



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Konstrukce posilovacích strojů, jejich me- chanizmy a využití v praxi

Vypracoval: Bc. Lukáš Svintek
Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Anotace

V úvodu diplomové práce je uveden současný pohled na problematiku posilování a posilovacích strojů. V teoretické části je proveden obecný přehled řešené problematiky z dostupných informačních zdrojů. V praktické části je provedeno rozdělení strojů podle různých kritérií se zaměřením na nejpoužívanější stroje. Poté se práce zaměřuje na konstrukci vybraných druhů posilovacích strojů, bezpečnostní prvky a zdroje zátěžových sil. Následující část pak tvoří výzkum formou dotazníku určenému pro fitness centra. Dle odpovědí pak návrh vylepšení problematických částí. Poté následuje testování navržených konstrukčních variant na zkušebním zařízení. Závěr práce tvoří souhrn zjištěných skutečností a jejich interpretace.

Klíčová slova:

Posilování, posilovací stroj, konstrukce, průběh sil, závaží, fitness centrum, mechanismus

Abstract

In the introduction of the diploma thesis, a current view of the issue of strengthening and strength machines is given. In the theoretical part, a general overview of the solved problem is made from available information sources. In the practical part, machines are divided according to various criteria with a focus on the most used machines. Then the work focuses on the construction of selected types of strength machines, safety features and sources of load forces. The next part consists of research in the form of a questionnaire intended for fitness centers. Based on the answers, a proposal to improve the problematic parts. This is followed by testing of the proposed design variants on a test device. The conclusion of the work is a summary of the facts found and their interpretation.

Keywords:

Workout, fitness machine, construction, progression of forces, weight, fitness centre, mechanism

Tímto bych rád poděkoval PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D., za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat respondentům, kteří se podíleli na výzkumném šetření mé diplomové práce.

Obsah

ÚVOD	8
1 HISTORIE POSILOVACÍCH STROJŮ	9
2 ROZDĚLENÍ POSILOVACÍCH STROJŮ	14
2.1 Podle umístění	14
2.1.1 Stroje pro venkovní cvičení	14
2.1.2 Stroje pro vnitřní cvičení	19
2.2 Podle vytvoření odporu	20
2.2.1 Stroje pro cvičení s vlastní vahou	20
2.2.2 Stroje vyvozující protisílu	21
2.3 Stroje pro handicapované	23
2.3.1 Venkovní posilovací stroje	24
2.3.2 Vnitřní rehabilitační stroje	24
2.3.3 Domácí posilovací stroje	25
3 TRENDY V OBLASTI POSILOVACÍCH STROJŮ	26
4 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY U POSILOVACÍCH STROJŮ	30
4.1 Tlumiče	30
4.2 Páky	31
4.3 Zarážky	33
5 ZDROJE ZÁTĚŽOVÝCH SIL POSILOVACÍCH STROJŮ	35
5.1 Pružina	35
5.1.1 Výpočet průměru drátu šroubové pružiny tlačné	36
5.2 Páka v kombinaci s pásem na navíjecím bubnu	38
6 DOTAZNÍK PRO MAJITELE/PROVOZOVATELE FITNESS CENTER ...	41
7 PROBLEMATICKÉ ČÁSTI POSILOVACÍCH STROJŮ	44

7.1 Nejčastější způsoby přenosu sil u kladkových strojů a jejich nevýhody	44
7.1.1 Nylonový řemen	45
7.1.2 Řetěz	46
7.1.3 Ocelová lana	47
7.2 Materiál sedacích částí.....	48
7.3 Návrhy na prodloužení životnosti částí posilovacích strojů.....	49
7.3.1 Systém přenosu sil	49
7.3.2 Povrch posilovací lavice	50
8 TESTOVÁNÍ MATERIÁLŮ	52
8.1 Testovací zařízení	52
8.2 Metodika testování	57
8.2.1 Otěr lan.....	58
8.2.2 Otěr materiálu sedacích částí	59
8.3 Výsledky testů	61
8.3.1 Otěr lan.....	61
8.3.2 Otěr materiálu sedacích částí	66
8.3 Zhodnocení testů.....	70
ZÁVĚR	72
UŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE	74
PŘÍLOHY	79
Příloha 1 – moderní posilovací stroje	79
Příloha 2 – dotazník pro majitele/provozovatele fitness centra	81

ÚVOD

Důvodů pro výběr tématu pro tuto diplomovou práci bylo hned několik. Jedním z nich bylo propojení obou aprobačních předmětů, které studuji na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity. Těmi jsou technická výchova a tělesná výchova a sport. Dalším důvodem bylo, že posilování je mojí zálibou, a proto s řadou věcí týkajících se konstrukcí posilovacích strojů mám již vlastní několikaletou zkušenost.

Posilování je sport s dlouholetou tradicí a aktuálně je opět na vzestupu. V historii už měly posilovací stroje své zastoupení, primárně však byly určeny pro léčebné a ozdravné procesy. Ukazuje se, že z mechanického hlediska tehdejší stroje pracovaly na stejném nebo analogickém principu, jako stroje používané v dnešních posilovnách a posilovacích centrech. Posilovny se dnes ve velké míře objevují nejen ve velkých městech, ale i na menších městech a vesnicích, a dokonce existují i domácí posilovny.

Těžiště posilování, tedy i posiloven, tvoří dnes především volnočasová zájmová činnost ve specializovaných posilovnách nebo na venkovních hřištích. Ty bývají vybaveny univerzálními i speciálními stroji, pomocí nichž lze posilovat, protahovat nebo uvolňovat vybrané partie svalů.

Konstrukce posilovacích strojů bývá tvořena především základními kladkovými a pákovými mechanismy v kombinaci se zátěžovými mechanismy, které tvoří závaží, pružiny, pryžové svazky nebo vlastní váha cvičence. Důležitou konstrukční částí jsou také bezpečnostní prvky strojů. Jedním z cílů teoretické části práce je tedy popsat a analyzovat rozdělení posilovacích strojů podle různých hledisek, jejich konstrukci a princip činnosti, ale i bezpečnostní prvky u nich používané. Nedílnou součástí bude také stručný přehled o moderních trendech v oblasti posilovacích strojů.

V praktické části bude část informací pro výzkumnou sondu čerpána přímo od specializovaných posilovacích center, která mají největší zkušenosti s provozem a údržbou těchto strojů. V první fázi praktické části je proto třeba vytvořit dotazník, určený pro majitele nebo provozovatele menších i větších fitness center. Cílem dotazníku bude identifikovat nejproblematictější části strojů a následně navrhnout vhodné alternativní materiály pro jejich nahrazení. Nezbytnou součástí experimentální části pak musí být ověření vhodnosti a přínosu navržených alternativ ve srovnávacím testu provedeném na k tomuto účelu navrženém a zkonstruovaném zkušebním zařízení.

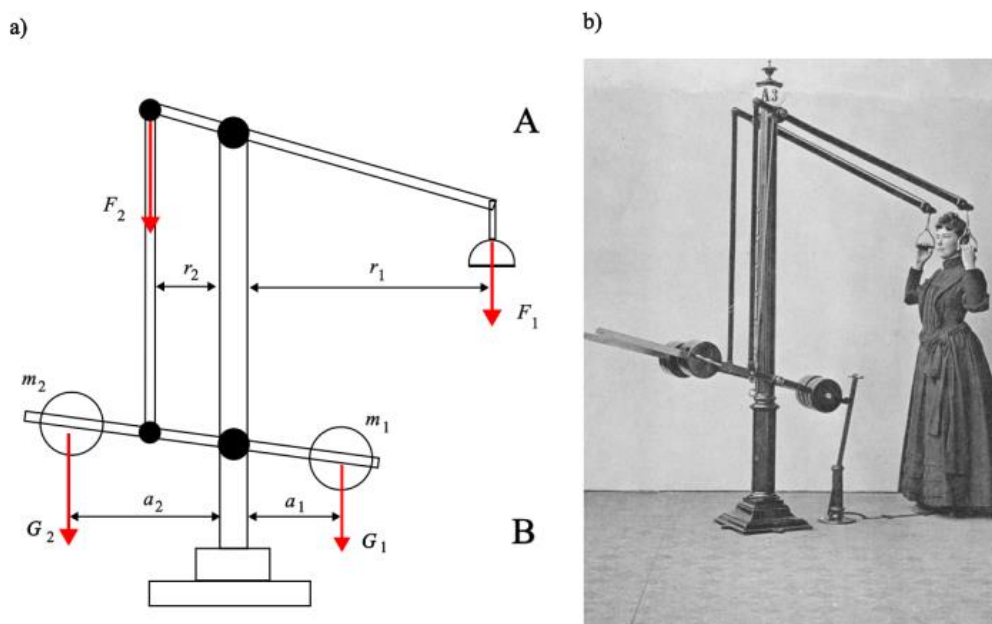
1 HISTORIE POSILOVACÍCH STROJŮ

Posilování, jak se možná zdá, není výdobytkem moderní doby, ale má kořeny daleko v minulosti. Ve starověku bylo cvičení chápáno zčásti léčebně a zčásti jako společenská akce. V antickém Řecku byla fyzická připravenost často vztahována k harmonickému způsobu života, ale i k boji. Především Spartané byli považováni za ztělesnění ideálu atletického muže. I z tohoto důvodu byla spartánská armáda jednou z nejobávanějších na světě. Kromě armády byla hojně podporována účast ke cvičení v zabránění šíření různých chorob [1].

Posilovací stroje mají taktéž svoji dlouholetou historii. Protože využívají jednoduché mechanismy, byly užívány už před více než 150 lety. Nový směr cvičení udal Švéd Henrik Ling, který založil tzv. švédskou školu. Švédská škola směřovala především ke cvičení s vlastním tělem. Za prvního zakladatele posilovacích strojů můžeme považovat dr. Gustava Vilhelma Zandera, který okolo roku 1850 sestavil první posilovací stroj, jenž umožňoval variabilně nastavitelný odpor podle fyzických schopností pacienta. Dr. Gustav Vilhelm Zander se věnoval léčebnému cvičení a ortopedii. Byl velkým propagátorem mechanoterapie. Inspiraci ve své práci hledal Zander například u předního amerického lékaře Silase Weira Mitchella, který se zabýval léčbou svalových a nervových poruch pomocí cvičení a využívání mechanických pomůcek. Dalším, kdo inspiroval Zandera byl francouzský neurolog a fyziolog Charles-Édouard Brown-Séquard. Inspiroval se také koncepty posilování svalů a rehabilitace používané ve vojenském lékařství. Kolem roku 1860 založil ve švédském Stockholmu léčebný institut, jenž vybavil vlastními zařízeními, která jsou považována za základ posilovacích strojů. Mechanoterapie a vybavení léčebného institutu se setkala s velkou oblibou, proto byl institut rozšířen až do 146 zemí po celém světě [1], [2], [3].

Na následujících obrázcích jsou vidět historické posilovací stroje. Na obrázku č. 1 je posilovací stroj, který sloužil pro posilování zádočných svalů společně se svaly ramenního pletence. Je založen na principu páky a závaží. Uživatel cvičící na stroji se drží madel, která jsou upevněna na táhla. Při přitáhnutí madel k tělu se pohybuje táhlo, ke kterému je upevněno závaží. Pohyb uživatele je ve schématickém nákresu, obrázek část a), znázorněn silou F_1 . Červené šipky ukazují směr pohybu páky. Závaží u tohoto stroje je

konstrukčně řešeno kulatinou nařezanou na plátky určité tloušťky. Zatížení stroje se reguluje pomocí pohybu závaží po rameni.



Obrázek č. 1: Historický posilovací stroj na svaly ramenního pletence, a) schéma konstrukčního provedení s naznačením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [3].

Momentová rovnováha dílu A.

