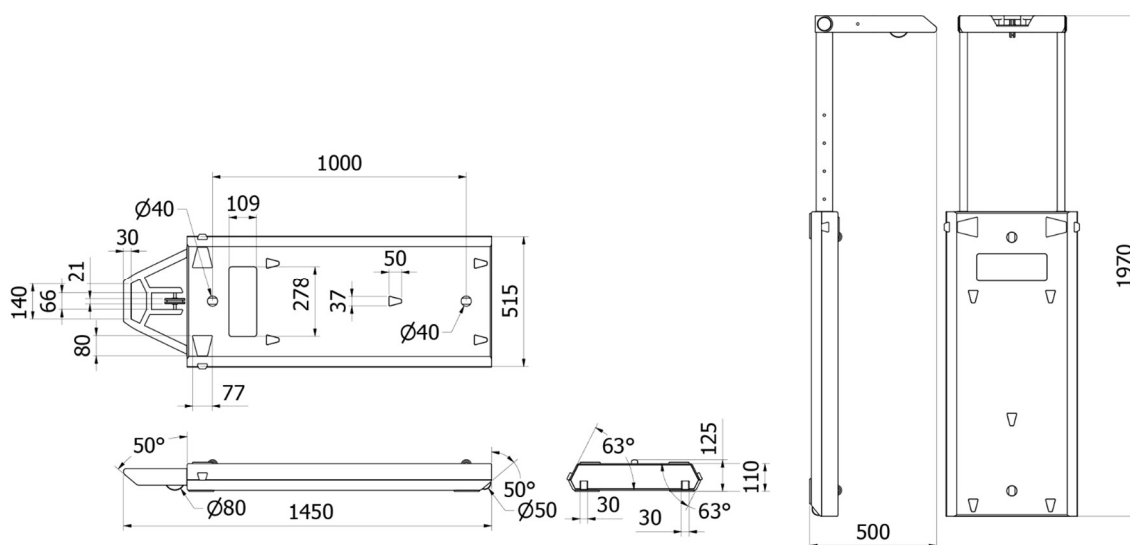
obr. 6-8 Spodní část: větrání, protiskluzové prvky, kolečka, kabel

Velikost platformy vycházela z prostoru potřebného pro vykonání všech ZPV. Její tloušťka se odvíjela především z velikosti elektromotoru. Při návrhu výsuvné konstrukce a nutné manipulace bylo zohledněno vnitřní uspořádání zařízení.

Platforma má uvnitř výstužný rám. Uprostřed se nachází dva elektromotory, na které se navíjí odporová lana. Ta jsou pomocí kladek vyvedena z platformy a zakončena úchyty vystupujícími z platformy. Platforma nedisponuje baterií, která by navyšovala celkovou hmotnost sestavy a zařízení tak musí být při využívání zapojené do sítě. Kabel je umístěn na kraji, aby nepřekážel ani při překlopení platformy. Z toho důvodu jsou v této části umístěny všechny ostatní komponenty.



obr. 6-9 Schéma vnitřního uspořádání a jednotlivých částí platformy

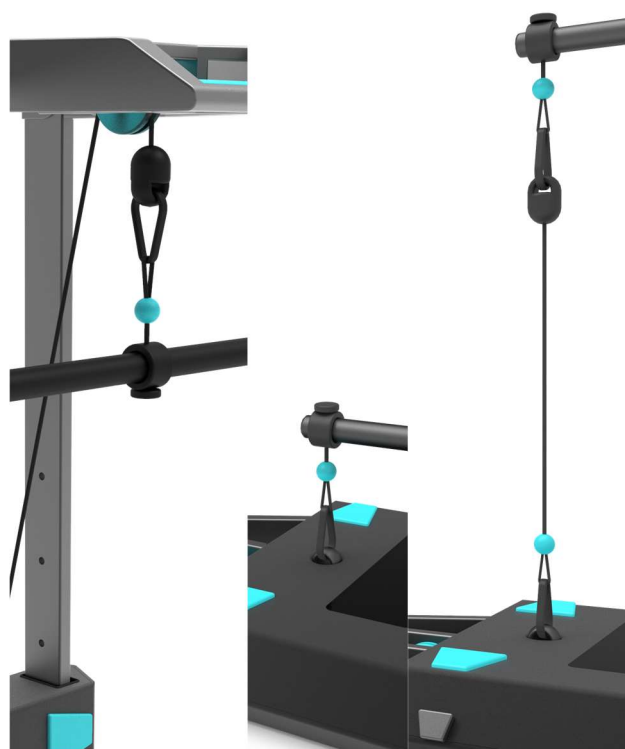


obr. 6-10 Rozměry složené a maximálně rozložené platformy

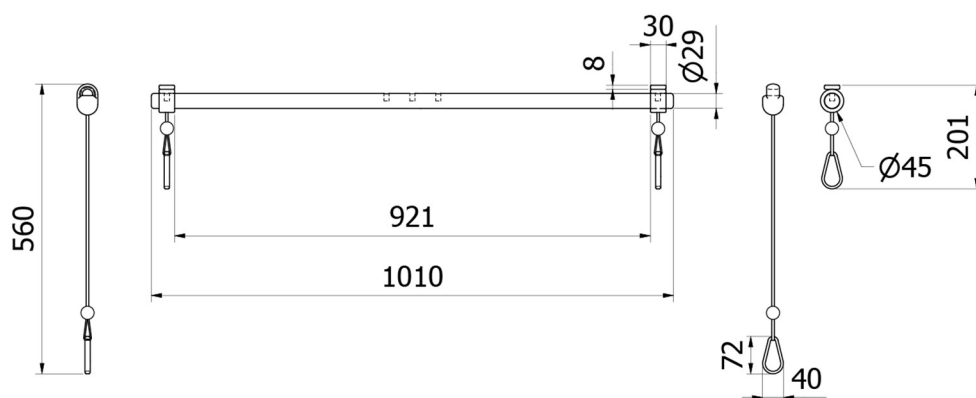
K zvedání zátěže slouží osa z nerezové oceli s posuvnými karabinami. Má v sobě celkem pět otvorů – tři uprostřed a jeden z každého kraje, ve kterých se zajišťují posuvné karabiny. Druhou součástí příslušenství je tzv. jisticí lano skládající se ze stejného úchytu nacházejícího se na platformě, lana a karabiny. Fungují jako bezpečnostní prvek a zamezují ose jít až k platformě a zamezit tak zranění (např. u dřepu). Zařízení by mělo být schopné vyhodnotit, že uživatel zátěž není schopný zvednout a vypnout/snížit odpor. Fyzickou zábranou v podobě lana dosáhneme větší jistoty a pocitu bezpečí, která je při cvičení důležitá. Všechna lana jsou ocelová a potažená nylonem.



obr. 6-11 Osa s nastavitelnými karabinami a pojistnými lany



obr. 6-12 Detail připnutí osy a osy s pojistným lanem



obr. 6-13 Rozměry příslušenství

## 6.1.2 Lavice

Hlavním účelem lavice je umožnit procvičení vertikálního tahu a usnadnit vykonávání ostatních ZPV. Důraz byl kladen na skladnost a snadnou manipulaci. Tyto vlastnosti byly klíčové při návrhu jejího designu. Celá konstrukce se odvíjí od jedné základní tyče, na kterou jsou připevněny ostatní části. Z horní strany je připevněna zádová opěrka a sedák. Jejich polstrování tvoří PU pěna a potah umělá kůže. Po obvodu potahu je horní hrana zvýrazněna nití, která jako barevný akcent vizuálně spojuje lavici s platformou.

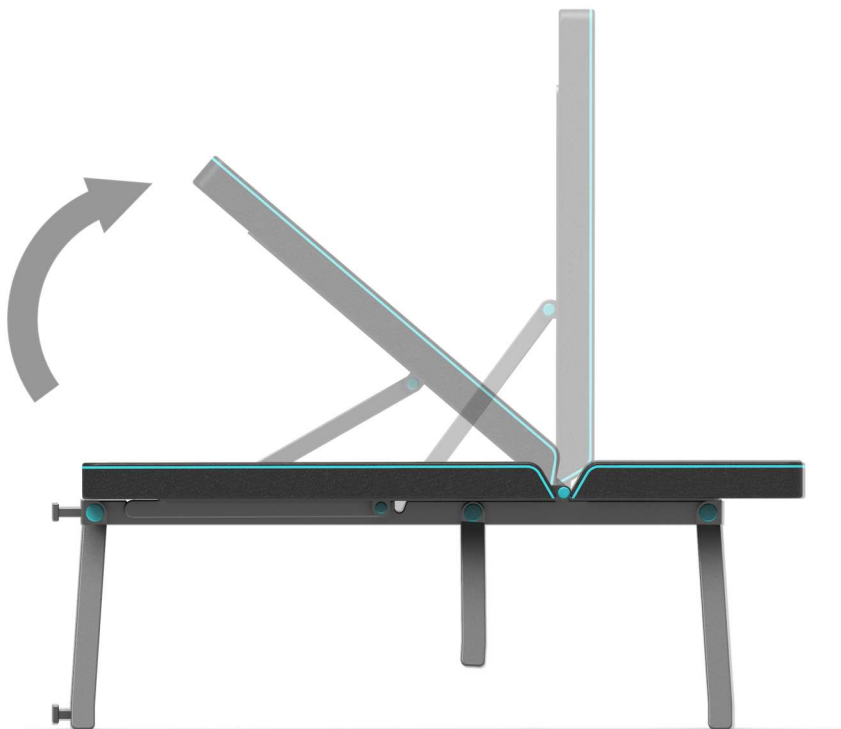


obr. 6-14 Lavice: perspektivní pohled



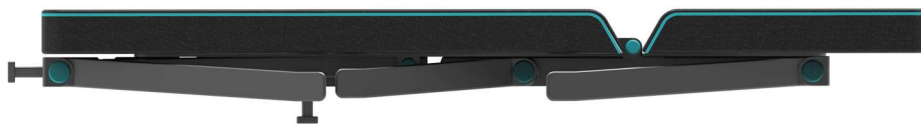
obr. 6-15 Lavice: boční a čelní pohled

Zádová opěrka je polohovatelná a umožňuje pět pozic od 0 do 90 °. Vodorovná pozice umožňuje procvičit horizontální tlak, kdežto svislá pozice může usnadnit vertikální tlak. Polohovatelnost opěrky není pro vykonání ZPV nutná, ale značně usnadňuje provádění cviků a umožňuje uživateli větší variabilitu cviků.



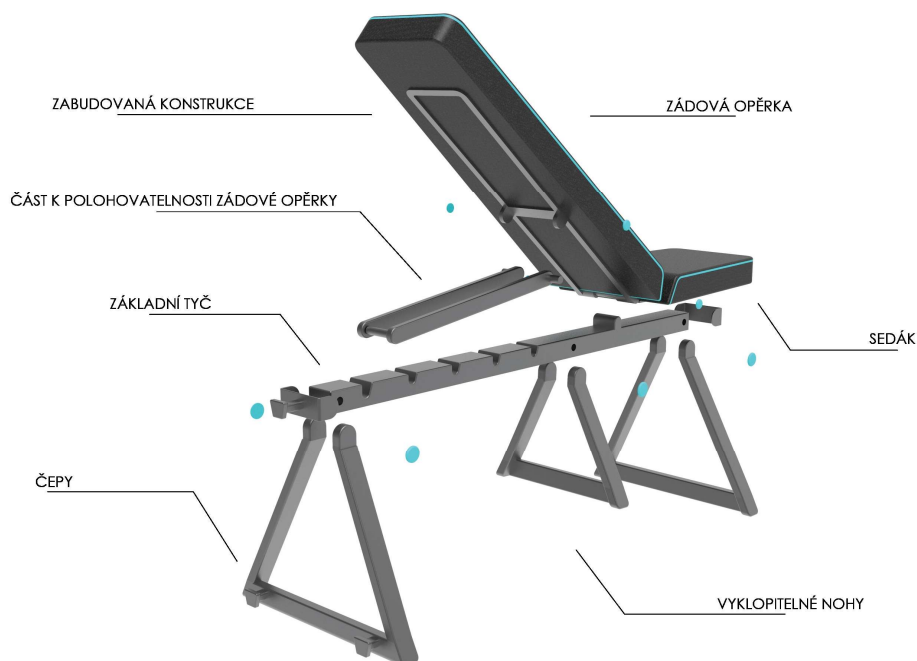
obr. 6-16 Rozsah poloh zádové opěrky

Ze spodu jsou připevněné tři nohy, které lze složit. Jejich tvarování vychází z trojúhelníku navazující na sklon boků platformy. Nohy jsou ze strany, kterou se sklápí k tyči ztenčené, což zajišťuje větší skladnost lavice. Stejně jako výsuvná část s kladkou jsou nohy ocelové a disponují stejným otočným prvkem, který sestavu spojuje.

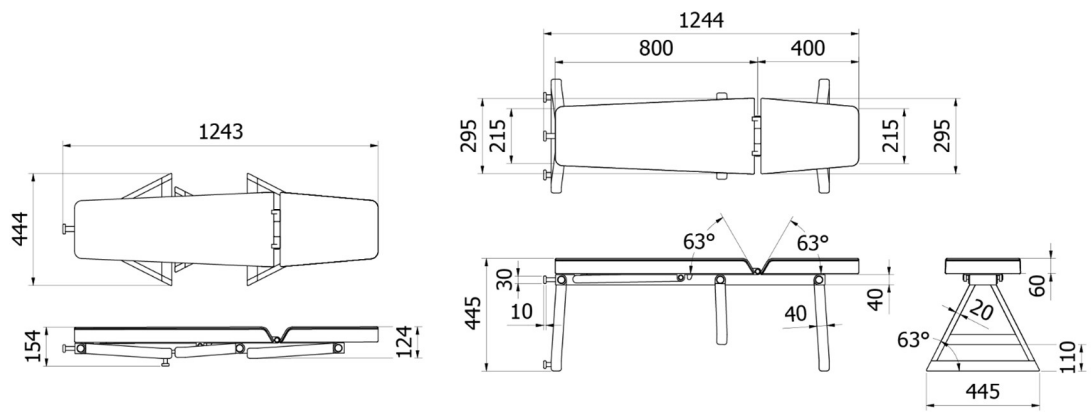


obr. 6-17 Složená lavice

Noha ze strany sedáku je posunuta dozadu, aby měl uživatel v sedě volnější prostor k umístění chodidel. Druhá noha je zkrácená o výšku platformy a asistuje při zatížení platformy tíhou uživatele. Třetí noha disponuje dvěma čepy ve spodní části. Třetí čep je umístěn na základní tyči. Umístění čepů ve dvou výškách zajišťuje nepřeklopení platformy, větší stabilitu a bezpečnost než upevnění pouze v části spodní, jak tomu bylo v předběžném návrhu.



obr. 6-18 Schéma jednotlivých částí lavice



obr. 6-19 Rozměry složené a rozložené lavice

Všechny transformace lavice spolu s platformou jsou vysvětleny v následující kapitole.

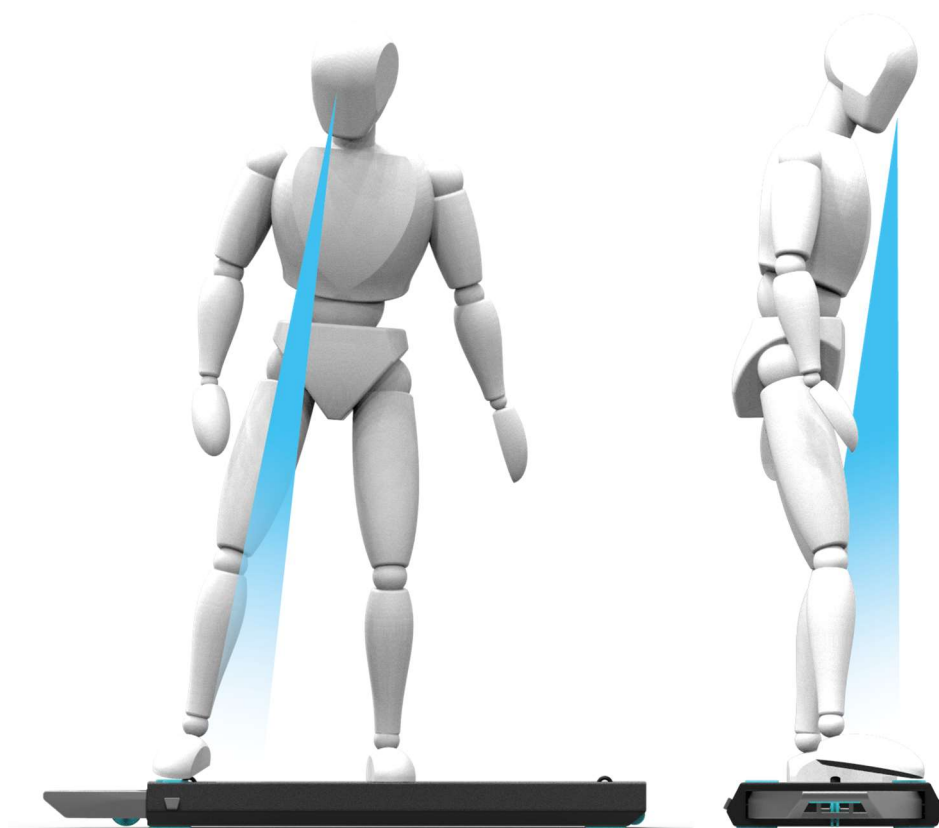
## 6.2 Ergonomické řešení

Tato kapitola popisuje ergonomické řešení, které je podstatnou částí celé práce. Sestava je využívána v mnoha polohách, ať už v rámci manipulace nebo cvičení samotného. V podkapitolách se rozebírá ovládání zařízení, manipulace s jednotlivými částmi, transformace sestavy pro umožnění procvičení všech ZPV a složení sestavy. Poslední kapitola se věnuje ergonomii cvičení.

### 6.2.1 Ovládání

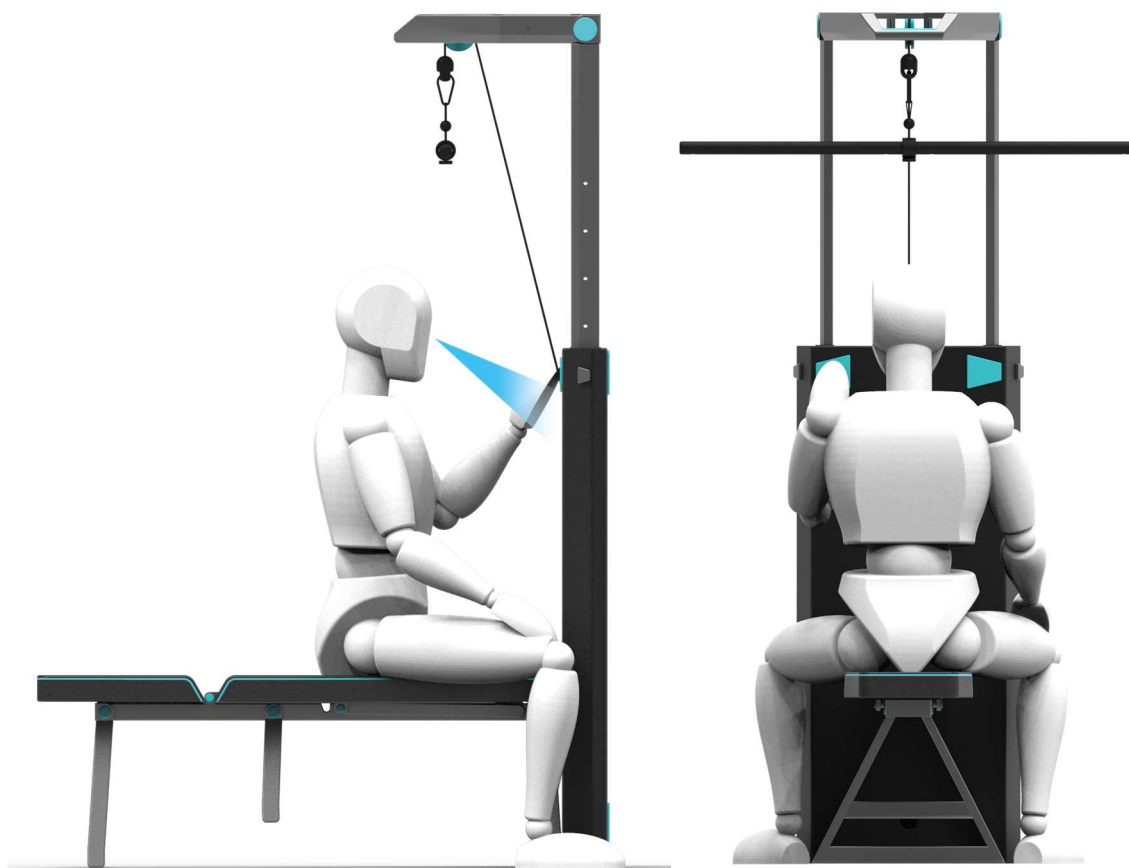
Jak už bylo řečeno, zařízení je ovládáno pomocí mobilní aplikace. Zde si uživatel volí požadovaný odpor, jeho jednotku (např. kg), průběh odporu – konstantní, těžší negativní fáze pohybu nebo jiný dostupný režim. Pro pohodlnost jsou na kraji platformy umístěna tlačítka pro okamžité snižování a zvyšování odporu. Velikost přírůstku odporu si uživatel rovněž nastaví v aplikaci. Pod tlačítka se nachází displej, který zobrazuje momentálně nastavený odpor ve zvolených jednotkách. Tlačítko vpravo od číselné hodnoty odpor navyšuje a tlačítko vlevo snižuje. Funkce tlačítek je naznačena jejich tvarováním symbolizujícím šipky a spolu s umístěním a směrovostí displeje je jejich funkce jednoznačná.

Při využívání platformy v horizontální poloze může uživatel snadno změnit hmotnost sešlápnutím jednoho z tlačítek. Změnu odporu lze pozorovat na displeji.



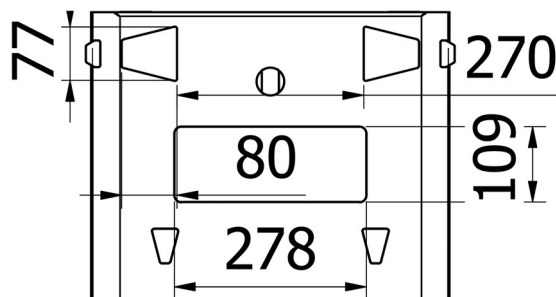
obr. 6-20 Ovládání v horizontální poloze

V případě vertikálního tahu se ovládání nachází před uživatelem a regulovat hmotnost tak může rukou.



obr. 6-21 Ovládání ve vertikální poloze

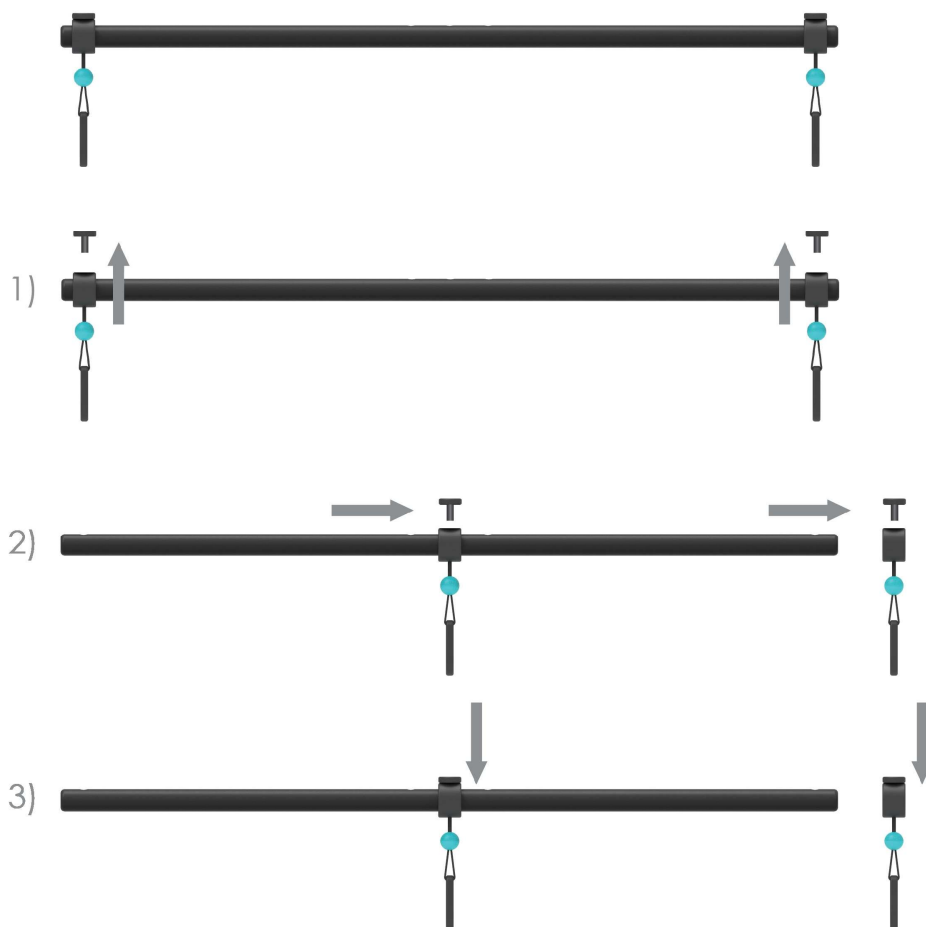
Tlačítka jsou umístěná na úplném okraji platformy, aby co nejméně překážela při cvičení a minimalizovalo se riziko nechtěného sešlápnutí. Displej musí být dostatečně velký z důvodu dobré čitelnosti a zároveň se blízko okraje vyskytuje vývod s úchytem odporového lana. Z těchto důvodů není displej umístěn nad tlačítka nebo v jedné rovině s nimi. Tlačítka jsou dostatečně velká pro pohodlné sešlápnutí špičkou, patou, či celým chodidlem.