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2 \quad (1)$$

Momentová rovnováha dílu B.

$$F_2 \cdot r_2 = G_1 \cdot a_1 = G_2 \cdot a_2 \quad (2)$$

Výpočet tíhy závaží.

$$G = m \cdot g \quad (3)$$

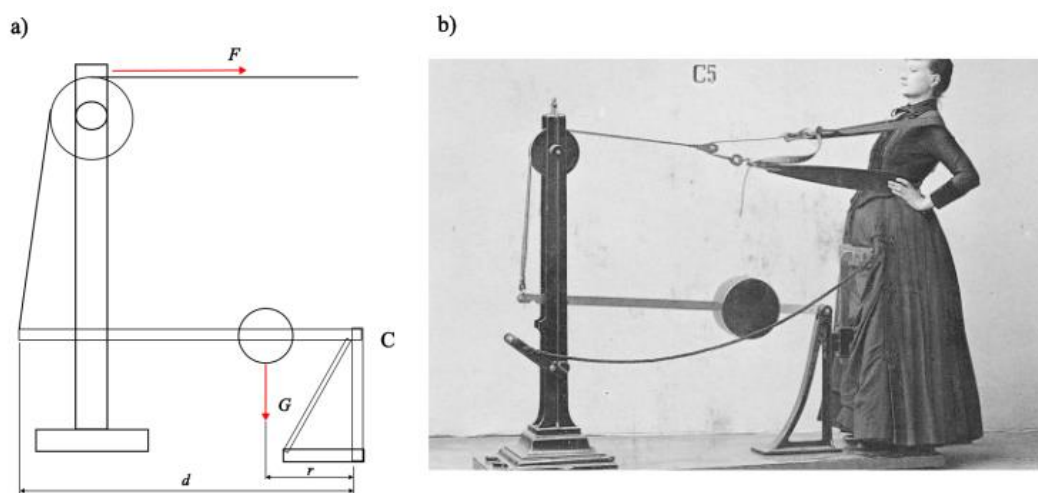
Výpočet síly potřebné ke stahování závaží.

$$F = \frac{g}{r_1} \cdot (m_2 \cdot a_2 - m_1 \cdot a_1) \quad (4)$$

U tohoto historického stroje lze z výpočtů říci, že náročnost provádění cviku lze regulovat polohou závaží m_1 a m_2 . Pohybem závaží m_2 směrem k ose otáčení (v tomto případě spojení s hlavním rámem stroje) se zmenšuje rameno a_1 a tím se snižuje potřebná vytvořená síla F . Při opačném pohybu závaží se potřebná síla zvětší. Posunutím závaží m_1

směrem od osy otáčení (hlavního rámu) se prodlouží rameno a_2 . Potřebná síla je větší. Veškeré matematické vztahy jsou napsány při hmotnosti konstrukce značně menší než hmotnosti závaží, tedy hmotnost konstrukce je zanedbatelná.

Na obrázku č. 2 je posilovací stroj, jehož účelem bylo taktéž posílení zádových svalů. Je založen na principu kladky se závažím. Osoba, která cvičí na tomto posilovacím stroji, má připevněné popruhy k tělu tak, aby při provedení záklonu posouvala přes lano závaží. Poloha závaží ovlivňuje náročnost provádění cviku. Čím blíže se závaží posune směrem od těla pacienta, tím je provádění cviku náročnější. Pojmenování pacient je myšleno ve vztahu k mechanoterapii, ke které byly tyto stroje původně určeny. V části obrázku a) je schématické zobrazení konstrukce stroje se značenými silami. Při vykonávání pohybu vzniká síla F , která pohybuje lanem ve směru červených šipek ve schématu. Závaží je na tomto historickém posilovacím stroji pouze jedno. Náročnost se také dá matematicky vyjádřit následujícím vztahem.



Obrázek č. 2: Historický posilovací stroj na svaly v oblasti zad, a) schéma konstrukčního provedení s naznačením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [3].

Momentová rovnováha dílu C.

$$F \cdot d = G \cdot r \quad (5)$$

$$F = \frac{G}{d} \quad (6)$$

Veškeré matematické vztahy jsou napsány stejně jako u předchozího schématu (obrázek č. 1), kdy je hmotnost konstrukce značně menší než hmotnost závaží. Tedy ve výpočtech se s ní nepracuje.

Pohybová aktivita byla vždy v průběhu fylogenetického vývoje člověka nedílnou součástí života. Pohyb má obecně pozitivní vliv na zdraví člověka, a to z pohledu fyzické a psychické zdatnosti. Nelze však opomenout její důležitý význam v oblasti sociálního života. Evolučně je pohyb přirozenou činností, proto působí i jako způsob komunikace, který odráží naše pocity, emoce, fantazii a myšlení. Technický vývoj v posledních letech výrazně ovlivnil a usnadnil lidský život. Ve všech oblastech je to pokrok velmi přínosný, ovšem směrem k lidskému pohybu je vývoj v určitých oblastech paradoxně na škodu. Například přidávání elektromotoru do jízdních kol nebo koloběžek. Dlouhodobým využíváním těchto moderních inovací dochází k nahrazení přirozeného lidského pohybu. Nahrazení přirozeného pohybu může vést spolu se sedavým zaměstnáním k vážným poškozením pohybového aparátu [4], [5].

Spojení nedostatečného pohybového zatížení s velkým příjmem energie způsobuje ve společnosti vznik civilizačních onemocnění, kterými jsou typicky obezita, diabetes mellitus II. typu (cukrovka) či problémy s kardiovaskulárním systémem. Při pohledu do minulosti lze v tomto ohledu najít určité spojující prvky. V minulosti byl člověk vlivem nedostatečné fyzické připravenosti odkázán k dlouhodobému nepřezítí, dnes je tomu vznikem civilizačního onemocnění podobně [4].

Přínos pohybové aktivity lze popsat v následujících bodech:

- pozitivní ovlivnění zdravotního stavu (pohybový aparát, orgánové soustavy);
- poskytování primární prevence proti civilizačním onemocněním (obezita, diabetes mellitus, kardiovaskulární systém);
- zlepšení imunitního systému;
- pozitivní vliv na psychický stav (sebedůvěra, vzhled) [5].

Do České republiky se fitness dostalo v 60. letech 20. století. Větší rozkvět posilovacích strojů přišel však až v 80. letech 20. století, kdy nejprve vznikaly posilovny v menších prostorách, často sklepech. Později začala vznikat komerční fitness centra obdobná těm, která známe dnes [6].

Dříve byl pojem fitness vztahován pouze k posilování ve fitness centrech, dnes je tato myšlenka již přežitkem. Posilování je dnes rozšířeno mezi vnitřní posilovny, venkovní posilovací hřiště a domácí posilovny. Při cvičení se využívá vlastní váha (těla či jeho součástí), volná závaží, tzv. volná váha, a posilovací stroje. Velká část posilovacích strojů funguje na stejném principu jako původní historické stroje [6].

Na fitness trhu je celá řada firem, které vyrábějí posilovací stroje. Mezi nejrozšířenější značky vybavení v jihočeských fitness centrech patří: Hammer Strength, Kettler, Fitham.

Hammer Strength je americká firma, kterou založil Gary Jones v roce 1989. Gary Jones nejprve směřoval stroje k profesionálním sportovcům. Díky přispění Cincinnati Bengals, což je elitní tým americké národní fotbalové ligy, a jejich finanční podpoře vyvinul posilovací stroje, které zjednodušily biomechaniku zvedání závaží a zároveň se dokázaly přizpůsobit přirozenému lidskému pohybu. V roce 1997 firmu zakoupila společnost Life Fitness, což vedlo k posunu mezi nejznámější značky na fitness trhu. Hammer Strength vyrábí v dnešní době velké množství fitness pomůcek od jednoručních činek až po velké posilovací stroje [7].

Zakladatel Gary Jones cílí své posilovací stroje nejen pro profesionální sportovce, ale i pro běžné uživatele. Běžným uživatelům tyto stroje pomáhají připravit tělo na zvládání rutinních činností. Posílení těchto svalů využívaných u běžných činností se předchází nepříjemným zraněním. (Gary Jones) [8].

Německá firma Kettler je výrobcem volnočasového vybavení, do kterého spadá i fitness. Firmu založil v roce 1949 Heinz Kettler na západě Německa. Značka kvality Made in Germany je zárukou kvalitního vybavení. Firma vyváží své zboží na všechny kontinenty na světě [9].

Fitham je česká firma, jež byla založena roku 1995. Jako jedna z prvních se v České republice začala specializovat na fitness vybavení. Roční počet realizovaných objednávek je kolem 15 000. Firma působí i jako autorizovaný prodejce dalších značek pro fitness vybavení [10].

2 ROZDĚLENÍ POSILOVACÍCH STROJŮ

Posilovací stroje se dají rozdělit podle několika hledisek, dle umístění na venkovní a vnitřní, dle konstrukce na posilovací stroje pohyblivé a statické, dle zdravotního stavu uživatele na stroje pro zdravé a pro handicapované, dle vytvoření odporu na stroje, které vyvozují protisílu závažím a na stroje pro cvičení s vlastní vahou.

2.1 Podle umístění

Posilovací stroje se podle umístění dají rozdělit na venkovní posilovací stroje a vnitřní posilovací stroje. Umístění má velký vliv především na konstrukci posilovacích strojů. Pro venkovní účely se nedají využít například polstrované části a stroje využívající nastavení výchozí pozice. Volné váhy jsou také velmi málo využívány.

2.1.1 Stroje pro venkovní cvičení

Cvičení v otevřeném prostoru je vyhledávané zejména kvůli čistotě vzduchu a větší časové flexibilitě, která je tím umožněna. Venkovní posilovací hřiště je určeno primárně pro posilování s vlastní vahou. Kvůli bezpečnosti musí mít takové hřiště vhodně upravené dopadové plochy. Dopadovou plochou se rozumí veškerý prostor v okolí posilovacího stroje. Venkovnímu posilovacímu hřišti se také říká workoutové hřiště z anglického slova workout, česky cvičení, trénink. Většina výrobců nabízí různé druhy dopadových ploch, například český výrobce REMAS STORE s. r. o. má ve svém sortimentu následující druhy:

- litá pryž;
- pryžová dlaždice;
- pryžová štěpka;
- zatravnovací rohož;
- kačírek;
- mulčovací kůra;
- písek [11].

Nespornou výhodou venkovních hřišť je, že jsou zpřístupněna 24 hodin denně, bývají doplněna veřejným osvětlením, a to z toho důvodu, aby umožňovala také večerní cvičení.

Používání venkovního workoutového hřiště je bezplatné a není omezeno věkem. V blízkém okolí je vystavený řád hřiště, v němž jsou uvedena všechna bezpečnostní rizika spojená s jeho využíváním. Uživatel svým vstupem na hřiště potvrzuje, že se s řádem seznámil a bude ho dodržovat po celou dobu svého pobytu na hřišti.

Nevýhodou venkovních hřišť jsou jejich vysoké finanční náklady v prvotní fázi jejich realizace, proto nejsou v každém městě. Náklady se odvíjí od velikosti a vybavenosti hřiště v řádech statisíců až jednoho milionu (nejčastěji pohybující mezi 500 000 až 1 000 000). Další nespornou nevýhodou je omezenost prováděných cviků, které se dají na venkovních hřištích cvičit [12].

Venkovní posilovací stroje jsou náročné na konstrukci a údržbu především kvůli působení vnějších povětrnostních faktorů, kterými jsou:

- déšť;
- vlhkost;
- mráz;
- sluneční svit;
- vítr.

Z důvodu prodloužení životnosti se u venkovních posilovacích strojů využívá metalurgická úprava žárovým zinkováním. Při něm se ošetřovaný ocelový kus vloží do lázně s roztaveným zinkem. Ocel musí být perfektně očištěna a osušena, aby bylo dosaženo co nejlepší adheze mezi zinkem a kovem. Lázeň dosahuje teplot okolo 450 °C. Vlivem vysokých teplot dojde ke spojení zinku a železa. Na povrchu se tak vytvoří ideální ochranná vrstva, která dobře odolává korozi a všem venkovním fyzikálním vlivům. Výhodou tohoto procesu je možnost zinkování různých tvarů [13].

Na obrázku č. 3 je vyobrazen typický příklad venkovního posilovacího hřiště s popisem jednotlivých stanovišť. Nacházející se v Českých Budějovicích na ulici Plavská, (nedaleko řeky Malše). Hřiště se rozkládá na ploše 150 m². Hřiště je vybaveno výhradně statickými konstrukcemi umožňujícími cvičení s vlastní vahou [14].



Obrázek č. 3: Venkovní workoutové hřiště v Českých Budějovicích. (1- závěsné gymnastické kruhy, 2- horizontální žebřiny pro ručkování, 3- různé typy hrazd, 4- gymnastická bradla) [14].

Mezi pohyblivé stroje nejčastěji umísťované na venkovní hřiště patří trenažér chůze, shoulder press, benchpress a stroj na dřepy.

Trenažér chůze (viz obrázek 4) je stroj určený všem věkovým kategoriím, je vyroben z nerezové oceli, která dobře odolává okolním vlivům. Stroj se dá využít nejen k simulaci chůze, ale také k protahování svalů v oblasti stehna, třísel a bérce. V konstrukci trenažéru je důležitým bezpečnostním prvkem podpurná (opěrná) tyč, za kterou se osoba přidržuje. Tyč napomáhá v provádění plynulého pohybu dolních končetin. Obě funkční pohyblivé části jsou doplněny o vlastní kluzná pouzdra, ve svém pohybu se vzájemně neovlivňují a pracují samostatně. Rozměry stroje jsou 362 mm × 1178 mm × 1720 mm. Maximální nosnost tohoto stroje je 150 kg [15].