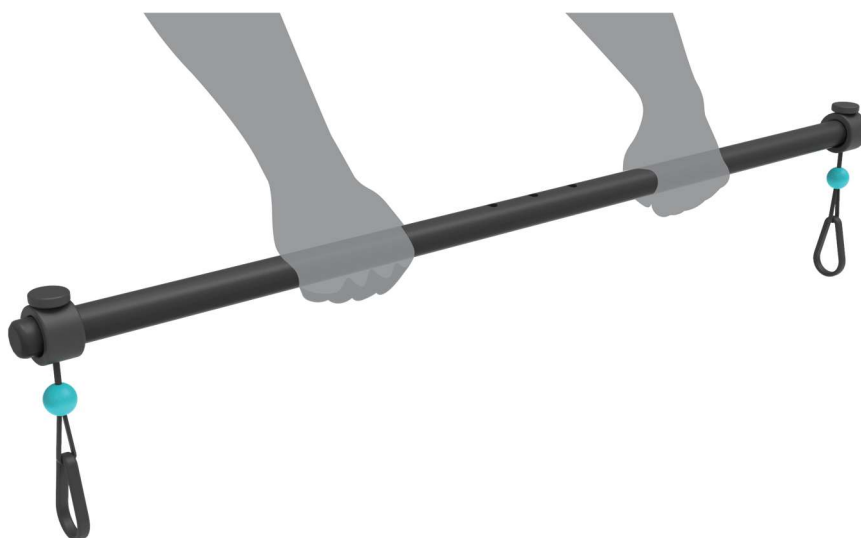
obr. 6-22 Rozměry ovládání platformy

## 6.2.2 Ergonomie manipulace

Nejprve je vysvětlena manipulace s osou. Karabiny na ose se nastavují jednoduše. Při většině cvicích budou obě karabiny zajištěny na koncích osy. Pro vykonání vertikálního tahu karabiny odjistíme pomocí šroubu. Jednu z nich vysuneme a odložíme. Druhou posuneme doprostřed osy a následně tuto karabinu zajistíme v otvoru uprostřed.

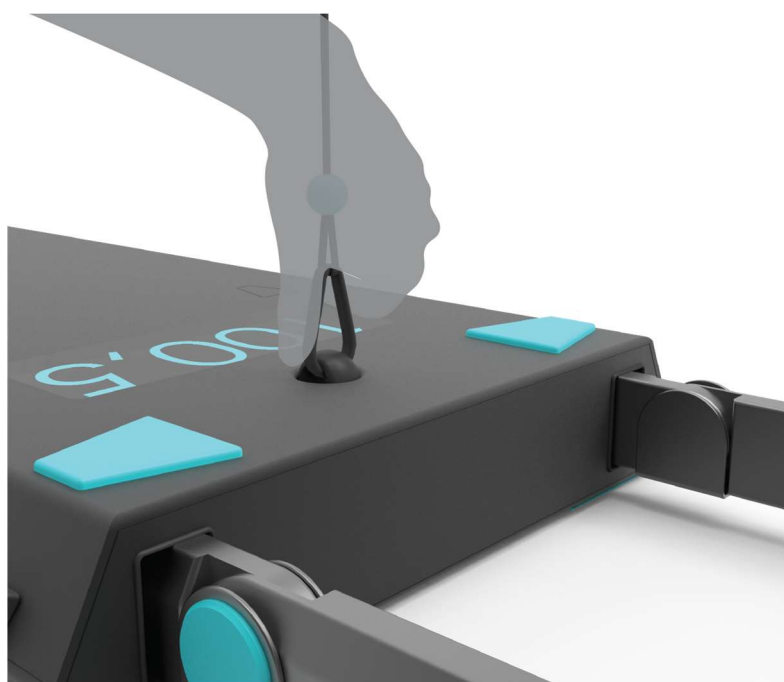


obr. 6-23 Nastavení posuvných karabin na ose

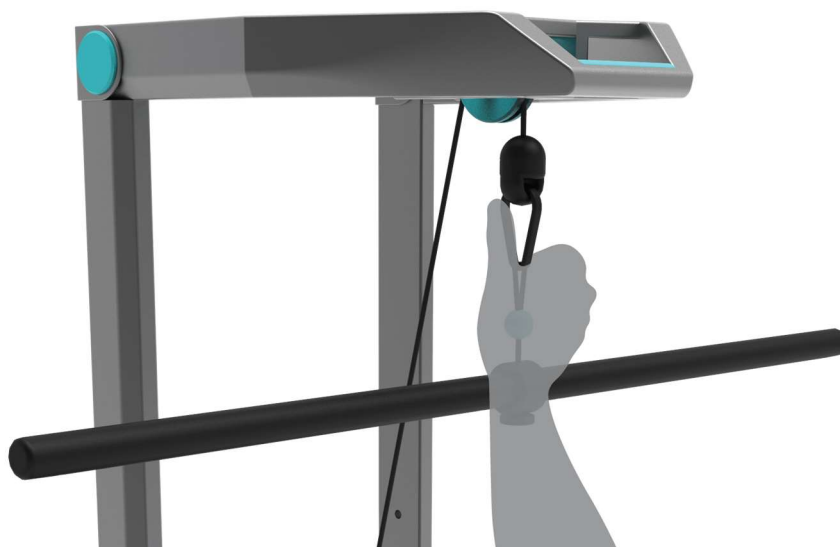


obr. 6-24 Detail úchopu osy

Z platformy vystupují úchyty odporových lan k připevnění příslušenství. Úchyty v sobě mají otvor pro připnutí karabinou. Připnutí pomocí karabin bylo zvoleno, jelikož mnoho současných rukojetí a adaptérů se připíná tímto způsobem. Uživatel již může některé vlastnit, popř. pro něj bude snadné adaptéry/ rukojetě dokoupit podle vlastních preferencí a rozšířit tak zásobu cviků.

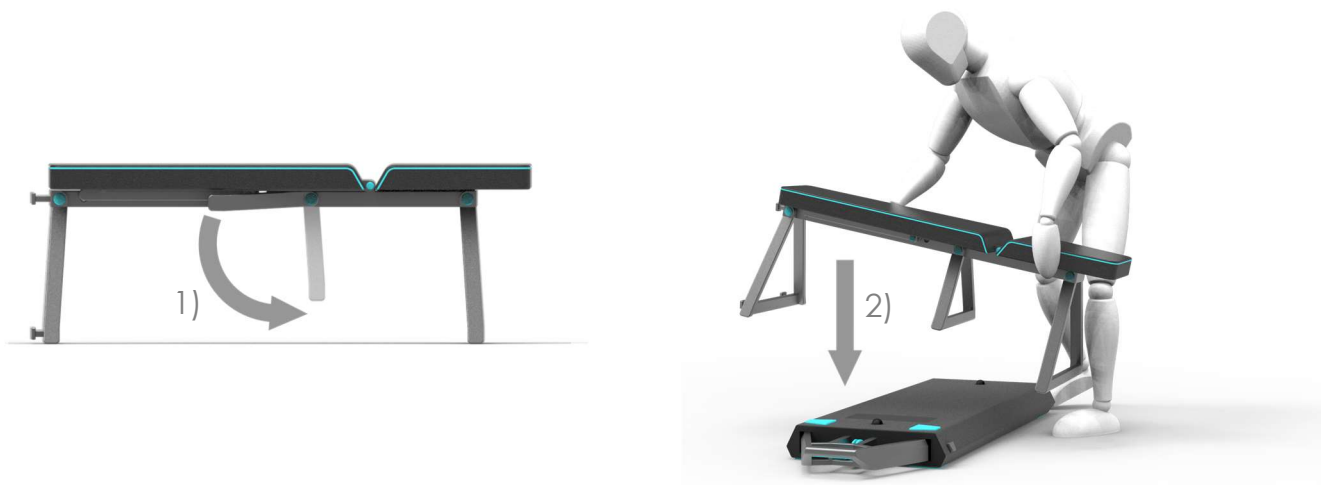


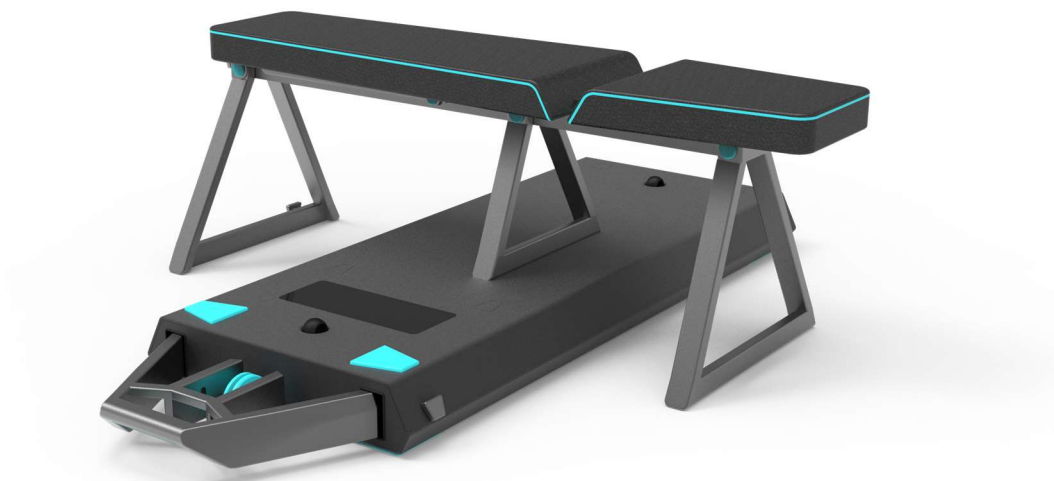
obr. 6-25 Připnutí karabiny k úchytu v platformě



obr. 6-26 Připnutí osy pro vertikální tah

Sestavu lze složit několika způsoby. První z nich je sestavení k procvičení horizontálního tlaku. U lavice vyklopíme prostřední nohu. Následně lavici položíme kolmo na platformu tak, aby vyklopená prostřední noha platformu zatěžovala.





obr. 6-27 Transformace sestavy pro horizontální tlak

K vykonání vertikálního tahu je transformace sestavy složitější. Lavici zvedneme, přetočíme a pomocí tří čepů ze strany opěrky zasuneme do platformy. Posunem směrem k sobě lavici zajistíme. Nyní sestavu překlopíme pomocí madla na výsuvné konstrukci s kladkou. Jednou rukou můžeme pomocí madla zvedat platformu směrem nahoru a druhou rukou stlačovat lavici dolů. Odporové lano protáhneme kladkou a tu následně také zajistíme, aby neprokluzovalo. Konstrukci s kladkou odjistíme a vysuneme do výšky, která nám zajistí plný rozsah pohybu. Zajistíme čepem z jedné a poté z druhé strany. Nakonec pomocí madla kladku překlopíme.

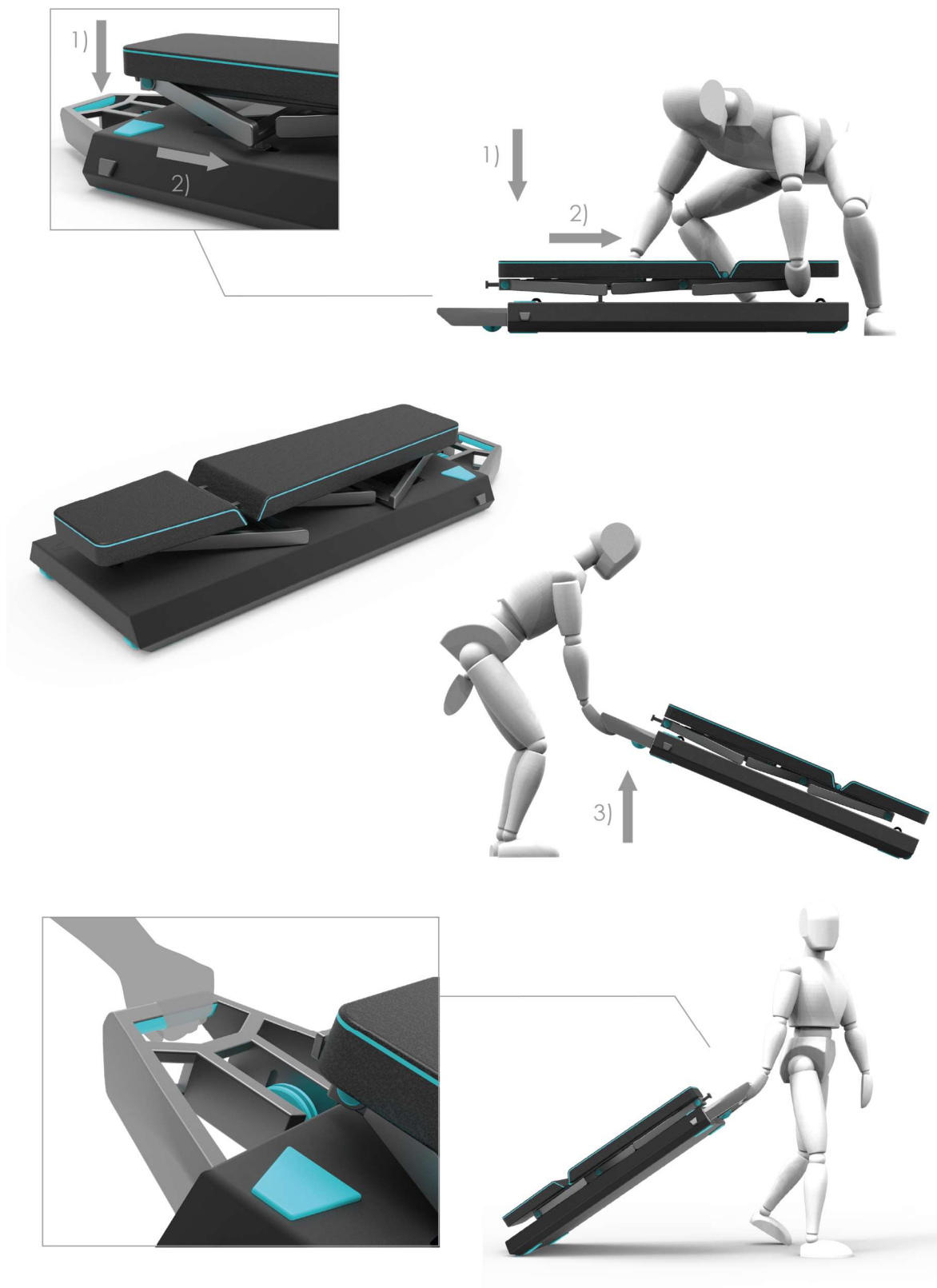


obr. 6-28 Transformace sestavy pro vertikální tah, první část

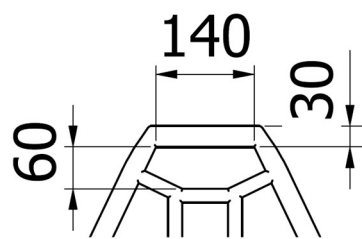


obr. 6-29 Transformace sestavy pro vertikální tah, druhá část

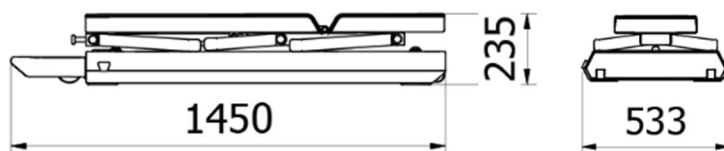
Lavici a platformu lze složit tak, aby tvořily jeden přemístitelný a skladovatelný celek. Konstrukci s kladkou zasuneme na doraz do platformy a zajistíme čepy, aby se nevysouvala (viz obr. 6-5). U lavice složíme opěrku do horizontální polohy a všechny tři nohy sklopíme k základní tyči (viz obr. 6-17). Takto složenou lavici umístíme na platformu opěrkou směrem k výsuvné konstrukci. Dva čepy na složené noze tak mohou lavici zajistit v otvorech umístěných v horní části platformy a sestava tak drží dohromady. Nakonec můžeme uchopit za madlo na konstrukci s kladkou a celou sestavu snadno přemístit pomocí koleček. Celá sestava má po složení tloušťku 235 mm.



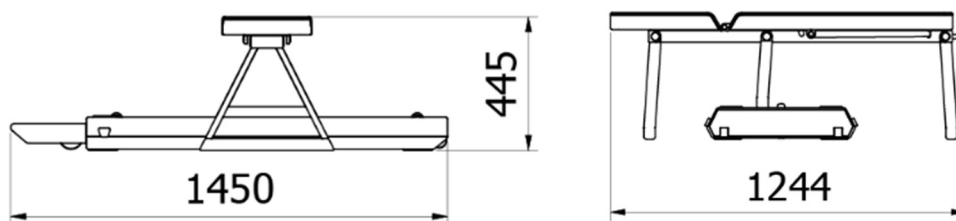
obr. 6-30 Transformace sestavy k přesunu/ uschování



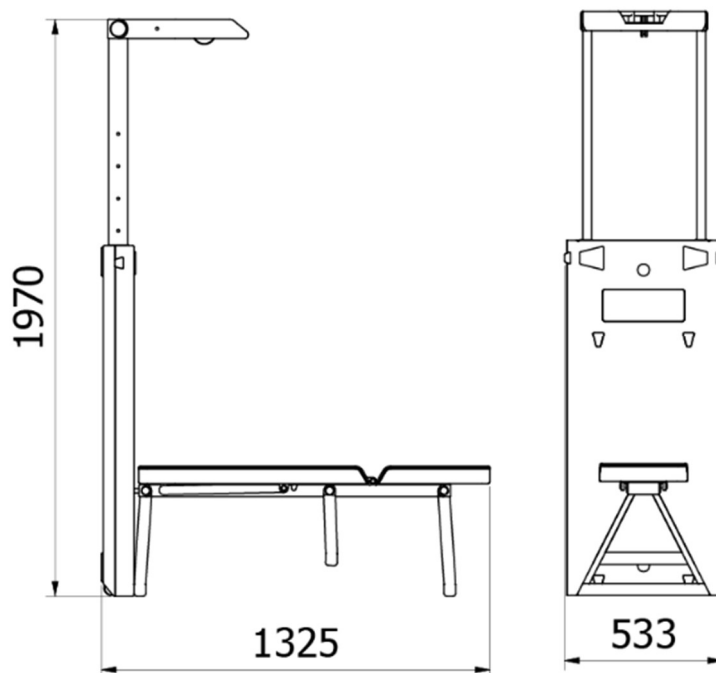
obr. 6-31 Rozměry madla



obr. 6-32 Celkové rozměry složené sestavy



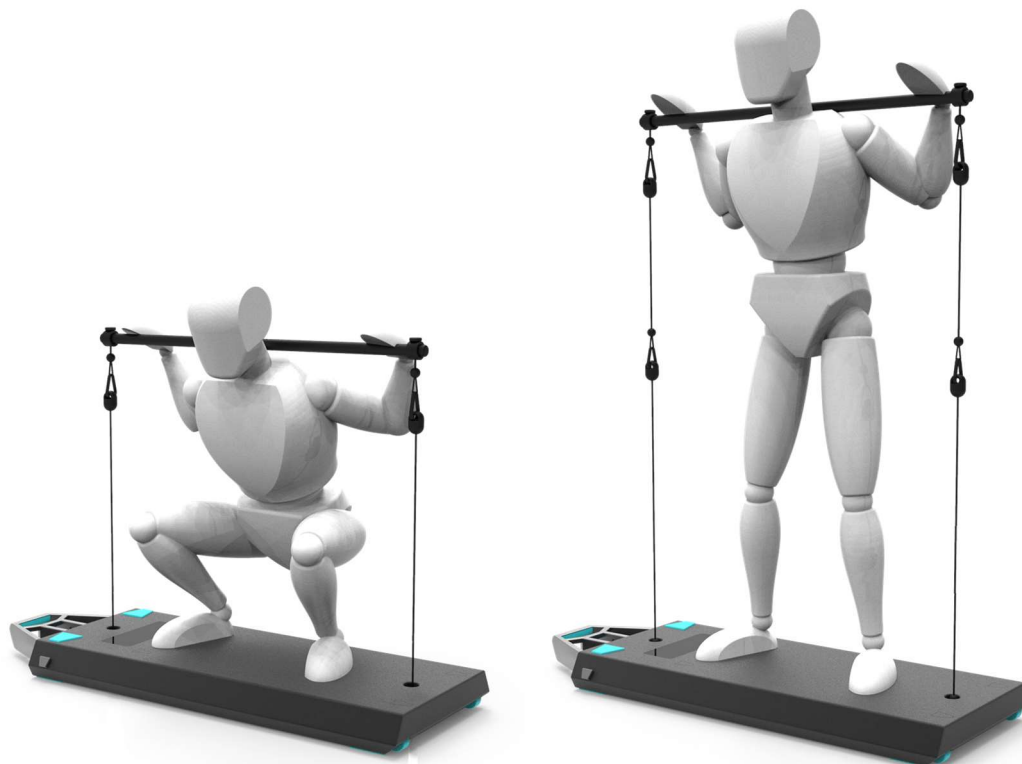
obr. 6-33 Celkové rozměry transformace pro horizontální tlak



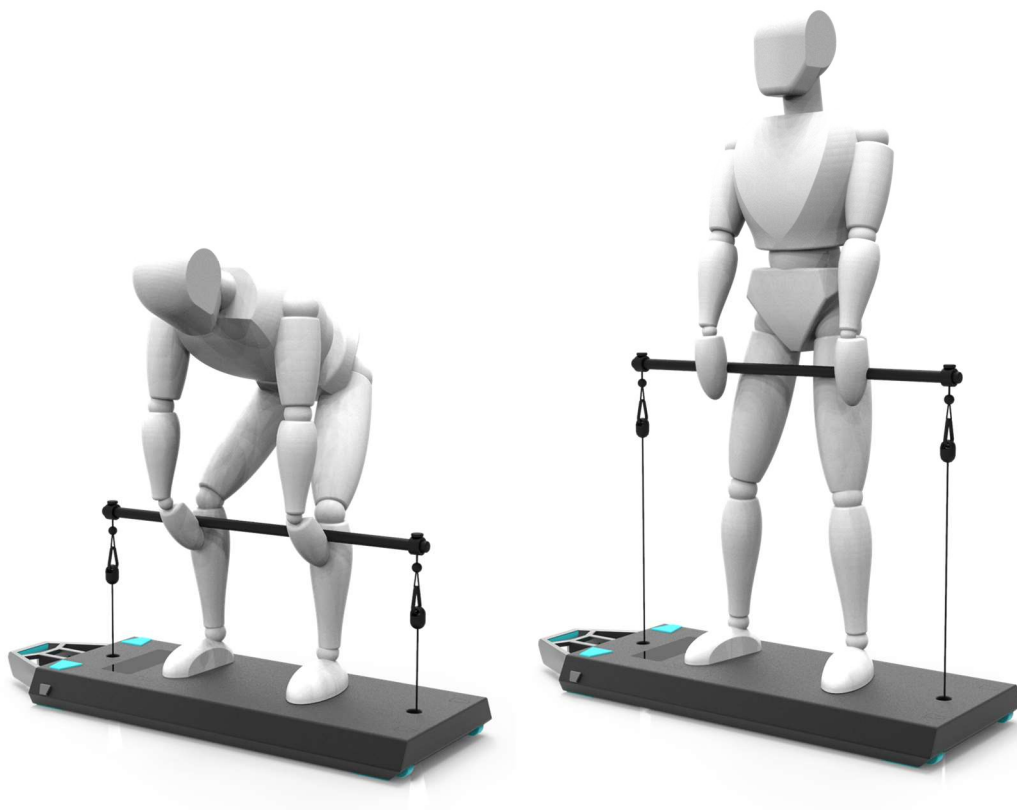
obr. 6-34 Celkové rozměry transformace pro vertikální tah

### 6.2.3 Ergonomie cviků

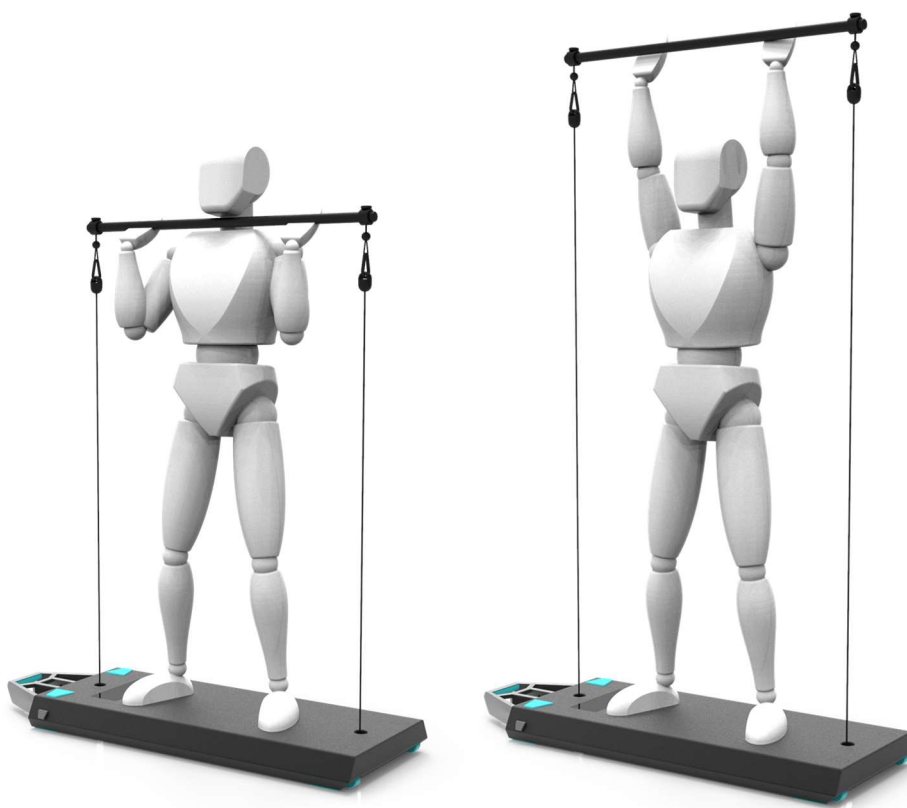
Většina ZPV lze provést s platformou samotnou a pomocí připevněné osy. Osa disponuje posuvnými nástavci s karabinou, které lze zacvaknout k úchytu na konci odporového lana. Pojistného lana lze využít u cviků vyžadující větší jistotu. Po připevnění osy si uživatel nastaví odpor a jiné požadované parametry. Na následujících obrázcích jsou znázorněny ZPV proveditelné s tímto nastavením.