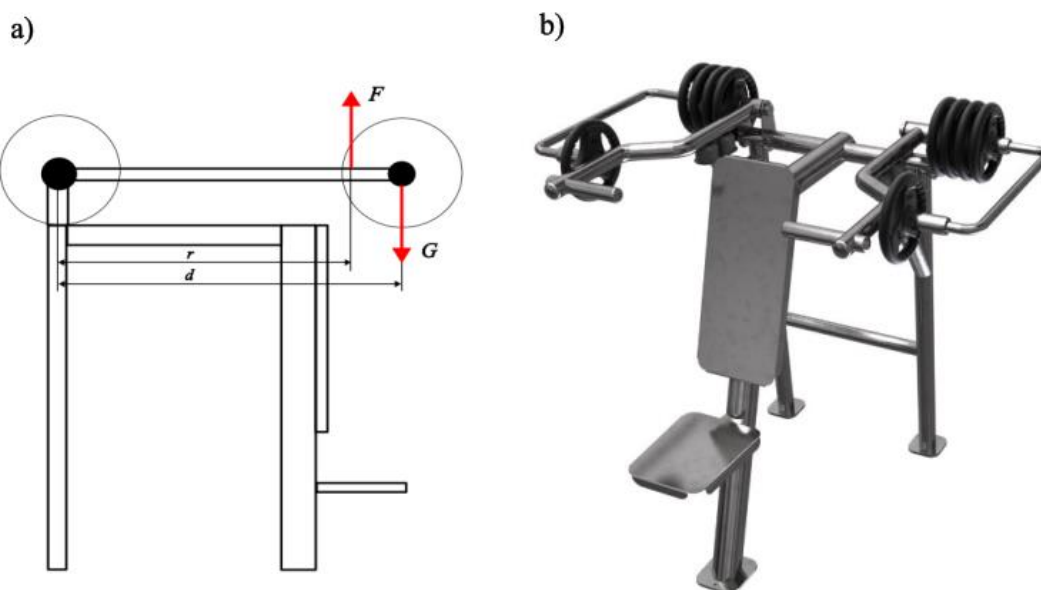


Obrázek č. 4: Trenažér chůze [16].

Shoulder press na obrázku 5 (česky zařízení na tlaky na ramena) je venkovní stroj určený primárně pro cvičení ramen a horní poloviny těla, ale dá se také využít k posilování nohou. Stroj umožňuje cvičení s rozdílnou vahou v omezeném rozsahu pohybu.

Pohyblivé části u shoulder pressu jsou zajištěny pákou. Otáčivý pohyb je opět zajištěn kluzným pouzdrem. Závaží se pohybuje z místa umístěného na jednom konci páky, tudíž v místě, které se nepohybuje, na druhý konec. Vytvořená síla je tlaková a její směr je vertikální. Rozměry stroje na obrázku jsou 1440 mm × 1168 mm × 1316 mm, maximální možná hmotnost cvičence je 120 kg [17].

Dráha pohybu je vždy u každého uživatele rozdílná, odvíjí se od délky končetin. Rameno síly je konstantní, stroj nemá možnost nastavení délky ramene. Rameno u tohoto stroje je označeno v obrázku a) písmenem r a je dlouhé 1 metr. Zátěž je konstrukčně řešena kotouči, které mají možnost pohybu z místa nulového odporu kotouč označen m_2 na koncový bod ramene pozice závaží ve schématu označena m_1 . Každý výrobce poskytuje jiné maximální množství závaží, které je rozděleno nejčastěji mezi 2,5 kg, 5 kg, 10 kg a 20 kg kotouče. Vyvinutá síla potřebná ke zvedání je označena v nákresu písmenem F .



Obrázek č. 5: Shoulder press, část a) konstrukční schéma se zaznačením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [17].

Momentová rovnováha páky.

$$F \cdot r = G \cdot d \quad (7)$$

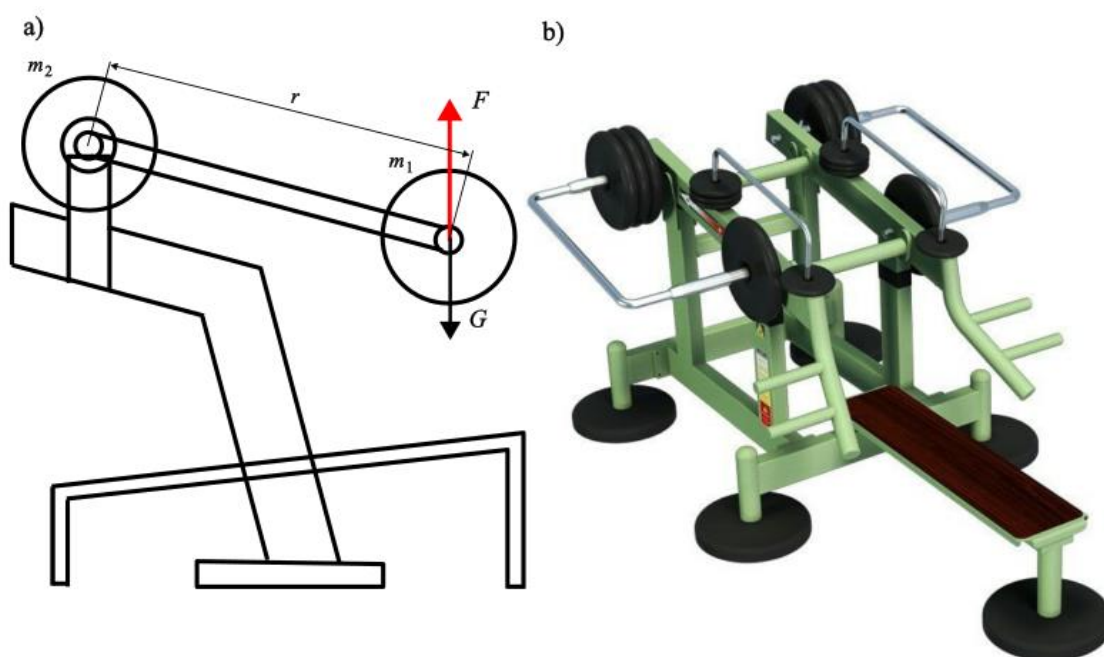
Výpočet G byl proveden ve vztahu (3).

$$F = \frac{d \cdot g}{r} \cdot m \quad (8)$$

Z výpočtů vyplývá, že u shoulder pressu je jedinou veličinou, která se dá měnit, hmotnost závaží m . Všechny další hodnoty jsou dané konstrukčním provedením.

Bench press (viz obrázek 6) je nejrozšířenějším strojem na cvičení uvnitř. Svoje zastoupení má ovšem i na venkovních posilovacích hřištích. Pro název stroje neexistuje v českém jazyce přesný překlad, dalo by se říct lavice na tlaky. Zařízení využívá páku a závaží, které se dá přesouvat a tím regulovat sílu odporu, jedná se o tlakový stroj pro horní polovinu těla. Ve vnitřních fitness centrech můžeme najít obdobné konstrukční provedení. Nejčastější variantou vnitřního bench pressu je ovšem pouze tyč tvaru činky se závažími. Cvičenec při posilování leží na lavici opatřené podpůrnou konstrukcí sloužící k bezpečnému odložení zátěže. V tomto případě není prováděný pohyb přímo vedený strojem, čímž je pro cvičící osobu náročnější udržet správný směr působení síly a musí tak zapojit i jiné svalové partie.

V části obrázku a) je vyobrazeno schéma, které je doplněno o působící síly a nejdůležitější hodnoty stroje vzhledem k průběhu a působení sil při používání stroje. Závaží je konstrukčně řešeno stejně jako předchozí typy strojů. Závaží označené m_1 je na rameni r , tudíž vytváří otáčivý moment. Hmotnost závaží je volitelná, ale omezená. Závaží označené m_2 je v pozici, ve které má minimální hmotnost, tedy síla k jeho zvednutí je malá.



Obrázek č. 6: Bench press. část a) konstrukční schéma se zaznačením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [18].

Matematické vztahy jsou u bench pressu shodné se shoulder pressesem, který je na obrázku č. 5.

2.1.2 Stroje pro vnitřní cvičení

Cvičení ve vnitřních posilovnách je rozšířeným a často vyhledávaným způsobem posilování, ale i relaxace. Takové cvičení má zásadní výhody oproti cvičení venku, zejména pak komfort při cvičení. Vnitřní prostory jsou nastaveny na stálou teplotu, tudíž se předchází nachlazení organismu sportovců. Ve fitness centrech je značně větší možnost výběru prováděných cviků. V posilovnách jsou stroje, které používají i prvky, jež by na venkovních strojích nemohly být provedeny. Proto má cvičení uvnitř řádově větší zastoupení než cvičení venku. Dále také již výše zmíněné žárové zinkování není u vnitřních strojů nezbytné, neboť na stroje nepůsobí venkovní vlivy.

Cvičení uvnitř má však i řadu nevýhod, tou hlavní je bezesporu časové omezení. Většina posiloven má stanovenou otevírací dobu v rámci, které mohou uživatelé prostory posilovny využívat. Nevýhodou cvičení uvnitř může být pro řadu lidí také blízký sociální kontakt, zvláště v posilovnách s menším prostorem. Ve vnitřních posilovnách se platí vstupné, což může být pro některé sportovce překážkou. Pravidla pro vnitřní posilovny mohou být různá, v některých je požadovaný minimální věk návštěvníka, což znevýhodňuje mladší zájemce o posilování.

Konstrukce posilovacích strojů určených pro vnitřní používání klade větší důraz na pohodlí cvičence. Pohodlí je zajištěno polstrovanými plochami na sezení, případně ležení. Bezpečnostní prvky u posilovacích strojů jsou také zajištěny například možností nastavení výchozí polohy pro provádění cviků.

2.2 Podle vytvoření odporu

Rozdělení strojů podle vytvořeného odporu je na následujícím schématu.



Obrázek č. 7: Rozdělení posilovacích strojů podle vytvoření odporu.

2.2.1 Stroje pro cvičení s vlastní vahou

Posilování s vlastní vahou je považováno za jeden z nejzdravějších druhů posilování. Výhodou takového cvičení je menší zatěžování kloubů a pohybového aparátu celkově. Při posilování s vlastní vahou je často obtížné regulovat zatížení vzhledem k hmotnosti cvičence. V počáteční fázi je tento druh posilování velmi obtížný. Některé typy strojů nabízejí rovněž kombinaci posilování se závažím a vlastní vahou.

Mezi nejčastější cviky s vlastní vahou se řadí různé formy kliku, dřepu a shybu. K posilování s vlastní vahou se nejčastěji používají tyto pomůcky typu hrazda, bradla, žebřiny, kruhy, lavice, různě vysoké bedny atd.

Mezi moderní využívané pomůcky patří TRX, což jsou závěsné popruhy, které jsou tvořeny řemeny z nylonu nebo plátna. Do nich se zavěsí příslušná část těla, přičemž druhá část tvoří břemeno [19].

Konstrukčně se jedná ve valné většině případů o stacionární konstrukce. Tyto konstrukce slouží k zavěšení, přidržení, opoře atp. částí těla, přičemž jiná část těla provádí posilovací cvičení. Stroje, které jsou určené k této činnosti musí konstrukčně splňovat bezpečnostní pravidla. Hlavními nároky na tyto stroje je pevnost, nosnost, tvar a s ním spojené rozměry a povrchová úprava.

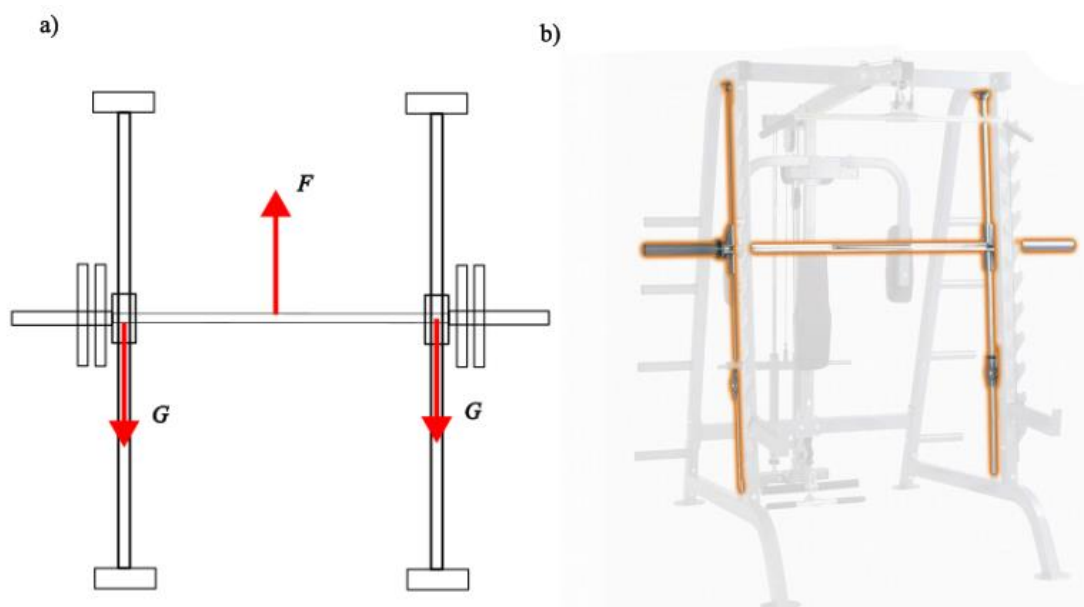
K povrchové úpravě těchto konstrukcí patří mimo jiné například vroubkování pro lepší úchop. Hlavní úpravou je ochrana proti působení fyzikálních a mechanických vlivů. Další nedílnou součástí povrchové úpravy je natírání, které je důležité i z estetického hlediska. Tvar u stacionárních konstrukcí může být různý. Některé druhy hrazd na přitahování jsou proti sobě v úhlu, tím dochází ke změně úchopu. Různým úhlem úchopu dochází ke změně zatížených svalů při cvičení. Nosnost konstrukce musí být navržena tak, aby udržela uživatele. Každá posilovací konstrukce má svou omezenou nosnost. Nosnost je dána především materiálem. Nejzákladnějším materiálem pro stacionární konstrukce posilovacích zařízení je konstrukční ocel. Příkladem konstrukční oceli může být například ocel HSLA. Jedná se o vysokopevnostní ocel. Rozměry konstrukcí jsou různé. Typickým průměrem hrazdy na venkovním hřišti je 40 mm, bradla jsou od sebe vzdálena od 400 mm do 600 mm. Vnitřní průměr kruhu je 180 mm.

2.2.2 Stroje vyvozující protisílu

Stroje s vyvozením protisíly jsou takové, s nimiž pomocí svalové síly překonáváme odpor v podobě závaží, jedná se o nejrozšířenější stroje ve vnitřních posilovnách. Závaží se nejčastěji objevuje ve formě cihlíček, a volné váhy. Volná váha je u posilovacích strojů řešena formou kotoučů, které se připevňují k pohyblivému rameni stroje. Jejich zastoupení je i u řady venkovních posilovacích strojů. Do této skupiny posilovacích strojů patří všechny stroje, které používají pro přenos sil kladku, páku, pružinu nebo vodící tyče.

Typickým strojem. Který využívá v konstrukci vodící tyče je multipress. Jedná se o posilovací stroj, který jako závaží využívá volnou váhu. U multipressu se kotouče umísťují na jedné ose. Tento druh stroje je pohybem nejvíce podobný benchpressu, který je zmíněn v předešlé kapitole. Nejdůležitějším konstrukčním prvkem jsou vodící tyče.

Pomocí vodících tyčí se osa pohybuje neustále ve vodorovné pozici. Uložení osy na vodících tyčích je zajištěno ložisky. Konstrukce umožňuje naložit větší množství závaží na jednu stranu, aniž by muselo docházet k vytvoření větší síly na této straně. Takovéto dlouhodobé ukládání závaží pouze na jednu stranu by brzy vedlo k poškození stroje. Ložiska by byla namáhána velkou boční silou. Síla vytvořená závažím je vždy rozmístěna po celé pracovní ose konstantně. V obrázku č. 8 části a) je vyobrazeno konstantní zatížení.



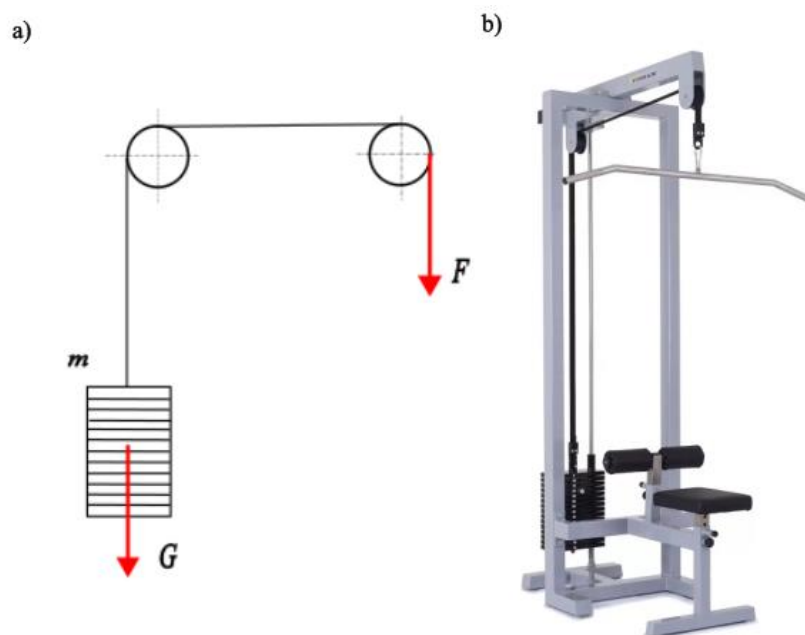
Obrázek č. 8: Multipress, část a) konstrukční schéma se značením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [20].

Silová rovnováha se svislým směru.

$$F = 2 \cdot G \quad (9)$$

U multipressu je pohyb zajištěn kluznými ložisky, která brání vodorovným silám hýbat s osou na které je závaží.

Dalším druhem stroje je kladkový stroj, který typicky využívá jako zatížení závaží ve formě cihliček. Zde se dá zátěž regulovat zvolením počtu zvedaných cihliček, které mají zpravidla 5 kg. V obrázku č. 9 v části a) je vyobrazeno schéma, které je doplněno o působící síly. Síla potřebná k zvednutí závaží je označena F . Závaží je označeno písmenem m . Hmotnost závaží je regulovatelná od 5 kg do 100 kg. Pohyb je přenášen různými konstrukčními prvky. Na obrázku č. 9 je pohyb přenášen pomocí pryžového řemene.



Obrázek č. 9: Kladkový stroj využívající jako závaží cihličky, část a) konstrukční schéma se zaznačením působících sil, b) reálné vyobrazení stroje [21].

Silová rovnováha.

$$F = G = m \cdot g \quad (10)$$

V tomto konstrukčním řešení kladky pouze přenášejí sílu (mění její směr). Síla potřebná k zvednutí závaží je rovna hmotnosti závaží.

2.3 Stroje pro handicapované

Posilovací stroje pro osoby s tělesným postižením můžeme rozdělit do tří základních skupin. Stroje určené pro venkovní posilování, vnitřní posilování a domácí posilování. Princip konstrukce posilovacích strojů pro handicapované se v zásadě neliší od posilovacích strojů pro zdravé uživatele bez zdravotních handicapů. Konstrukce opět využívá nejčastěji pák, kladek, lanových převodů a protizávaží v různých podobách (cihličky, kotouče). Konstrukce je přizpůsobena druhu handicapu. Cvičení jde provádět přímo z invalidního vozíku. Nejčastější nároky na konstrukci vedou směrem k samostatnosti uživatelů, zejména u domácích posilovacích strojů. Řada strojů má sedátka, na které se osoby musí přemístit, proto je u některých strojů je nezbytná pomoc druhé osoby.

2.3.1 Venkovní posilovací stroje

Venkovní posilovací stroje pro handicapované jsou podobné jako běžné venkovní posilovací stroje umístěny na hřištích a sportovištích ve městech. Pro tyto stroje platí podobné nároky na konstrukci a odolnost jako pro běžné venkovní stroje. U těchto strojů není možná regulace zátěže, jediná regulace je možná počtem opakování a počtem pracovních sérií. Dráha pracovního úkonu v tomto případě pažemi je převedena pomocí spojení pák až k plošině pro vozíčkáře. Při práci pažemi dochází ke zvedání plošiny, na které je umístěn vozíčkář s invalidním vozíkem. Jedná se tedy o formu cvičení s vlastní vahou. Stroj pro handicapované má několik možných variant a pozic [22].



Obrázek č. 10: Venkovní posilovací stroj pro vozíčkáře [23].

2.3.2 Vnitřní rehabilitační stroje

Vnitřní rehabilitační stroje jsou doménou především rehabilitačních center, a to zejména kvůli své vysoké pořizovací ceně a náročnosti na obsluhu. Jsou určené k aktivnímu i pasivnímu cvičení. Většina těchto strojů je řízena elektronicky a pohon obstarává elektromotor [23].

U rehabilitačních strojů je často složité správně nastavit a využívat stroj. K cvičení na těchto strojích je bezpodmínečné aktivní zapojení druhé osoby. I náročnost na obsluhu je jedním z důvodů, že nejčastějším, místem využití jsou léčebná a rehabilitační střediska. Pracuje zde speciálně vyškolený personál. Stroje jsou také často využívány mezi fyzioterapeuty.



Obrázek č. 11: Vnitřní rehabilitační stroj pro handicapované [24].

2.3.3 Domácí posilovací stroje

Mezi typické domácí posilovací stroje pro handicapované patří posilovací věže, které mají přístup z více stran. Většina strojů má sedátko, u něhož je místo pro invalidní vozík. Stroje jsou po konstrukční stránce velmi podobné strojům pro zdravé jedince. Nejčastější jsou různé varianty strojů s využitím páky nebo kladky [22].



Obrázek č. 12: Domácí posilovací stroj pro handicapované [25].

3 TRENDY V OBLASTI POSILOVACÍCH STROJŮ

V dnešní době je pokrok přítomný ve všech sportovních odvětvích, stejně tomu je i u fitness vybavení. Největší rozvoj posilovacích strojů probíhá v dnešní době v oblasti kardio. Jedná se o druh posilování, při kterém se dosahuje vysokých hodnot tepové frekvence, čímž dochází k většímu spalování kalorií. Mezi novinky patří v dnešní době zejména následující stroje:

- speciální rotoped se vzduchovým odporem;
- zakřivený běžecký trenažér;
- běžkařský trenažér;
- nekonečný žebřík;
- nekonečné schody;
- vibrační masážní stroj.

Speciální rotoped se vzduchovým odporem se v dnešní době hojně využívá u profesionálních sportovců, ale dá se využít i pro běžnou populaci. Konstrukčně se liší od běžného rotopedu především v provedení řídítek, které se zapojují do pohybu. Řídítka jsou konstruována ve vyšší výšce než u běžného rotopedu a jsou rozdělena, aby mohla pracovat samostatně. Pracují proti sobě. Jejich pohyb je možný pouze směrem od těla a k tělu. Hlavním konstrukčním prvkem jsou vzduchové brzdící systémy v kole rotopedu. Vzduchový ventilátor je složen z lopatek, které jsou napojeny na rukojeti a pedály rotopedu. Při pohybu pedálů nebo rukojetí se začnou lopatky pohybovat a vzniká proud vzduchu. Proud vzduchu vytváří při cvičení odpor. Rotace lopatek ventilátoru je ovlivněna silou a rychlostí pohybu pedálů a rukojetí. To znamená, že intenzita cvičení je přímo úměrná síle pohybu člověka na rotopedu. Vzduchový odpor má nevýhodu v jeho nepřesné manuální kontrole. Do konstrukce se proto zařazuje ještě magnetický brzdový mechanismus. Magnetické brzdění funguje na principu využití silového působení magnetického pole na kovové části spojené s pohyblivými částmi stroje. Magnetické pole vytváří elektromagnet, který je součástí brzdového mechanismu. Intenzita brzdění se reguluje měněním proudu, který vtéká do elektromagnetu. Pokud je proud, který do elektromagnetu teče větší, je větší i magnetické pole a tím i brzdný účinek. Pokud je proud menší, zmenší se i vytvořené magnetické pole a brzdný účinek je menší. Výhodou magnetických brzd je

plynulost a malé opotřebení součástí, což klade menší nároky na údržbu stroje. Rotoped je doplněn o monitor, na kterém se v průběhu cvičení ukazují různé hodnoty, např. rychlost, vzdálenost, srdeční tep (zajištěn hrudním pásem nebo snímači na rukojetích), spálené kalorie nebo typ zvoleného programu na cvičení [4].

Zakřivený běžecký trenažér je nový stroj, který slouží k simulaci běhu. Zakřivený pás se konstrukčně liší od běžných především tím, že nemá motor. Tyto běžecké pásy jsou poháněny pouze silou osoby, která se na pásu pohybuje. Rozběh pásu je vytvořen jeho tvarováním, uživatel musí první krok provést na horní zaoblené části. Chod pásu je natolik hladký, aby uživatel uvedl vlastní silou stroj do provozu. Dopadová plocha je u zakřiveného běžeckého trenažéru tvořena jednotlivými lamelami, které jsou ve vrchní dopadové ploše potaženy pryžovým materiálem. Běžné trenažéry jsou tvořeny jedním pásem v celku. Rychlost pásu tedy odpovídá rychlosti pohybu. Zakřivení pásu má důvod v náročnosti pohybu, ale také k přirozenějšímu pohybu. Tím, že trenažér není doplněn o motor je jeho rychlost prakticky neomezená. Konstrukce je doplněna o postranní držadla a displej. Na displeji se zobrazují hodnoty jako je rychlost, spálené kalorie a srdeční tep, který je zajištěn hrudním pásem [5].