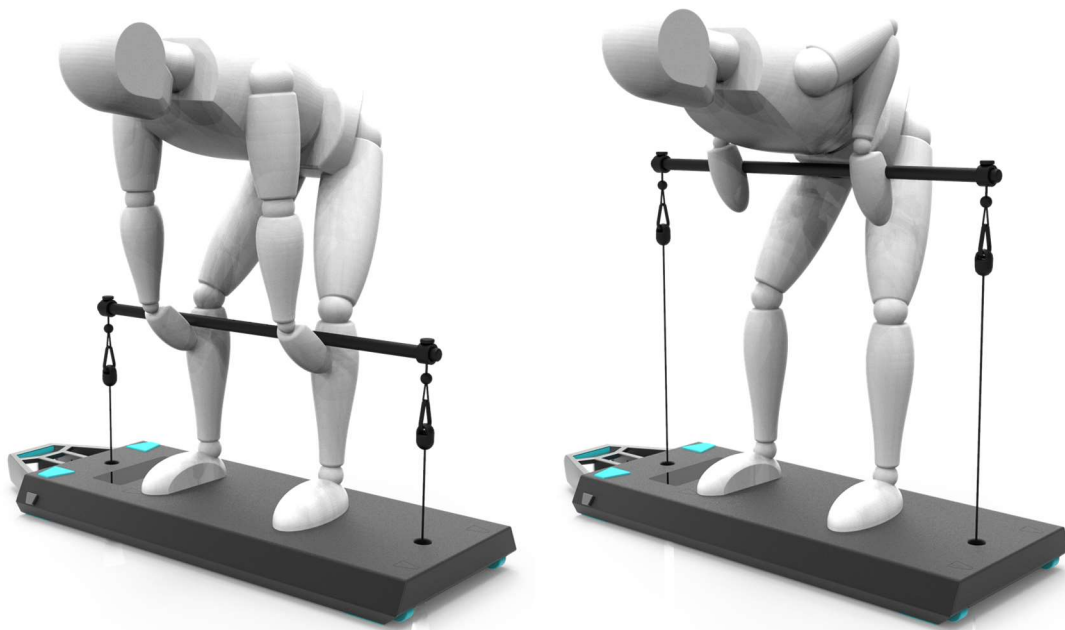
obr. 6-35 Dřep



obr. 6-36 Kyčelní ohyb

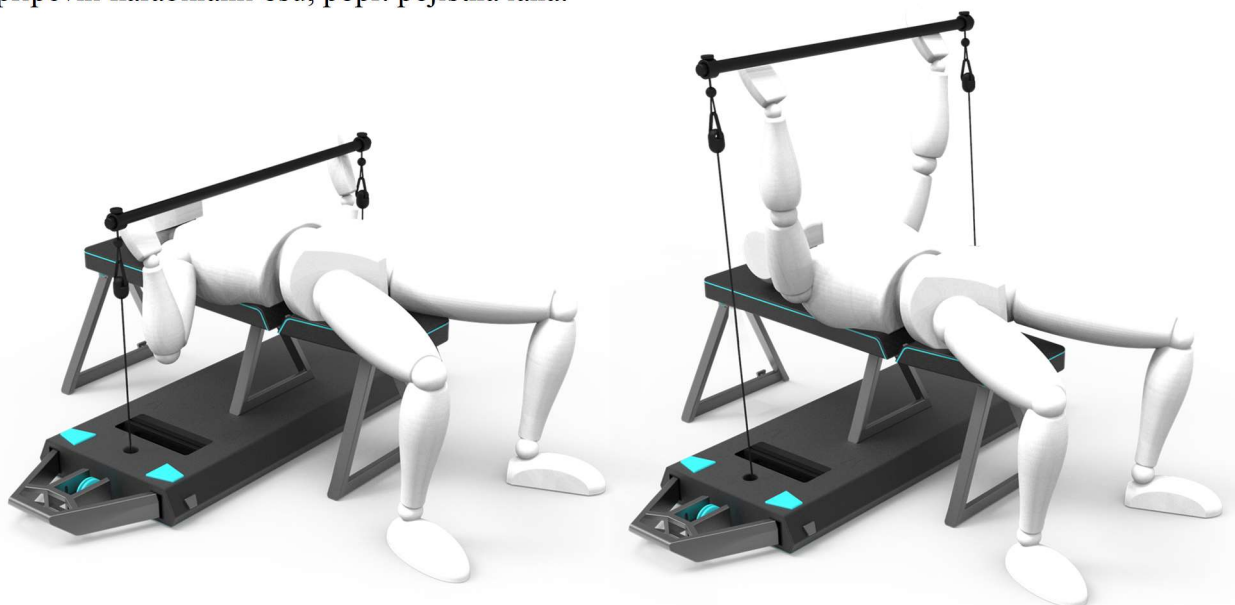


obr. 6-37 Vertikální tlak



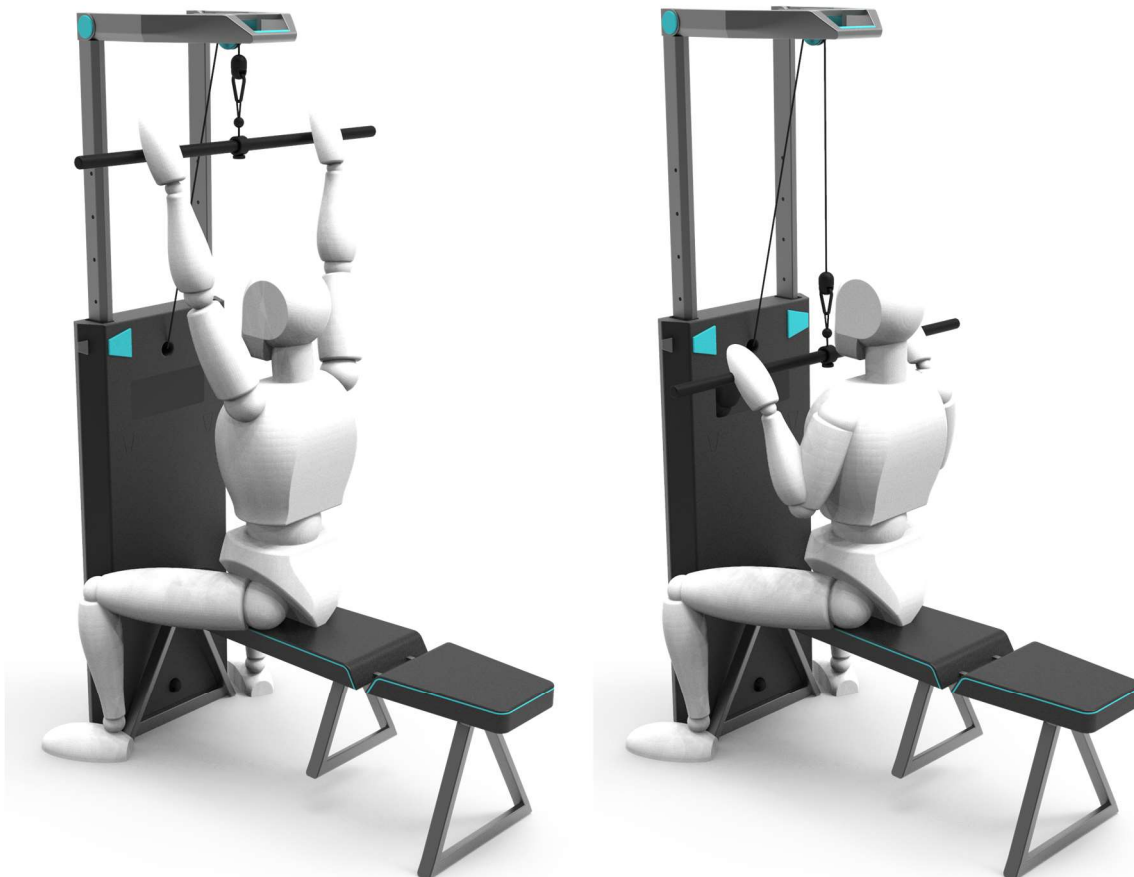
obr. 6-38 Horizontální tah

Pro provedení horizontálního tlaku zatížíme platformu lavicí, jak je popsáno výše. Uživatel připevní karabinami osu, popř. pojistná lana.



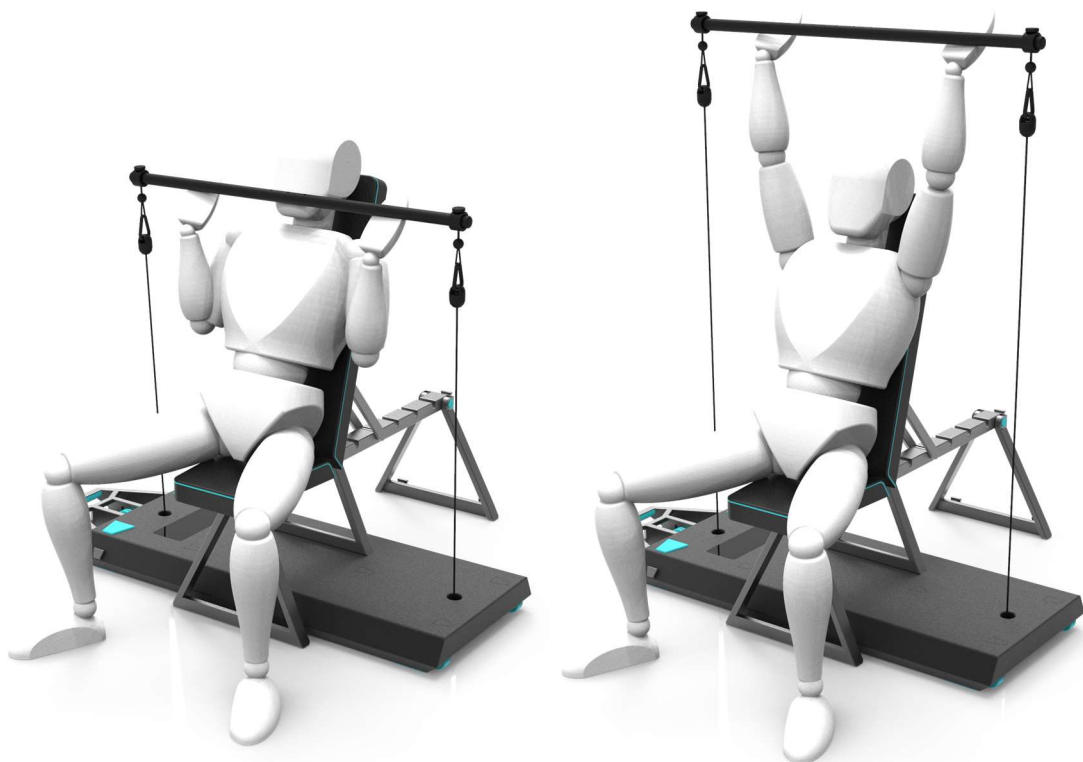
obr. 6-39 Horizontální tlak

Vertikální tah lze procvičit po transformaci zařízení rovněž uvedené výše. Uživatel následně vezme osu, posune jeden z nastavců doprostřed a druhý odstraní. Pomocí karabiny připevní k vyčnívajícímu úchytu lana. Následně může osu přes kladku stahovat.

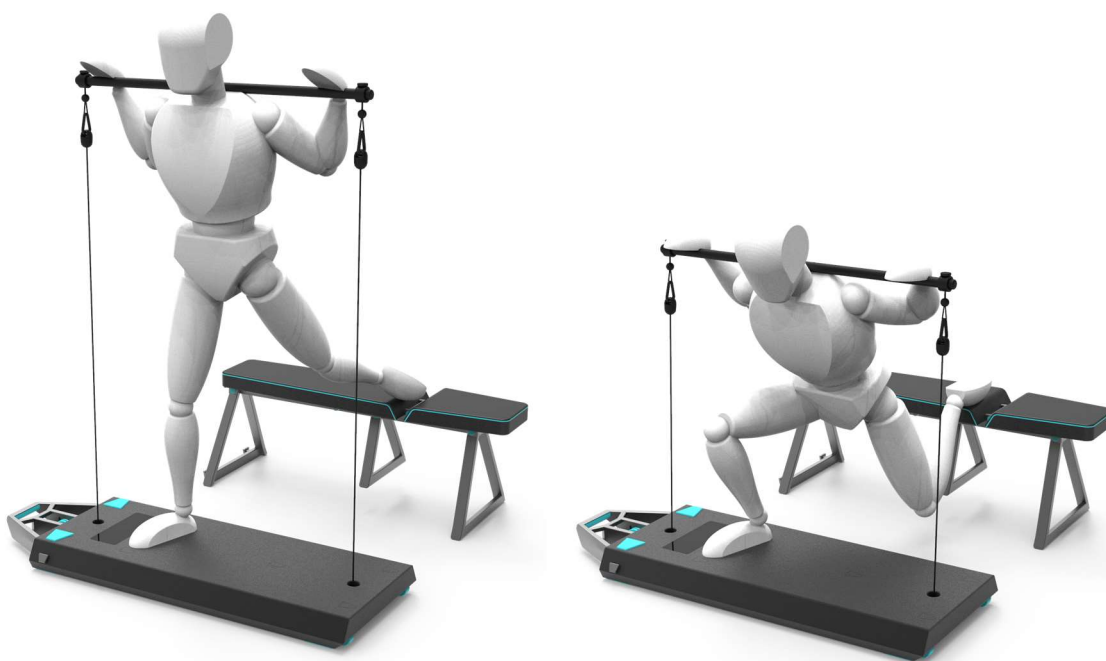


obr. 6-40 Vertikální tah

Těmito cviky byl splněn požadavek k procvičení ZPV. Sestavu lze využívat mnoha dalšími způsoby a uživatel si cviky může přizpůsobit dle svého uvážení.



obr. 6-41 Vertikální tlak v sedě



obr. 6-42 Bulharský dřep

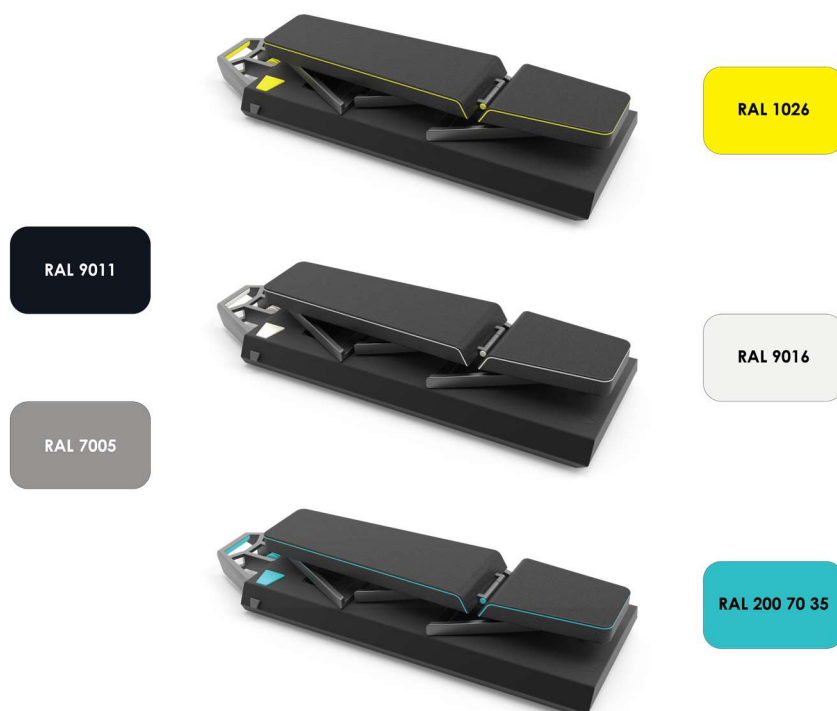
## 6.3 Barevné a grafické řešení

Barevné a grafické řešení jsou důležitou součástí celkového designu. Mají schopnost ovlivnit celkový estetický dojem nebo uživatelskou přívětivost. Barevné řešení diplomové práce bylo navrženo tak, aby vyhovovalo prostředí domácnosti, ulehčilo používání logickým spojením barvami, ale zároveň byl zachován dojem posilovacího zařízení.

### 6.3.1 Barevné řešení

Sestava je tvořena dvěma základními barvami. Tmavší odstín černé RAL 9004 je použit na hliníkové krytování platformy a osu. V této barvě je navržen i potah zádové opěrky a sedáku. Ocelová konstrukce lavice a výsuvná konstrukce s kladkou má o něco světlejší odstín RAL 7005.

Na variantách jsou barevně odlišeny „otočné prvky“ (místa, kde probíhá otáčivý pohyb) a je tak uživateli naznačena funkce v tomto místě. Ve stejné barvě je provedeno ovládání, podsvícení displeje, zvýraznění hran potahu a ochranné protiskluzové prvky.



obr. 6-43 Barevné varianty

První barevná varianta využívá jako svou akcentní barvu výraznou žlutou RAL 1026. Tato barva působí energicky a povzbudivě. V kombinaci s černou barvou zařízení působí odvážně až nebezpečně. Kombinace žluté a černé je spojována s různými znaky a symboly týkající se elektřiny. V případě zařízení využívajícího elektřinu tato spojitost není od věci. Dále byla zvolena kvůli velmi dobré viditelnosti na displeji. Žlutá barva se může jevit jako vhodnou barvou pro posilovací zařízení tohoto typu. Musíme brát v potaz, že je velmi opticky stimulující a v interiéru může působit rušivě.



Druhá barevná varianta má výše zmíněné prvky zvýrazněné barvou RAL 9016. Barevně se jedná o nejvíce neutrální variantu. Kombinace černé a bílé je univerzální a hodí se tak do většiny interiérů. Zařízení v těchto barvách působí nerušivě a čistě, což je v prostředí domácnosti žádoucí. Zároveň je bílá velmi dobře viditelná na podsvíceném displeji. Celkově je tato barevná varianta nejpraktičtější, ale může působit sterilně a chladně.



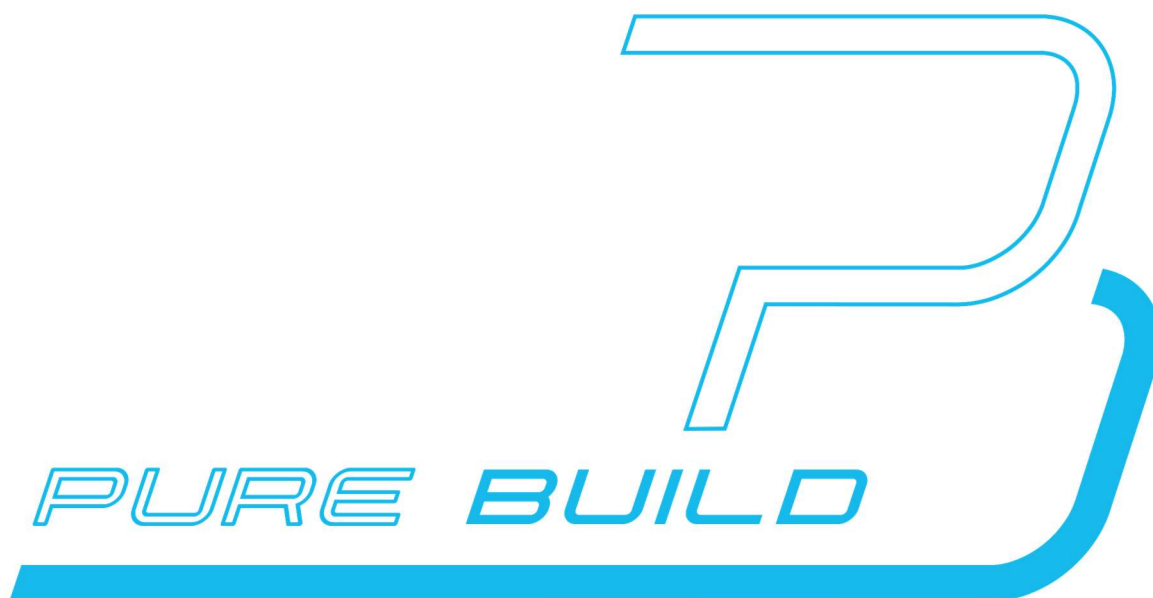
Poslední barevná varianta používá jako akcentní barvu RAL 200 70 35. Tato barva působí více tlumeně a klidně než varianta žlutá, ale zároveň dostatečně výrazně. Rovněž je dobře viditelná na displeji. Tyrkysová barva vytváří v kombinaci s černou příjemný kontrast a působí moderně a svěže. Tato barevná kombinace byla zvolena jako finální.



### 6.3.2 Grafické řešení

Pro zařízení bylo zvolen název PURE BUILD. Slovo „pure“ symbolizuje čistotu, ale i zaměření se pouze na ZPV. Slovo „build“ může znamenat konstrukce, sestavit nebo budovat. Název tak reflektuje jak budování svalové hmoty, tak i čistou a jednoduchou konstrukci sestavy a její různé transformace. Zkratka názvu „PB“ odkazuje na slovní spojení, které je ve sportu známé jako „personal best“ (nejlepší výkon sportovce v životě – nejvyšší zvednutá váha, nerychlejší čas, nejvyšší skóre apod.) a může tak být metaforou pro osobní nejlepší posilovací zařízení.

Celé logo má barvu podle konkrétní barevné varianty. Symbol je tvořen složením písmen P a B. Skosení a prodloužení písmen dodává logu dynamičnost, která se cvičením souvisí. Slovo „Pure“ a část loga reprezentující písmeno P je tvořena pouze obrysem, aby na zařízení měly barvu podkladu. Pro název byl použit font „Nebula“.



obr. 6-44 Logotyp

Logo je umístěno na kraji delšího boku platformy, jelikož z této části bude méně mechanicky opotřebováváno a nenarušuje zde design zařízení.



obr. 6-45 Umístění logotypu

## 6.4 Bezpečnost

Bezpečnost cvičebního zařízení je primárně ovlivněna vnitřními komponentami. Je důležité, jakým způsobem jsou naprogramovány či nainstalovány, jejich nastavení a také citlivost na externí vlivy. Součástí bezpečnostního hlediska je i aktualizace softwaru, aby bylo zajištěno optimální fungování a minimalizováno riziko jakéhokoliv úrazu.

Design zařízení má schopnost bezpečnost zlepšit. Součástí práce jsou proto jednoduchá pojistná lana, která kdyby došlo k jakémoliv poruše zařízení fyzicky zamezuje připnuté ose se dotknout platformy. Uživatel díky fyzickému jištění může mít větší pocit bezpečí, který by ho jinak mohl omezovat při výkonu. Bezpečnost zlepšují i protiskluzové prvky ze spodu platformy a na madle výsuvné konstrukce s kladkou.

## 6.5 Hodnocení klíčových parametrů

Hlavním cílem této diplomové práce bylo navrhnout elektromagnetické posilovací zařízení vhodné do domácnosti, se kterým bude moci uživatel procvičit všechny ZPV. Design sestavy hlavní cíle úspěšně splnil. Sestava je uzpůsobena k uskladnění možností úplného složení a přesunu. Zároveň je uživatel schopný díky různým transformacím procvičit nejen všechny ZPV. Jak již bylo zmíněno na trhu se vyskytují zařízení, která se snaží kombinovat skladnost, mobilitu a možnost procvičit i vertikální tah. Takové řešení bude vždy jednu z vlastností upozadovat. Tato práce přichází s konstrukcí, která se značně odlišuje od všech elektromagnetických posilovacích zařízení na trhu a neměla by výrazně zhoršovat ani jednu z vlastností.

Diskuze se primárně nabízí v oblasti této konstrukce, jelikož je zcela nová a neověřená. Je zřejmé, že při srovnání se zařízením připevněné na stěnu nebo pouhou platformou je manipulace náročnější. Při cvičení v posilovně je běžné přenášet posilovací lavice, osu nebo kotouče, které většinou nejsou ergonomicky přizpůsobeny k přesunu. Pokud nevyužíváme k cvičení pouze stroje, které rovněž nemusí být přizpůsobeny každému uživateli, náročnější manipulaci se nevyhneme. Srovnáme-li manipulaci s navrženou sestavou s manipulací s příslušenstvím v posilovně, je stejně ne-li méně náročná.

Konstrukce závisí i na vnitřním uspořádání zařízení. Jelikož se obecně jedná o nové produkty, výrobce tyto informace neposkytuje a bylo složité najít dostatek zdrojů o vlastnostech a rozměrech komponent přítomných v tomto zařízení.