Běžkařský trenažér slouží především jako vhodná letní příprava pro běh na lyžích. Běžkařský trenažér imituje pohyb holemi, který je při běhu na lyžích velmi důležitý. Konstrukce je tvořena rámem, lany a LCD displejem. Lana jsou navinuta na rolovací mechanismus, který umožňuje plynulé odvinování a navinování lan. Rolovací mechanismus je tvořen osou, která je opatřena kuličkovými ložisky z důvodu plynulého otáčení. Rolovací mechanismus musí být doplněn ještě o napínací zařízení, které udržuje napnutí lan. Nejčastěji se využívá pružina. Lana jsou umístěna v kladkách, které se mohou natáčet do stran. Tento pohyb kladky je z důvodu předcházení vypadnutí lan z kladek. Stroj využívá elektrickou energii pouze pro displej, nikoli pro pohyb lan. Obtížnost lze nastavit mechanicky. Trenažéry mají různé druhy odporu, některé mají magnetický odpor, některé mechanickou brzdu nebo vzduchový odpor. Magnetickému odporu se zabývá konstrukční řešení u speciálního rotopedu popsánému v předchozí části. Mechanicky se dá nastavit vzduchový odpor, natočením lopatek větráku. Obtížností je myšlena síla, která je potřebná na vytažení lan [6], [1].

Nekonečné schody a nekonečný žebřík fungují na podobném principu. Nekonečné schody jsou konstrukčně složeny z poháněcího ústrojí, kterým je nejčastěji elektrický motor. Ten přenáší otáčivý pohyb na pás nebo řetěz, na kterém jsou umístěny schody. Pás je na spodní straně schodů, je konstruován tak, aby se pohyboval v neustálém kruhu. Dalším konstrukčním prvkem je rám stroje, který drží všechny prvky pohromadě, nejčastěji je z konstrukční oceli. Stroj je doplněn i o zábradlí a displej. Jedním z prvků, kterými je stroj doplněn je magnetické brzdění. Magnetické brzdění je jedním ze způsobu regulace rychlosti chodu stroje. Stroj je schopen snímat rychlost chůze, počet vystoupaných schodů a tepovou frekvenci přes hrudní pás. Důležitou složkou jsou bezpečnostní prvky. Jedním z bezpečnostních prvků je senzor na detekci přítomnosti uživatele. Pokud senzor zaznamená zvláštní detekci může stroj sám vypnout. Zvláštní detekcí je myšlen například pád uživatele nebo samotné poškození některé části stroje. Dalšími prvky jsou zábrany na krajních místech u schodů, držadla a protiskluzový povrch na pracovní části schodu [2], [7].

Elektro stimulační stroje jsou posilovací zařízení, která mají hlavní myšlenku v elektro-stimulaci svalů. Jedná se o systém, který neobsahuje žádné mechanické součásti či zátěže k regulaci odporu, čímž se zcela odlišuje od všech předchozích strojů. Regulace obtížnosti, a tím i intenzity cvičení je realizována čistě elektronicky, přičemž svaly fungují téměř nezávisle na vůli cvičence. Ten svou vůlí pouze ovládá a nastavuje samotný stroj, nikoliv procvičované svaly. Při elektro-stimulaci dochází k přenášení elektrických impulzů, které posléze vyvolávají svalovou kontrakci. Tyto kontrakce mají vyšší frekvenci, než jaké dosáhneme klasickým tréninkem. Konstrukčně jsou složeny z prvků, kterými jsou hlavní jednotka, elektrody, elektrický obvod a ovládací panel. Hlavní jednotka obsahuje elektrické obvody, které přenášejí impulzy do elektrod a ty přímo na sval, který má být procvičován. V elektrickém obvodu jsou prvky jako například oscilátor, který vytváří pulzující elektrický signál. Tento signál stimuluje svalovou kontrakci. Integrované obvody také zajišťují správné parametry impulzů jako je frekvence a intenzita. Na ovládání a zesilování signálu se využívají tranzistory. Bezpečnost v podobě přetížení svalů je u elektro-stimulačních strojů zajištěna správným nastavením stroje a umístění elektrod na sval. Samotná ochrana svalů je problematická. Sval má schopnost bránit se vůči zranění.

Pokud by byl přetížen začal by bolet a uživatel by byl nucen stroj vypnout nebo alespoň ubrat intenzitu impulzů [26].

Cenová kategorie těchto strojů s výjimkou posledního zmíněného se pohybuje v řádu statisíců. Některé z nich využívají elektrickou energii a mají v sobě počítač, který umožňuje různá nastavení. Stroje jsou doplněny o hrudní pás, jenž snímá srdeční frekvenci. Ta je důležitým ukazatelem zatížení. Měření srdeční frekvence se používá jak u vrcholových sportovců, tak i u lidí, kteří mají kardiovaskulární obtíže a cvičení podle srdeční nebo tepové frekvence je pro ně velmi přínosné. Rozdíl mezi srdeční a tepovou frekvencí je primárně v místě měření. Moderní posilovací stroje obvykle snímají tepovou frekvenci z čidel, která jsou umístěna v rukojetích nebo pomocí hrudních pásů, které jsou bezdrátově připojeny k posilovacímu stroji.

4 BEZPEČNOSTNÍ PRVKY U POSILOVACÍCH STROJŮ

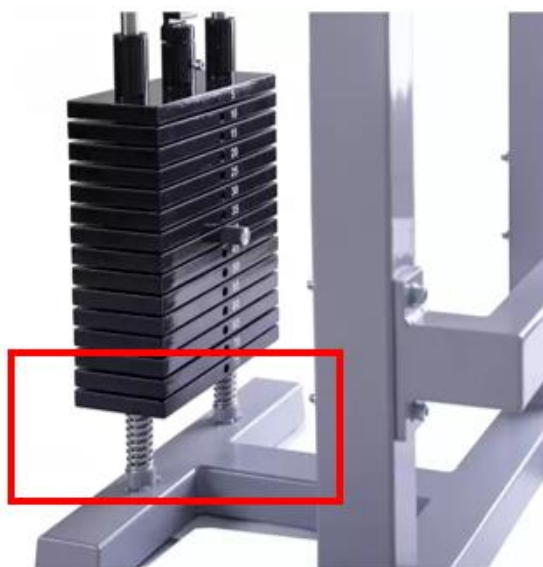
Bezpečnostní prvky jsou určeny k ochraně zdraví uživatelů a prodloužení životnosti posilovacích strojů. Mezi základní bezpečnostní prvky se obvykle řadí tlumiče, páky a zářky.

4.1 Tlumiče

Tlumiče jsou základním konstrukčním prvkem, který chrání nejen uživatele, ale především stroj před mechanickým poškozením. Tlumičí prvky jsou nutnou částí konstrukce každého posilovacího stroje. Pokud by tlumičí prvky na stroji nebyly umístěny, stroj by mohl být vážně poškozen. Nejčastěji se tlumiče objevují ve formě pružin (obrázek č. 13). Pružiny jsou umístěny na dolní části rámu stroje pod závažími. Závaží na pružiny dosedá. Cílem pružin je pomocí změny tvaru tlumit energii, která vzniká při pouštění závaží z velké výšky. Pružiny jsou umísťovány do konstrukce v páru.

Pružiny však nejsou jediným konstrukčním řešením. U posilovacích strojů jako jsou běžecké trenažéry se tlumení řeší jinou konstrukční variantou, a to gumovými tlumiči. Gumové tlumiče mají výhodu ve své jednoduché konstrukci. Skládají se z gumového materiálu, který má dobrou schopnost tlumení chvění a rázů. Obsahovat mohou i kovové části, nejčastěji ocel nebo hliník, které se využívají ke spojení tlumiče s rámem stroje. Gumové tlumiče jsou také známé pod názvem silentbloky.

Další konstrukční variantou mohou být vzduchové nebo olejové tlumiče. Vzduchové tlumiče fungují na principu stlačování vzduchu ve válci. Olejové tlumiče mají konstrukci rovněž tvořenou válcem a pístem. Píst je propojen s pohyblivou částí stroje. Při vykonávání pohybu se píst pohybuje v olejovém tlumiči, přičemž obtékání pístu olejem způsobuje tlumení.



Obrázek č. 13: Pružiny u stroje [21].

4.2 Páky

Páky jsou bezpečnostním prvkem, který je určený převážně jako prevence před poškozením pohybového aparátu, tudíž se jedná o bezpečnostní prvek primárně určený k ochraně cvičence, druhotně pak k ochraně stroje. Pákami jsou doplněny ty stroje, které pracují nejčastěji s kladkou a závažím ve formě cihlíček. Páky jsou konstruovány tak, aby se daly ovládat vytvořením síly dolních končetin. Část páky, na kterou působí cvičenec je umístěna pod sedací částí stroje. Je vytažena dopředu a konstrukčně je upravena na sešlápnutí nohou. Využívají se na začátku a na konci prováděného pohybu. Sešlápnutím páky dojde k nazdvihnutí závaží a posunutí výchozí polohy v pohybu. Díky tomuto posunutí výchozí pozice dojde k šetrnějšímu zabírání svalu. Každý sval v těle má ideální pracovní pozici. Svaly, které mají zabírat v krajní pozici jsou více náchylné k poškození.

Páky zároveň chrání stroj před velkými rázy. Při sešlápnutí páky při pouštění závaží zpět se přenese část síly na páku a svaly rukou opět nejsou namáhány v krajní pozici. Sešlápnutí páky zmenší tlak na tlumicí pružiny a chrání tak i stroj před poškozením. Typickým strojem, který využívá tento druh páky, je např. Peck Deck na obrázku č. 14 (česky stroj na posilování prsních svalů).



Obrázek č. 14: Peck Deck (červený rámeček vyznačuje bezpečnostní páku stroje)

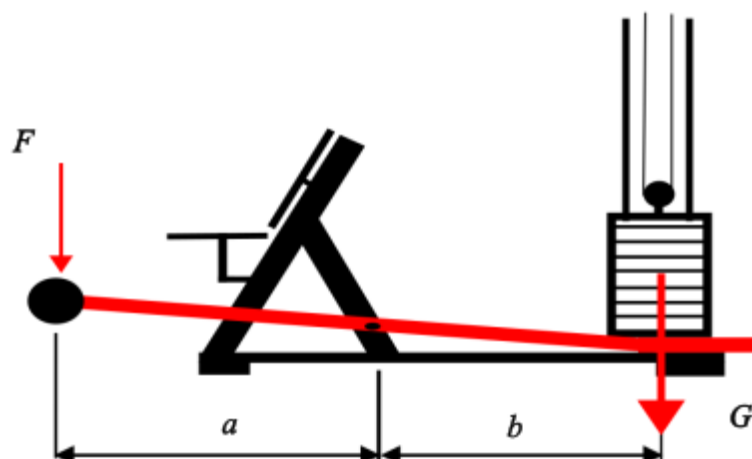
Síla vyvinutá uživatelem na páku musí být tak velká, aby zvedla závaží na jejím druhém konci. Zvednutím závaží dojde k nadlehčení a posunutí výchozí pozice. Páka je umístěna pod maximálním možnou zátěží. Páka pokaždé zvedá veškerá závaží bez ohledu na hmotnost zátěže, kterou si uživatel zvolil k vlastnímu cvičení. Sílu potřebnou k nazdvižení závaží matematicky vyjádříme na základě schématického nákresu na obrázku č. 15. Délka části páky od bodu působení síly F uživatele k bodu otáčení (a zároveň místu spojení s rámem posilovacího stroje) je označena a , délka druhé části páky od bodu otáčení po místo, ve kterém působí tíha závaží, je označena b . Tíha, která působí na páku vlivem zátěže, je označena G . Pro silové poměry na páce musí platit momentová rovnováha, tzn.

$$F \cdot a = G \cdot b, \quad (11)$$

odkud po dosazení za tíhu G platí pro hledanou sílu F vztah:

$$F = m \cdot g \cdot \frac{b}{a}. \quad (12)$$

Pro stroj na obrázku č. 14 je $a = 1500$ mm (1,5 m), $b = 300$ mm (0,3 m) a $m = 100$ kg. Po dosazení do vzorce (12) vypočteme, že uživatel musí vyvinout sílu 200 N.