## 7 ZÁVĚR

Tuto diplomovou práci započal problém nevhodného cvičebního vybavení do domácnosti. Zařízení využívající elektromagnetický odpor jako zátěž je kompaktní a zároveň poskytuje velký a regulovatelný rozsah zátěže. Tyto a mnoho dalších vlastností z něj přirozeně činí ideální volbu k efektivnímu cvičení doma.

Na základě designérské a technické analýzy byly identifikovány tři typy zařízení a jejich vyhovující a nevyhovující vlastnosti vzhledem k cílům práce. První typ umožňuje díky připevnění na zeď procvičit všechny ZPV, ale nelze jej přesouvat a svojí přítomností tak narušuje prostředí domácnosti. Druhý typ lze přesouvat a skladovat, ale neumožňuje procvičit vertikální tah a třetí typ, který vlastnosti kombinuje, není dobře vyřešen.

Z analýz také vyplynuly nejdůležitější vlastnosti zařízení. Přizpůsobení domácnosti tkví v zajištění skladnosti a možnosti zařízení uschovat. Procvičení všech ZPV spočívá v umožnění působení odporu v různých směrech vzhledem k uživateli – primárně ze spodu a svrchu. Práce proto nejprve vycházela z pohybů a poloh uživatele vykonávající ZPV a zaměřovala se na splnění tohoto požadavku. Následně byl návrh zaměřen na skladnost a mobilitu. Finální návrh byl optimalizován tak, aby kombinoval všechny tyto vlastnosti. Kvůli zcela nové konstrukci musel být navržen nový design zařízení, proto se v poslední řadě návrh soustředil na tvarové a ergonomické řešení.

Klíčovým prvkem je spojení lavice a platformy disponující výsuvnou konstrukcí s kladkou, které umožňuje změnu směru odporu, čímž je zajištěno procvičení ZPV. Celou sestavu lze složit tak, že zabírá minimální prostor a je ergonomicky přizpůsobena k snadnému přesunu a uskladnění. Schopnost transformace do různých sestavení umožňuje velkou variabilitu cviků nad rámec šesti základních pohybových vzorů.

Pro splnění všech požadavků práce představila originální návrh konstrukce. Jak již bylo zmíněno, funkčnost a realizovatelnost není ověřená. Navzdory tomu můžeme s jistotou říct, že byl vytvořen návrh, který úspěšně dosáhl všech stanovených cílů této diplomové práce a přichází s novým pohledem na konstrukci elektromagnetického posilovacího zařízení.

## 8 VÝSLEDEK VÝZKUMU PODLE RIV

---

### Výsledky

---

Druh výsledku	Funkční vzorek
Název produktu	Elektromagnetické posilovací zařízení
Autor	Bc. Radka Valentová
Místo uložení výsledku	VUT Brno

---

Tabulka 3 Výsledek výzkumu podle RIV

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SEBASTIAN, Nathan. At-Home Fitness Regime Is the Top Fitness Trend in 2022: GoodFirms' Survey. In: *Goodfirms* [online]. 2024 [cit. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.goodfirms.co/resources/at-home-fitness-regime-top-fitness-trend>
- [2] SCHOENFELD, Brad Schoenfeld, Dan I OGBORN, Andrew D VIGOTSKY, Martino V FRANCHI a James W KRIEGER. Hypertrophic Effects of Concentric vs. Eccentric Muscle Actions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2017, **31**(9), 2599-2608 [cit. 2023-10-15]. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0000000000001983
- [3] KROKOVÉ MOTORY RAVEO. In: *Raveo* [online]. 2024 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.raveo.cz/krokove-motory-raveo/>
- [4] PŘÍMÉ PLANETOVÉ PŘEVODOVKY APEX DYNAMICS – ŘADA AF. In: *Raveo* [online]. 2024 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.raveo.cz/apex-af/>
- [5] At Tonal, we amplify the strength that exists in everyone. In: *Tonal* [online]. 2023 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.tonal.com/about/>
- [6] Specs. In: *Tonal* [online]. 2023 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.tonal.com/specs/>
- [7] A home gym built to work as hard as you. In: *Tonal* [online]. 2023 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.tonal.com/equipment/>
- [8] Lift-heavy.jpg. In: *Tonal* [online]. 2023 [cit. 2023-10-24]. Dostupné z: <https://www.tonal.com/wp-content/uploads/2022/12/lift-heavy.jpg?w=1428>
- [9] INTRODUCING THE XP1. ASSESS, TRAIN, TRACK WITH THE ELITE ALL-IN-ONE SMART GYM. In: *Oxefit* [online]. 2020-2023 [cit. 2023-10-29]. Dostupné z: <https://www.oxefit.com/xp1>
- [10] CONFIGURE YOUR XP1. In: *Oxefit* [online]. 2020-2023 [cit. 2023-10-29]. Dostupné z: <https://www.oxefit.com/configure/xp1>
- [11] Jon Gregory, Vitruvian Founder On: The Future Of Connected Fitness. In: *WellToDo* [online]. 2021 [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://www.welltodoglobal.com/jon-gregory-vitruvian-founder-on-the-future-of-connected-fitness-welltodo/>

- [12] Trainer+ (3 Months All Access Membership included). In: *Vitruvianform* [online]. 2023 [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://vitruvianform.com/products/trainer-all-access-membership-included>
- [13] Resistance training, evolved. In: *Vitruvianform* [online]. 2023 [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://vitruvianform.com/pages/equipment>
- [14] Trainer. In: *TechCrunch* [online]. 2023 [cit. 2023-10-25]. Dostupné z: <https://techcrunch.com/wp-content/uploads/2023/01/trainer.jpg>
- [15] *Speediance* [online]. 2023 [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: <https://www.speediance.com/>
- [16] Speediance Home Gym. In: *Speediance* [online]. 2023 [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: [https://www.speediance.com/products/speediance-home-gym?sscid=a1k7\\_8fzah&](https://www.speediance.com/products/speediance-home-gym?sscid=a1k7_8fzah&)
- [17] Abfd1eddf643f1486aa6ffbdca0b42b\_750x.jpg. In: *Staticdj* [online]. 2023 [cit. 2023-11-01]. Dostupné z: [https://img.staticdj.com/abfd1eddf643f1486aa6ffbdca0b42b\\_750x.jpg](https://img.staticdj.com/abfd1eddf643f1486aa6ffbdca0b42b_750x.jpg)
- [18] Speediance Gym Pal. In: *Speediance* [online]. 2024 [cit. 2024-01-14]. Dostupné z: [https://www.speediance.com/products/speediance-gym-pal?spm=..page\\_2832417.large\\_image\\_text\\_1.1&spm\\_prev=..product\\_62def12d-232a-4613-a08c-4d14a73e7035.header\\_1.1](https://www.speediance.com/products/speediance-gym-pal?spm=..page_2832417.large_image_text_1.1&spm_prev=..product_62def12d-232a-4613-a08c-4d14a73e7035.header_1.1)
- [19] Speediance Gym Pal. In: *Speediance* [online]. 2024 [cit. 2024-01-14]. Dostupné z: [https://img.staticdj.com/c3375aa2a3c84833de62cb86a4ad8601\\_1080x.png](https://img.staticdj.com/c3375aa2a3c84833de62cb86a4ad8601_1080x.png)
- [20] *Echelonfit* [online]. 2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: [echelonfit.com](https://echelonfit.com)
- [21] ECHELON STRENGTH PRO. In: *Echelonfit* [online]. 2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: <https://echelonfit.com/products/echelon-strength-pro>
- [22] ECHELON STRENGTH PRO. In: *Echelonfit* [online]. 2024 [cit. 2024-01-16]. Dostupné z: [https://echelonfit.com/cdn/shop/files/StrengthPro\\_Studio-F-BicepCurl.png?v=1690561760&width=1080](https://echelonfit.com/cdn/shop/files/StrengthPro_Studio-F-BicepCurl.png?v=1690561760&width=1080)
- [23] *Arena* [online]. 2024 [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: [arena.fit](https://arena.fit)
- [24] ARENA manual. In: *Arena* [online]. 2024 [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: <https://arena.fit/pages/user-guide>
- [25] The ARENA Platform. In: *Arena* [online]. 2024 [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: <https://arena.fit/collections/the-arena-platform>

- [26] The ARENA Platform. In: *Arena* [online]. 2024 [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: [https://arena.fit/cdn/shop/files/ARENAPLatform\\_1200x.jpg?v=1704225854](https://arena.fit/cdn/shop/files/ARENAPLatform_1200x.jpg?v=1704225854)
- [27] ANCORE, EXPLAINED. In: *Ancoretraining* [online]. 2024 [cit. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://ancoretraining.com/blogs/the-ancore-blog/ancore-explained>
- [28] ANCORE. In: *Ancoretraining* [online]. 2024 [cit. 2024-01-24]. Dostupné z: <https://ancoretraining.com/products/ancore>
- [29] Ancore. In: *Ancoretraining* [online]. 2024 [cit. 2024-01-24]. Dostupné z: [https://ancoretraining.com/cdn/shop/products/Inthevoid\\_994c4149-74d4-4ce2-ba0f-940223e62487.png?v=1660226279&width=1080](https://ancoretraining.com/cdn/shop/products/Inthevoid_994c4149-74d4-4ce2-ba0f-940223e62487.png?v=1660226279&width=1080)
- [30] *Maxprofitness* [online]. 2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: [maxprofitness.com](https://maxprofitness.com)
- [31] SPORTORANGEMAXPRO\_800x.jpg?v=1694627768. In: *Maxprofitness* [online]. 2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: [https://maxprofitness.com/cdn/shop/products/SPORTORANGEMAXPRO\\_800x.jpg?v=1694627768](https://maxprofitness.com/cdn/shop/products/SPORTORANGEMAXPRO_800x.jpg?v=1694627768)
- [32] Workout\_Living\_Room\_1054\_x\_604\_px.jpg?v=1663065712&width=750. In: *Maxprofitness* [online]. 2024 [cit. 2024-01-28]. Dostupné z: [https://maxprofitness.com/cdn/shop/products/SPORTORANGEMAXPRO\\_800x.jpg?v=1694627768](https://maxprofitness.com/cdn/shop/products/SPORTORANGEMAXPRO_800x.jpg?v=1694627768)
- [33] *Exxentric* [online]. 2024 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: [exxentric.com](https://exxentric.com)
- [34] *Ultraining* [online]. 2024 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: [ultraining.cz](https://ultraining.cz)
- [35] KPulley2 Starter System. In: *Exxentric* [online]. 2024 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://exxentric.com/store/systems/kpulley2/kpulley2-starter-system/>
- [36] KPulley2-Rotator-Cuff-External-Rotation1. In: *Exxentric* [online]. 2024 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://exxentric.com/wp-content/uploads/2021/01/kPulley2-Rotator-Cuff-External-Rotation1.jpg>

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

°	stupeň
°C	stupeň celsia
%	procento
<i>m</i>	metr
<i>cm</i>	centimetr
<i>mm</i>	milimetr
<i>N</i>	newton
<i>Nm</i>	newton metr
<i>kg</i>	kilogram
<i>M<sub>k</sub></i>	kroucí moment
<i>TPU</i>	termoplastický polyuretan
<i>TPE</i>	termoplastický elastomer
<i>ABS</i>	akrylonitrilbutadienstyren
<i>PU</i>	polyuretan
<i>PC</i>	polykarbonát
<i>AI</i>	artificial intelligence/ umělá inteligence
<i>LED</i>	light-emitting diode/elektroluminiscenční dioda
<i>ZPV</i>	základní pohybové vzory
<i>VUT</i>	Vysoké učení technické