Obrázek č. 15: Schéma páky, která zvedá závaží

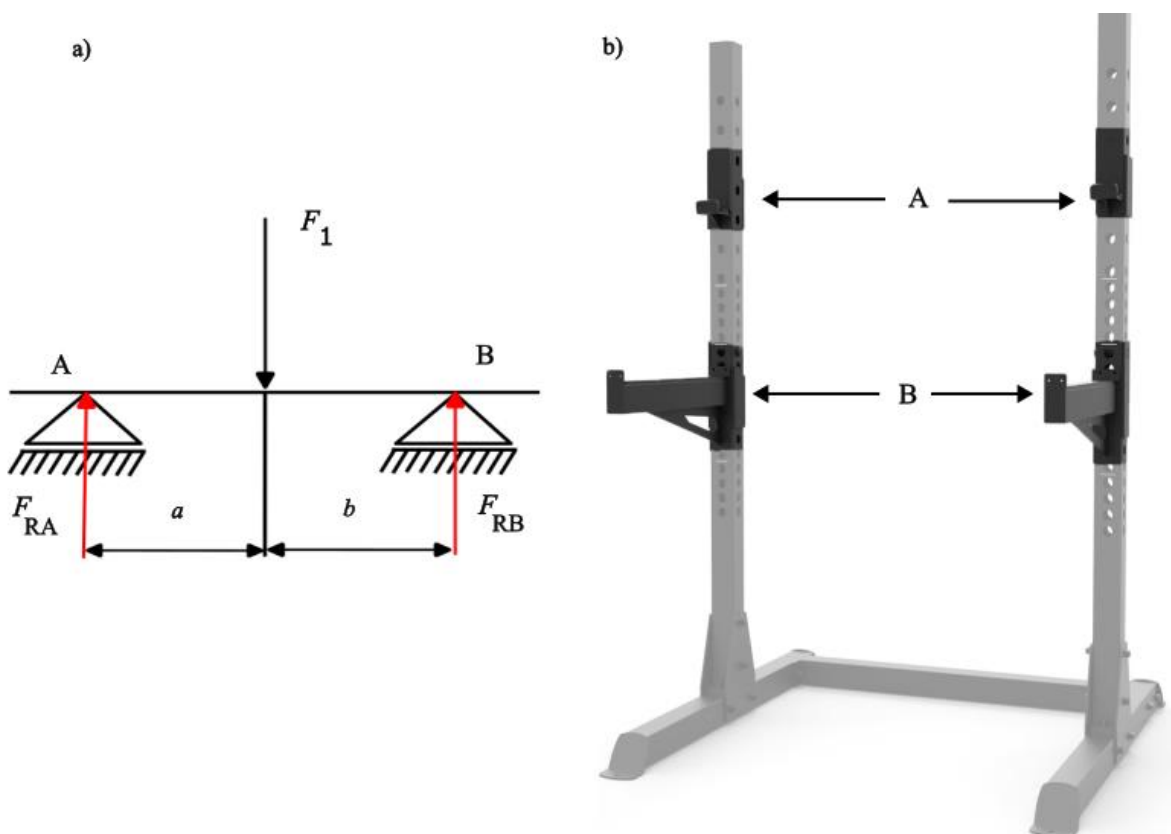
4.3 Zarážky

Zarážky jsou bezpečnostním prvkem využívaným hlavně u strojů, u nichž hrozí nebezpečí uvíznutí uživatele pod závažím. Zarážky neboli dorazy jsou využívány pro zaražení pohybu osy. Při pohybu osy směrem dolů může dojít vlivem různých faktorů k puštění osy přímo na tělo cvičence. Cvičenec si může před začátkem cvičení nastavit dorazy, které osu nepustí do nižší polohy. Tento způsob ochrany je pouze doporučený, jeho využívání je dobrovolné. Některé dorazy jsou umístěny na vodících tyčích a mají možnost zaháknutí v libovolné výšce, přesně podle potřeby jedince. Typickým strojem se zarážkami je multipress (obrázek č. 8), kde jsou umístěny na vodících tyčích. Podpěry vyobrazeny v obrázku č. 16 jsou umístěny na rámu stroje. Tento typ podpěr je běžný například u benchpressu (obrázek č. 6). Zarážky oproti bezpečnostním tlumičům, popsaným v kapitole 4.1, mají primární úkol ochránit zdraví osoby, která na stroji posiluje. Oba dorazy musí být umístěny ve stejné výšce a musí být konstrukčně navrženy tak, aby udržely závaží.

Formou zarážek mohou být také držáky (odkládací části) pro osu se závažím (na obrázku č. 16b) označeny A). Konstrukčně jsou velmi podobné zarážkám (na obrázku č. 16b) označeny B). Rozměrově jsou držáky na osu se závažím menší než bezpečnostní dorazy, ale průběh sil je stejný. Na držácích je umístěna osa, pokud se nepoužívá nebo pokud se na ni zrovna umísťují závaží. U různých typů konstrukcí se dá pozice držáku

posunout dle výškových parametrů uživatele, nastavování výšky držáků umožňuje uživateli ideální nastavení výchozí pozice prováděného cviku. U některých typů má držák stálou pozici.

Následující schéma znázorňuje silové poměry na ose a reakce v podpěrách. Stejné zatížení působí i na držáky. Konstrukce se dá v nákresu nahradit nosníkem na dvou podporách. U velké osy je důležitá bezpečnost vzhledem k umístění osy na stojanu. Na ose bývá naloženo závaží ve formě kotoučů na každé straně. Na každou stranu se nakládá závaží stejné hmotnosti. Z bezpečnostního hlediska je důležité, aby uživatel sundával a nandával kotouče rovnoměrně. Pokud by bylo na jedné straně závaží značně nepoměrné hmotnosti než na druhé, těžiště působící síly F_1 by se mohlo posunout až za podpěry a tím by došlo k převrácení. Následné převrácení by způsobilo poškození stroje nebo dokonce zranění uživatele. Pro stabilitu je důležité, aby těžiště bylo mezi oběma držáky či zarážkami.

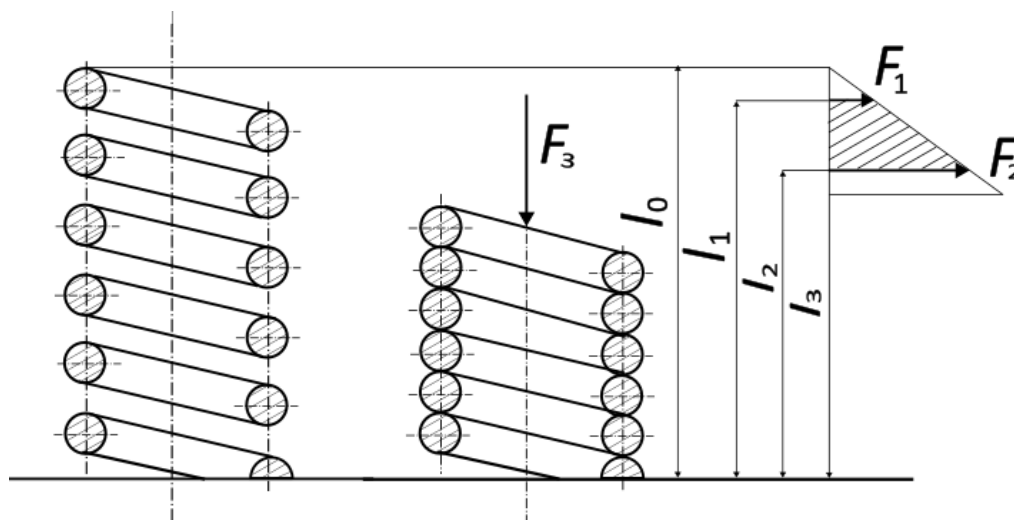


Obrázek č. 16: Podpěry u posilovací věže – a) schématické nahrazení nosníkem se dvěma podporami, b) reálné vyobrazení podpěr (A – držáky, B – podpěry) [27].

5 ZDROJE ZÁTĚŽOVÝCH SIL POSILOVACÍCH STROJŮ

5.1 Pružina

Jedním z nejčastějších systémů pro vyvozování protisíly je pružina, která je stlačována, a proto je označována jako tlačná pružina. Základní označení délek tlačné pružiny včetně odpovídajících označení sil působících ve směru osy šroubové pružiny je na obrázku č. 17.

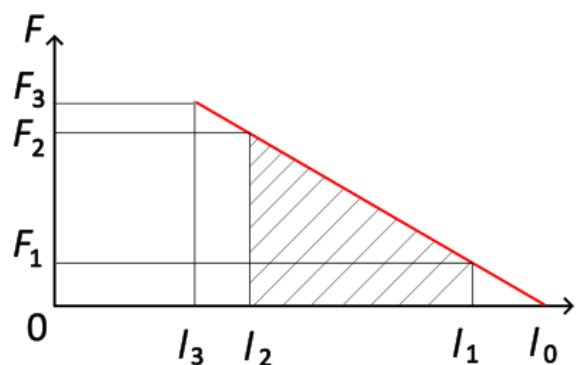


Obrázek č. 17: Tlačná pružina a její základní parametry (F_1 – minimální provozní síla, F_2 – maximální provozní síla, F_3 – síla při dosednutí závitů, l_0 – délka nezatížené pružiny, l_1 – délka předepjaté pružiny, l_2 – délka při maximálním provozním zatížení, l_3 – délka při dosednutí závitů na sebe).

Velikost síly potřebné ke stlačení pružiny a tím i k překonání protisíly vyvozené pružinou závisí na zkrácení pružiny. Tato závislost má lineární průběh, který je znázorněn diagramem zatížení pružiny na obrázku č. 18. Matematicky to lze vyjádřit následujícím způsobem [28]

$$F = k \cdot \Delta l = k \cdot (l_0 - l), \quad (13)$$

kde koeficient k označuje tzv. tuhost pružiny.



Obrázek č. 18: Diagram zatížení pružiny (význam veličin je totožný s obrázkem č. 17).

Délka l_0 je původní výrobní délka nestlačené pružiny. Při stlačení pružiny na délku l_1 je potřeba vyvinout sílu F_1 . To je minimální síla, která vyvolá předpětí. Při působení síly F_1 budou připojená lanka v mírně napnutém stavu a nebudou mít tendenci vypadávat z kladek. Při dalším zatížení síla dále roste a délka pružiny se zkracuje až na délku l_2 . V tomto případě ještě závity na sebe navzájem nedosedají a materiál pružiny je v ideálním případě namáhán pouze na krut. Maximální síla, která může působit na pružinu, kdy ještě nedochází k dosednutí závitů, je F_2 . V případě vyvinutí síly F_3 na sebe závity navzájem dosednou a délka bude l_3 . Při dalším zvyšování působící síly by již docházelo ke kombinovanému namáhání, vedle krutu i k tlaku závitů na sebe. V takovém případě by již neplatila lineární závislost mezi silou a délkou pružiny. Proto existuje vymezené pracovní území (pásma, na obrázku č. 18 vyznačené šrafováním), ve kterém pružina na posilovacím stroji funguje.

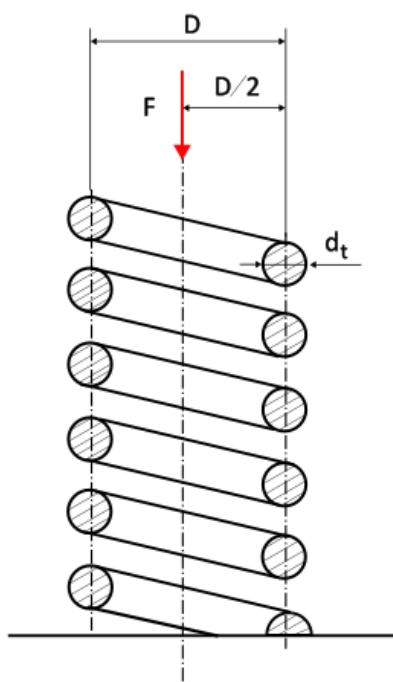
Stejný lineární průběh sil v závislosti na prodloužení, jako má pružinová charakteristika, má i svazek pryžových vláken jako další z variant systému vyvozujícího protisílu. Je to řešení konstrukčně jednodušší, výrobně méně náročné a tím i levnější, nicméně má podstatně nižší životnost.

5.1.1 Výpočet průměru drátu šroubové pružiny tlačné

Uvažujeme tlačnou šroubovou pružinu s geometrickými parametry dle obrázku č. 19. Předběžný výpočet průměru drátu d_t šroubové pružiny vychází z pevnostní podmínky v krutu

$$\tau_K \leq \tau_{DK}, \quad (14)$$

tedy skutečné napětí τ_K musí být menší než napětí dovolené τ_{DK} [29].



Obrázek č. 19: Tlačná šroubová pružina (F – osová síla namáhající pružinu, d_t – průměr drátu, D – střední průměr závitů pružiny).

Skutečné napětí τ_K je definováno jako poměr momentu působící síly M_K a průřezového modulu W_K , tedy [29], [30]

$$\tau_K = \frac{M_K}{W_K}. \quad (15)$$

Pro moment působící síly podle obrázku č. 19 platí,

$$M_K = F \cdot \frac{D}{2}. \quad (16)$$

Vztah pro průřezový modul W_K kruhového průřezu o průměru d_t

$$W_K = \frac{\pi \cdot d_t^3}{16} \quad (17)$$

lze nalézt ve strojnických tabulkách [29], [30].

Maximální provozní moment vyvolá síla F_2 . Po dosazení do vztahu (16) lze po matematických úpravách rovnic (14), (15) (16) a (17) určit minimální předběžný průměr drátu tlačné pružiny

$$d_t \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_2 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{DK}}} \quad (18)$$

Výpočet vychází z maximální provozní síly F_2 . V případech, kdy může dojít k překročení této hodnoty, lze užít pro výpočet i sílu při dosednutí závitů, tedy F_3 .

Jde-li o tlačnou pružinu, kde vzniká předpoklad, že je pružina namáhána ještě dalším druhotným ohybem, lze provést korekci předběžně vypočteného průměru drátu [30]. Nejdříve vyjádříme poměr středního průměru závitu pružiny D a předběžného minimálního průměru drátu d_t , tedy

$$i = \frac{D}{d_t} \quad (19)$$

Z tohoto vztahu se dál vypočte korekční součinitel K podle rovnice

$$K = \frac{i + 0,2}{i - 1} \quad (20)$$

Pomocí korekčního součinitele lze následně určit korigovaný průměr drátu d na základě následující rovnice [31]

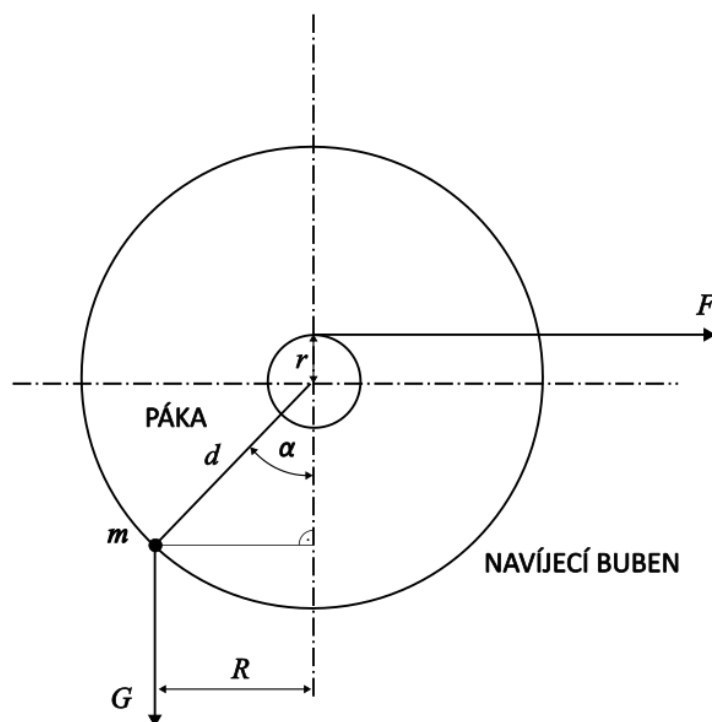
$$d = d_t \cdot \sqrt[3]{K} \quad (21)$$

V případě tlačné pružiny může docházet i k namáhání na vzpěr podle způsobu uložení pružiny na jejích koncích. Namáhání na vzpěr je však již nad rámec této diplomové práce. U tažných pružin tato druhotná namáhání není nutno řešit [32].

5.2 Páka v kombinaci s pásem na navíjecím bubnu

Řešení zátěže za pomoci páky má průběh zatěžující síly F podle sinusoidy. Tedy v obou úvratích pracovního cyklu má mírnější náběh síly. Tato vlastnost je pro svou specifčnost vhodná právě pro některé posilovací cviky s pozvolným zatížením v úvratích.

Uvedená konstrukce je poněkud složitější, konstrukčně náročnější a tím i dražší, ale má ovšem i celou řadu předností. Lze snadno měnit pracovní oblast na sinusoidě s náběhem až od nuly. Schematické znázornění bubnu s pákou a zátěží je na obrázku č. 20. Maximální sílu lze plynule měnit změnou délky páky d , tedy i změnou ramene R kolmého na směr zatěžující síly G , nebo skokově, změnou hmotnosti zátěžového závaží. Navíjecí buben či kladka mívají neměnný průměr. Tento způsob vytváření zátěžových sil je velmi flexibilní a je užíván často, a to různou kombinací závaží, kladek a pák.



Obrázek č. 20: Schematické znázornění systému vyvození protisíly pomocí páky v kombinaci s pásem na navíjecím bubnu.

Podle obrázku č. 20 lze napsat momentovou rovnováhu ve tvaru

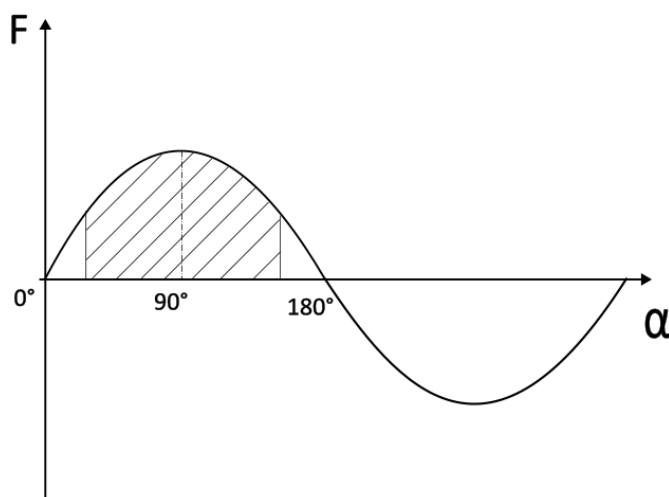
$$F \cdot r = G \cdot R. \quad (22)$$

Vyjádřením ramene R z pravoúhlého trojúhelníka s vnitřním úhlem α , s využitím definice tíhy závaží G a dosazením do rovnice (22) dostaneme po matematických úpravách pro sílu potřebnou k překonání protisíly systému páky s pásem na navíjecím bubnu vztah

$$F = \frac{m \cdot g \cdot d}{r} \cdot \sin \alpha. \quad (23)$$

Graficky lze tuto závislost vyjádřit již zmíněnou sinusoidou (viz obrázek 21). Délka páky d je při cvičení neměnná. Poloměr bubnu r se také během cvičení nedá ovlivnit stejně jako tíha G břemene. Potřebná síla tak závisí pouze na aktuální poloze páky vyjádřené úhlem α . Úhel α jde vždy od aktuální pozice páky k polopřímce procházející osou bubnu směrem svisle dolů. Síla roste z minimální hodnoty (teoreticky nulové) na maximální v případě polohy páky ve vodorovném směru, pak opět klesá. Pro potřebnou sílu vyvíjenou cvičencem je opět důležitá vymezená pracovní oblast, v obrázku č. 21 vyznačena šrafováním. Minimální nenulové předpětí se využívá se stejným cílem jako u pružin.

Pokud by docházelo k zatížení i za pracovní oblast, potřebná síla by se dále zmenšovala až k nule a po zvýšení úhlu nad hodnotu 180° by dosahovala záporných hodnot, tedy by cvičenec musel svými svaly vyvolat sílu opačným směrem, aby udržel systém v rovnováze. Hrozilo by tak i nebezpečí nějakého poranění či poškození zařízení, protože by závaží mohlo spadnout.



Obrázek č. 21: Průběh zatížení v závislosti na poloze páky se závažím vyjádřené úhlem.

Životnost takového zařízení je vysoká a nároky na údržbu jsou poměrně nízké. Závažové systémy však přinášejí při přestavování zátěžových břemen vždy poněkud vyšší riziko poranění. Náročnost na údržbu je zejména u ložiskového uložení. To sice potřebuje občasné mazání, což nemusí být z hygienického hlediska zrovna ideální, ale v posledních letech se přechází na samomazná uložení (např. kluzná pouzdra).

6 DOTAZNÍK PRO MAJITELE/PROVOZOVATELE FITNESS CENTER

Dotazník, který byl koncipován pro majitele nebo provozovatele větších komerčních posilovacích center v Jihočeském kraji, vyplnilo celkem 10 respondentů. Hlavní myšlenkou bylo zjistit zajímavé přínosné informace v problematice posilovacích strojů a posiloven obecně. Vlastní dotazník je uveden v příloze. V dotazníku jsou použity jak uzavřené otázky s možností výběru, tak otázky polouzavřené a otevřené. Vyplňování dotazníku probíhalo částečně osobně a částečně přes e-mailovou korespondenci. U osobních setkání byla výhodou dobrá atmosféra, a především možnost doptat se i na informace, které nejsou v otázkách explicitně uvedeny. V dotazníku byly položeny následující otázky:

- 1) Kdo provádí údržbu na strojích?
- 2) Jak často se provádí údržba na strojích?
- 3) Užívá vaše fitness centrum především posilovací zařízení vyvolující protisílu pomocí pružin / pryžových svazků / pák / závaží?
- 4) Jsou na některých strojích vymezeny věkové kategorie, pokud ano, jaké a proč?
- 5) Jaké jsou nejčastější závady na strojích?
- 6) Máte určité dodavatelské firmy v oblibě a proč?
- 7) Jak jsou zajištěna hygienická opatření na strojích (sedadla, madla, činky)?
- 8) Měl někdy stroj výrobní vadu, pokud ano, který a o jakou vadu se jednalo?

V otázce č. 1 byla možnost výběru z různých možností, konkrétně: údržbu provádí výrobce, vlastní údržba, speciální firma, jiný orgán. Všechna dotazovaná fitness centra si provádějí údržbu na strojích sama. Na internetových stránkách nejvýznamnějších prodejců je nabízena především montáž nových strojů. Údržbu v době záruky nabízí na svých stránkách menší množství firem.

V otázce č. 2 je nejčastější odpovědí měsíční interval v údržbě u posilovacích strojů. Týdenní údržbu provádí dvě fitness centra. Roční údržbu provádí jedno fitness centrum, stejně jako denní. Dotazovaná posilovací centra uvedla, že údržbu provádějí nejčastěji dle vlastního uvážení a potřeby, nejčastěji pak při poškození různých částí strojů. Výsledky odpovědí jsou dobře viditelné v následujícím grafu č.1.



Graf č. 1: Grafické vyjádření četnosti provádění údržby na posilovacích strojích.

U otázky č. 3 byl výběr z několika možností uvedených přímo v položené otázce. Všechna dotazovaná fitness centra využívají především stroje, u kterých se protisíla vyvozuje závažím. Tři fitness centra uvedla, že využívají i zbylé možnosti, ale závaží i u nich patří k nejčastějším systémům.

U otázky č. 4 odpovědělo osm fitness center, že u nich žádná věková hranice není. Jedno fitness centrum odpovědělo, že samostatný vstup do prostor centra je od 15 let, a jedno, že věková hranice pro cvičení na strojích je 13 let. Svou odpověď bohužel fitness centra neopodstatnila. Domnívám se, že věková hranice 13 let je zavedena vzhledem k bezpečnosti k růstovému vývoji. Kolem 13 roku začíná značný růstový pokrok a špatně provedeným cvičením na strojích by mohlo dojít k úrazu. Ukázalo se tak, že u vnitřních posiloven může být v některých případech stanoven minimální věk pro jejich využívání na rozdíl od venkovních posilovacích strojů, kde žádné věkové hranice nejsou.

U otázky č. 5 se některé odpovědi lišily a některé odpovědi byly shodné. Nejčastější odpovědí byla povolená lana u kladkových strojů, potrhaná koženka na posilovacích lavicích i strojích (tuto odpověď uvedla všechna fitness centra), povolené šrouby, špatně promazané kladky či přetržená lana na kladkách (tuto odpověď uvedlo celkem šest fitness center). V návaznosti na zmíněné odpovědi je proveden návrh na zlepšení těchto problematických částí (kapitola 7). Návrh je následně podpořen provedením experimentálního měření, který je popsáno v kapitole 8.

V návaznosti na část týkající se nejznámějších výrobců na fitness trhu (kapitola č. 1) byla položena otázka č. 6. Na ni fitness centra odpověděla velmi rozdílně. Celkem tři posilovny se shodly, že mezi jejich oblíbené stroje patří stroje od firmy Hammer Strength, a to zejména díky poměru mezi cenou a kvalitou. Pouze jedna posilovna uvedla firmu Predator, a to z důvodu nízké ceny posilovacích zařízení. Ostatní centra uvedla, že mají stroje od různých značek, mezi nimiž jsou například King box, FITHAM nebo KETTLER. Z výzkumu tak nevyplynula jednoznačná preference některé z firem.