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

obr. 2-1 Četnost jednotlivých druhů zdrojů .....	17
obr. 2-2 Vnitřní uspořádání zařízení .....	19
obr. 2-3 Tonal [8] .....	21
obr. 2-4 Oxefit XP1 [10] .....	23
obr. 2-5 Vitruvian Trainer + [14] .....	24
obr. 2-6 Speediance Home Gym [17] .....	26
obr. 2-7 Speediance Gym Pal [19] .....	27
obr. 2-8 Echelon Strenght Pro [22] .....	28
obr. 2-9 ARENA [26] .....	29
obr. 2-10 Ancore [29] .....	30
obr. 2-11 Max Pro [31] .....	32
obr. 2-12 Max Pro S použitím lavice [32] .....	32
obr. 2-13 Exxcentric kPulley2 [36] .....	33
obr. 2-14 Ergo schéma .....	35
obr. 4-1 Strom cílů .....	41
obr. 4-2 Glassbox .....	43
obr. 4-3 Příklady skic .....	44
obr. 4-4 Alternativa I .....	45
obr. 4-5 Alternativa II .....	47
obr. 4-6 Alternativa III .....	49
obr. 5-1 Elektromagnetické posilovací zařízení vycházející z alternativy I .....	51
obr. 5-2 Vnitřní komponenty .....	51
obr. 5-3 Znárodnění vykonávání základních pohybových vzorů .....	53
obr. 5-4 Manipulace se složeným zařízením .....	54
obr. 5-5 Nastavení pro vertikální tah .....	54
obr. 5-6 Nastavení pro horizontální tlak .....	55
obr. 5-7 Ovládání při vertikálním tahu a horizontálním tlaku .....	55
obr. 6-1 Perspektivní pohled celé sestavy .....	57

obr. 6-2 Platforma: perspektivní pohled.....	58
obr. 6-3 Platforma: boční a čelní pohled .....	58
obr. 6-4 Detail částečně ohnuté konstrukce s kladkou .....	59
obr. 6-5 Detail ovládání .....	59
obr. 6-6 Detail zasunutí krtek před překlopením sestavy.....	60
obr. 6-7 Detail zasunutí krytek při složení sestavy .....	60
obr. 6-8 Spodní část: větrání, protiskluzové prvky, kolečka, kabel.....	61
obr. 6-9 Schéma vnitřního uspořádání a jednotlivých částí platformy .....	62
obr. 6-10 Rozměry složené a maximálně rozložené platformy.....	62
obr. 6-11 Osa s nastavitelnými karabinami a pojistnými lany.....	63
obr. 6-12 Detail připnutí osy a osy s pojistným lanem .....	63
obr. 6-13 Rozměry příslušenství .....	64
obr. 6-14 Lavice: perspektivní pohled .....	64
obr. 6-15 Lavice: boční a čelní pohled.....	65
obr. 6-16 Rozsah poloh zádové opěrky.....	65
obr. 6-17 Složená lavice .....	66
obr. 6-18 Schéma jednotlivých částí lavice .....	66
obr. 6-19 Rozměry složené a rozložené lavice.....	67
obr. 6-20 Ovládání v horizontální poloze.....	69
obr. 6-21 Ovládání ve vertikální poloze.....	70
obr. 6-22 Rozměry ovládání platformy .....	70
obr. 6-23 Nastavení posuvných karabin na ose .....	71
obr. 6-24 Detail úchopu osy .....	72
obr. 6-25 Připnutí karabiny k úchytu v platformě.....	72
obr. 6-26 Připnutí osy pro vertikální tah .....	73
obr. 6-27 Transformace sestavy pro horizontální tlak.....	74
obr. 6-28 Transformace sestavy pro vertikální tah, první část.....	75
obr. 6-29 Transformace sestavy pro vertikální tah, druhá část .....	76
obr. 6-30 Transformace sestavy k přesunu/ uskladnění.....	77
obr. 6-31 Rozměry madla.....	78

obr. 6-32 Celkové rozměry složené sestavy .....	78
obr. 6-33 Celkové rozměry transformace pro horizontální tlak .....	78
obr. 6-34 Celkové rozměry transformace pro vertikální tah.....	78
obr. 6-35 Dřep .....	79
obr. 6-36 Kyčelní ohyb .....	80
obr. 6-37 Vertikální tlak.....	80
obr. 6-38 Horizontální tah .....	81
obr. 6-39 Horizontální tlak .....	81
obr. 6-40 Vertikální tah.....	82
obr. 6-41 Vertikální tlak v sedě.....	83
obr. 6-42 Bulharský dřep.....	83
obr. 6-43 Barevné varianty .....	84

## 12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Souhrn dílčích problémů, vlastností a funkcí .....	39
Tabulka 2 Porovnání alternativních řešení .....	50
Tabulka 3 Výsledek výzkumu podle RIV .....	91

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

- Zmenšený sumarizační poster
- Zmenšený ergonomický poster
- Zmenšený technický poster

Samostatné přílohy:

- Sumarizační poster A1
- Technický poster A1
- Ergonomický poster A1
- Designérský poster 100x70 cm
- Fyzický model lavice a platformy 1:40

# PURE BUILD

SUMARIZAČNÍ POSTER

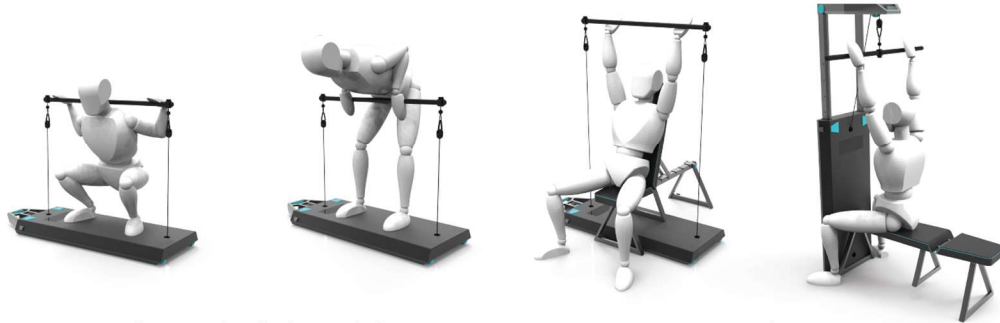
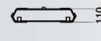
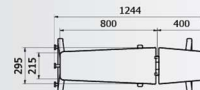
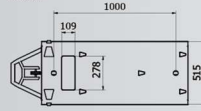


Cílem práce bylo navrhnutí posilovacího zařízení využívající elektromagnetický odpor určené do prostředí domácnosti, se kterým bude možné provést základní pohybové vzory.

Výsledkem je sestava tvořená osou s dvěma posuvnými karabinami a dvěma jističními lany, nastavitelnou lavicí a platformou, která disponuje výškovou konstrukcí s kladkou.

Klíčovým prvkem je spojení lavice a platformy, které umožňuje změnu směru odporu, čímž je zajištěno procvičení ZPV. Celou sestavu lze skložit tak, že zabírá minimální prostor a je ergonomicky přizpůsobena k snadnému přesunu a uskladnění. Schopnost transformace do různých sestavení umožňuje velkou variabilitu cviků.

M 1:16



DESIGN ELEKTROMAGNETICKÉHO POSILOVACÍHO ZAŘÍZENÍ/ DIPLOMOVÁ PRÁCE/ Autor: Bc. Radka Valentová/ Vedoucí práce: Ing. David John/ VUT v Brně/ FSU/ ÚK/ OPD/ 2023/24

**T** VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V BRNĚ

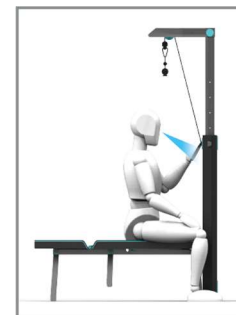
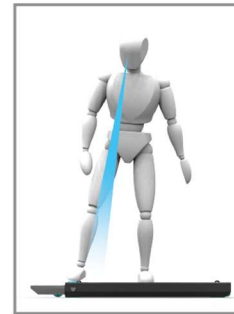
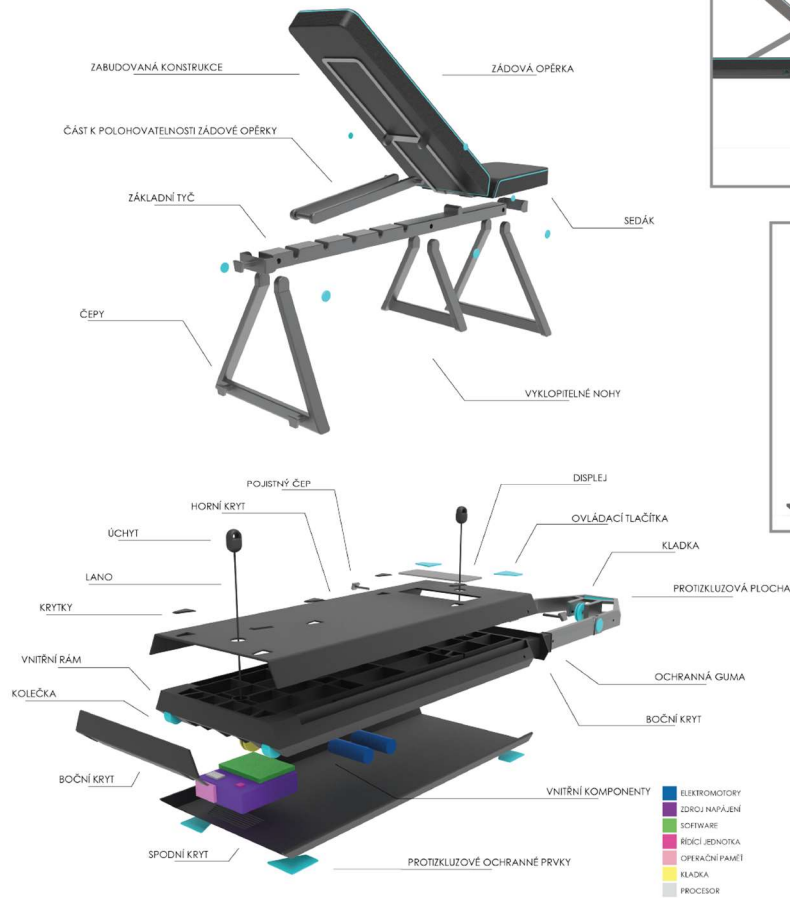
FAKULTA STROJNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

**K** ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ

**X** odbor  
průmyslového  
designu

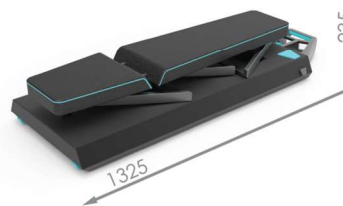
# PURE BUILD

TECHNICKÝ POSTER



Zařízení se ovládá pomocí mobilní aplikace. Na platformě lze snadno změnit hmotnost sešlápnutím jednoho z tlačítek. V případě vertikálního tahu regulujeme hmotnost rukou. Při návrtu výškové konstrukce a nutné manipulace bylo zohledněno vnitřní uspořádání zařízení. Zařízení musí být při využívání zapojeno do sítě. Kabel je umístěn na kraj, aby nepřekážel ani při překlápění platformy. Z toho důvodu jsou v této části umístěny všechny ostatní komponenty.

Lavici a platformu lze složit tak, aby tvořily jeden přemístitelný a skladovatelný celek. Konstrukci s kladkou zasuneme na doraz do platformy a zajistíme čep, aby se nevyssouvala. Složenou lavici umístíme na platformu. Dva čepy na složené noze tak mohou lavici zajistit v otvorech umístěných v horní části platformy a sestava tak drží dohromady. Nakonec můžeme uchopit za madlo na konstrukci s kladkou a celou sestavu snadno přemístit pomocí koleček.



DESIGN ELEKTROMAGNETICKÉHO POSILOVACÍHO ZAŘÍZENÍ/ DIPLOMOVÁ PRÁCE/ Autor: Bc. Radka Valentová/ Vedoucí práce: Ing. David John/ VUT v Brně/ FSU/ ÚK/ OPD/ 2023/24



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ INŽENÝRSTVÍ  
V BRNĚ



ÚSTAV  
KONSTRUVÁNÍ



odbor  
průmyslového  
designu

# PURE BUILD

ERGONOMICKÝ POSTER



SNADNÁ  
TRANSFORMACE



Sestavu lze složit několika způsoby za účelem procvičení všech základních pohybových vzorů. Většina z nich lze provést s platformou samotnou.

V případě horizontálního tlaku u lavice vyklápíme prostřední nohu. Následně lavici položíme kolmo na platformu tak, aby vyklápaná prostřední noha platformu zatěžovala. K vykonání vertikálního tahu zvedneme lavici, přeložíme a pomocí říčků ze strany opětky zasuneme do platformy. Nyní sestavu překlápíme pomocí madla na výškové konstrukci s kladkou. Odporové kano protáhne kladkou a tu následně lavě zapojíme, aby kano neprokluzovalo. Konstrukci s kladkou vyšuneme do požadované výšky pomocí madla a překlápíme.

DESIGN ELEKTROMAGNETICKÉHO POSILOVACÍHO ZAŘÍZENÍ/ DIPLOMOVÁ PRÁCE/ Autor: Bc. Radka Valentová/ Vedoucí práce: Ing. David John/ VUT v Brně/ FSII/ ÚK/ OPD/ 2023/24

VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ  
V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV  
KONSTRUOVÁNÍ

odbor  
průmyslového  
designu

## Elektromagnetické posilovací zařízení

2024

Radka Valentová

vedoucí: Ing. David John

Pure Build je posilovací zařízení využívající elektromagnetický odpor určené do prostředí domácnosti. Sestavu tvoří osa s dvěma posuvnými karabinami a dvěma jističími lany, nastavitelnou lavicí a platformou, která disponuje výsuvnou konstrukcí s kladkou. Klíčovým prvkem je spojení lavice a platformy, které umožňuje změnu směru odporu, čímž je zajištěno procvičení všech základních pohybových vzorů. Celou sestavu lze složit tak, že zabírá minimální prostor a je ergonomicky přizpůsobena k snadnému přesunu a uskladnění. Schopnost transformace do různých sestavení umožňuje velkou variabilitu cviků. Odpor lze měnit tlačítky na okraji platformy.