U otázky č. 7 všechny posilovny odpověděly shodně, že návštěvníci mají povinnost nosit si vlastní ručník, který si na sedadlo při cvičení musí pokládat. U dvou posiloven je hygiena zajištěna úklidem, který probíhá jednou týdně, z toho jedna uvedla, že do úklidu spadá i otírání madel a vysávání, druhá svou odpověď dále nerozvedla. Celkem sedm posiloven nabízí dezinfekci a ubrousky umístěné volně ve cvičebních prostorách, aby si každý mohl svůj stroj hygienicky ošetřit. Tato možnost je ale pouze dobrovolná. V jedné posilovně probíhá úklid každou hodinu po cvičení, a to zaměstnancem posilovny.

U otázky č. 8 jsem se snažil zjistit, jestli jsou stroje při převzetí od výrobce v plně provozuschopném stavu. Pouze jedna posilovna odpověděla, že měla s novým strojem potíže. Jednalo se o vadné kladky na kladkových strojích a špatné napnutí pásu u běžec-kého trenažéru. Zbylé posilovny neměly nikdy žádný problém s novým posilovacím strojem.

7 PROBLEMATICKÉ ČÁSTI POSILOVACÍCH STROJŮ

Z výzkumu je patrné, že jsou dvě nejčastější poruchy, které jsou fitness centra nucena řešit. Jedna z nich, která se u posilovacích strojů objevuje, se týká lan u kladkových strojů. Další problematickou částí je popraskaná sedací část na strojích. Na tyto problémové prvky bych se rád zaměřil v následující části diplomové práce.

7.1 Nejčastější způsoby přenosu sil u kladkových strojů a jejich nevýhody

Nezbytnou součástí všech kladkových posilovacích strojů je přenos zátěžových sil vhodným vodicím materiálem mezi úchopovou částí a systémem vyvozujícím protisílu. Jedním z problémů, který vyplynul i z dotazníkového šetření, je však povolování napnutí vodicích materiálů i napínacích kladek. To má za následek častější vypadávání vodicích materiálů z drážky kladky (obrázek č. 22) a tím i rychlejší opotřebovávání a snížení jejich životnosti.



Obrázek č. 22: Špatné napnutí lana.

Jak bylo popsáno v kapitole 5, je z hlediska bezpečnosti nutné mít vodící materiál v jistém minimálním předpětí. Ochabování materiálu, způsobené stářím a častým používáním, vede k jeho trvalému prodlužování, což následně snižuje míru předpětí. Proto se některé stroje mohou doplnit vhodným napínacím mechanismem. Je ale nezbytné míru prodloužení monitorovat, např. prostřednictvím míry napnutí v napínacím zařízení, aby nedošlo k náhlému přetržení vedení a tím k bezpečnostnímu riziku.

Valná většina kladkových strojů využívá k přenosu zátěžových sil tři různé varianty. Prvního způsobu přenosu sil je docíleno pomocí nylonového řemenu (obrázek č. 23), další možností je použití řetězu (obrázek č. 24), nicméně nejužívanější konstrukční variantou je ocelové lano (obrázek č. 25). Vzhledem k informacím získaným z dotazníku jsou právě ocelová lana často poškozena a občas dokonce dochází k jejich úplnému přetržení. U některých strojů se vedle ocelových lan používají také lana polypropylenová, která jsou ovšem k prasknutí ještě víc náchylná.

7.1.1 Nylonový řemen

U přenosu sil pomocí nylonového řemenu je problém zejména v krátké životnosti a jeho opotřebení v místě styku s kladkou nebo jinou konstrukcí stroje. Další nevýhodou nylonového řemenu jsou vyšší nároky na vytvoření kladky, která musí být dostatečně široká. Nylonové lano má tendenci klouzat při pohybu do stran, čímž dochází k nepříjemnému pohybu úchopové části pro jedince, který takový stroj využívá. Rovněž může při posunutí do stran dojít k odírání o jinou část konstrukce stroje, jako je např. otvor v kovové

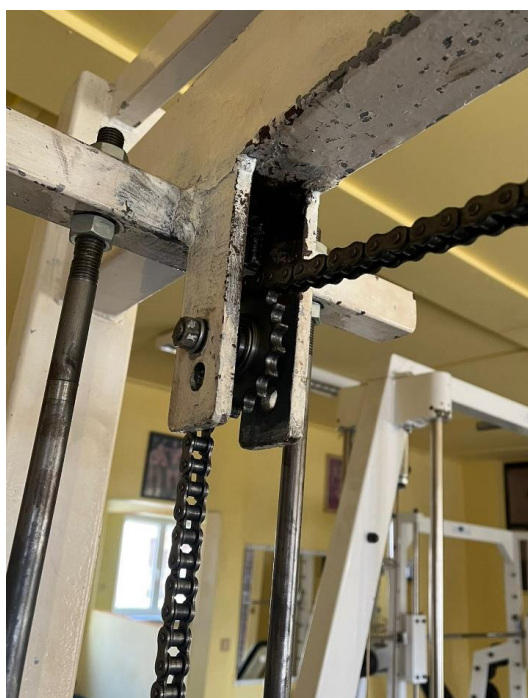
konstrukci na obrázku č. 23, což opět výrazně snižuje životnost řemenu. Na druhou stranu nespornou výhodou nylonového řemenu je tichý chod a minimální náročnost údržby.



Obrázek č. 23: Nylonový řemen pro přenos sil.

7.1.2 Řetěz

Řetěz má v porovnání s nylonovým řemenem výrazně delší životnost. Nahrazení nylonového řemenu řetězem se zdá jako dobrá varianta. Řetěz však potřebuje speciální ozubené kolo místo kladky, aby s ním články řetězu mohly správně pracovat. Vyšší náročnost výroby je tak jednou z nevýhod řetězu oproti řemenu. Další nevýhodou je hlučnost, která vzniká rázovým náběhem řetězu na ozubené kolo. Tento hluk je poměrně intenzivní. Při představě, že v posilovně bude více řetězových kladek a budou pracovat současně, se zdá tato varianta jako zcela nevhodná. Další nevýhodou je údržba, kterou tento způsob přenosu potřebuje. Údržba je řešená především formou mazání. Bezprostředně po údržbě je mazivo na povrchu celého řetězu a může dojít ke znečištění pokožky uživatele nebo jeho oděvu mazivem. To může vedle případného nepříjemného zašpinění oblečení vést u citlivých jedinců i k závažnější alergické reakci.



Obrázek č. 24: Řetězový přenos sil.

7.1.3 Ocelová lana

Ocelové lano má poměrně dlouhou životnost a vzhledem k pracovním podmínkám v posilovně je nejideálnější variantou. Oproti řetězu zde není tak velká náročnost na výrobu kladky. Ocelovému lanu stačí vodící drážka odpovídající danému průměru lana, odpadá tedy nutnost ozubeného kola. Oproti řetězu lano v drážce pracuje ve výrazně větší tichosti a není tolik náročné na údržbu. Může nicméně docházet k postupnému opotřebovávání lana. To se projevuje jeho třepením na povrchu, které vzniká v důsledku přetržení tenkých ocelových vláken, z nichž je lano spleteno. Při vytvoření otřepů u ocelového lana hrozí nebezpečí poranění právě trčícími otřepy, a to většinou neopatrností uživatele. Při vyšší míře roztřepení nemusí být také zabezpečena dostatečná pevnost lana, může dojít k jeho přetržení, což může mít za následek větší škody na zařízení či zdraví uživatele.



Obrázek č. 25: Otřepy vzniklé u ocelového lana.

7.2 Materiál sedacích částí

Další problematickou částí posilovacích strojů jsou sedací a opěrné části. Tento problém se vyskytuje dle dotazníku u velkého množství fitness center. Z výzkumu je zřejmé, že nejčastějším problémem u opěrných a sedacích částí je poškození (potrhání) povrchu.

Polohovací nebo nepolohovací lavice je jednou ze základních pomůcek při cvičení či jednou ze základních částí většiny posilovacích strojů. Lavice jsou zkonstruovány z ocelového rámu, na kterém je připevněno polstrování. Svrchní vrstva polstrování je nejčastěji tvořena syntetickou látkou nazývanou syntetická kůže neboli koženka. Tento materiál nahrazuje přírodní kůži, která by byla nejideálnější variantou na poslední vrstvu polstrování posilovací lavice, nicméně pro svou vysokou cenu se tímto způsobem u žádných posilovacích strojů nepoužívá. Syntetická kůže je zhotovena ze dvou vrstev materiálů. Spodní vrstvu tvoří textilie (tkaná nebo netkaná), horní vrstva je z PVC nebo polyuretanu spojeného s PVC. Horní část připomíná svým vzhledem kůži. Koženka, která se používá na posilovací lavice, má jednu velkou nevýhodu, kterou je slabá ochrana proti působení soli. Sůl se vyskytuje v různých formách, při posilování je to zejména lidský

pot. Za poměrně časté poškození sedacích a opěrných částí tedy může být zodpovědné právě působení solí v lidském potu. Koženka vlivem působení lidského potu rychleji křehne a dochází tak k jejímu poškození a potrhání, jako je znázorněno např. na obrázku č. 26 [33].



Obrázek č. 26: Potrhaná koženka posilovací lavice.

7.3 Návrhy na prodloužení životnosti částí posilovacích strojů

V této kapitole jsem na základě teoretické rešerše navrhl několik drobných vylepšení, které by mohly prodloužit životnost výše zmíněných problematických částí posilovacích strojů. V experimentální části práce (viz kapitola 8) jsem se pak zabýval porovnáním životnosti stávajících součástí strojů s mnou navrženými alternativami. Testy jsem prováděl na navrženém a zkonstruovaném testovacím zařízení, abych ověřil a případně i podpořil vhodnost těchto mých návrhů na vylepšení.

7.3.1 Systém přenosu sil

V rámci bezpečnosti u vodicích částí posilovacích strojů bych doporučoval ocelová lana vyměnit za ocelová lana poplastovaná (obrázek č. 27). Ta mají prakticky stejné

mechanické vlastnosti dané především vnitřní ocelovou částí lana. Vlivem oděru o konstrukci stroje či kladku nevznikají žádné nebezpečné otřepy. Ty se začnou objevovat až po porušení plastového „opláštění“ lana. Poplastování u lan se nedá využít u všech konstrukčních řešení, kde jsou běžně využívána klasická ocelová lana. Takovým typickým příkladem využití ocelových lan jsou visuté lanovky do vyšších nadmořských výšek, u nichž se kontroluje životnost lan počtem přetržených drátků na určité délce měřeného úseku. Zde by plastová ochrana překážela. U posilovacích strojů se tato kontrola neprovádí, a tak by se takové lano dalo využít i s plastovou ochranou.



Obrázek č. 27: Poplastované ocelové lanko [34].

7.3.2 Povrch posilovací lavice

Jedním z možných vylepšení svrchní vrstvy polstrování posilovacích lavic může být používání vhodných potahů. To je však poněkud nepraktické a pro provozovatele fitness center i finančně nákladné. Navíc je problematické fixovat potah na lavici tak, aby nedocházelo při cvičení k sebemenšímu posunu po povrchu posilovací lavice. V dotazníkovém šetření na otázku č. 7, která se týká zajištění hygieny ve fitness centrech, odpověděly všechny subjekty shodně, že je povinností návštěvníků nosit si vlastní ručník, který je v podstatě jistou variantou potahu. Jenže i ručník, který nasává pot a pokládá se na posilovací lavičku, zároveň poškozuje její povrch. Předně při cvičení dochází vlivem pohybu cvičence k drobnému posunu ručníku, často zvlhlého od potu, po svrchní vrstvě polstrování lavice a tím i jejímu odírání. Pot, který produkuje uživatel, navíc přechází z ručníku až na sedací nebo opěrné části lavice stroje, kde způsobuje křehnutí koženky. Zejména u polohovatelných posilovacích lavic jsou ručníky pokládány buď pouze na část pro sezení nebo naopak pouze na část pro opírání zad. Ručník tak není nikdy na obou částech lavice, což znamená, že některá z částí je vždy vystavena potu.

Lepší variantou na konstrukci povrchové vrstvy může být eko kůže. Eko kůže je nový materiál, který je schopný v mnoha ohledech koženku zastoupit. Je složena z podkladového materiálu, kterým je bavlna. Svrchní vrstvu na rozdíl od koženky tvoří pouze 100% polyuretan. Výhodou eko kůže je vysoká odolnost proti soli. Nevýhody eko kůže spočívají v její reakci na přímý sluneční svit, vysoké teploty a mastnotu. Pro prostředí fitness center by tyto nevýhody neměly mít závažný vliv na její životnost [33], [35].

8 TESTOVÁNÍ MATERIÁLŮ

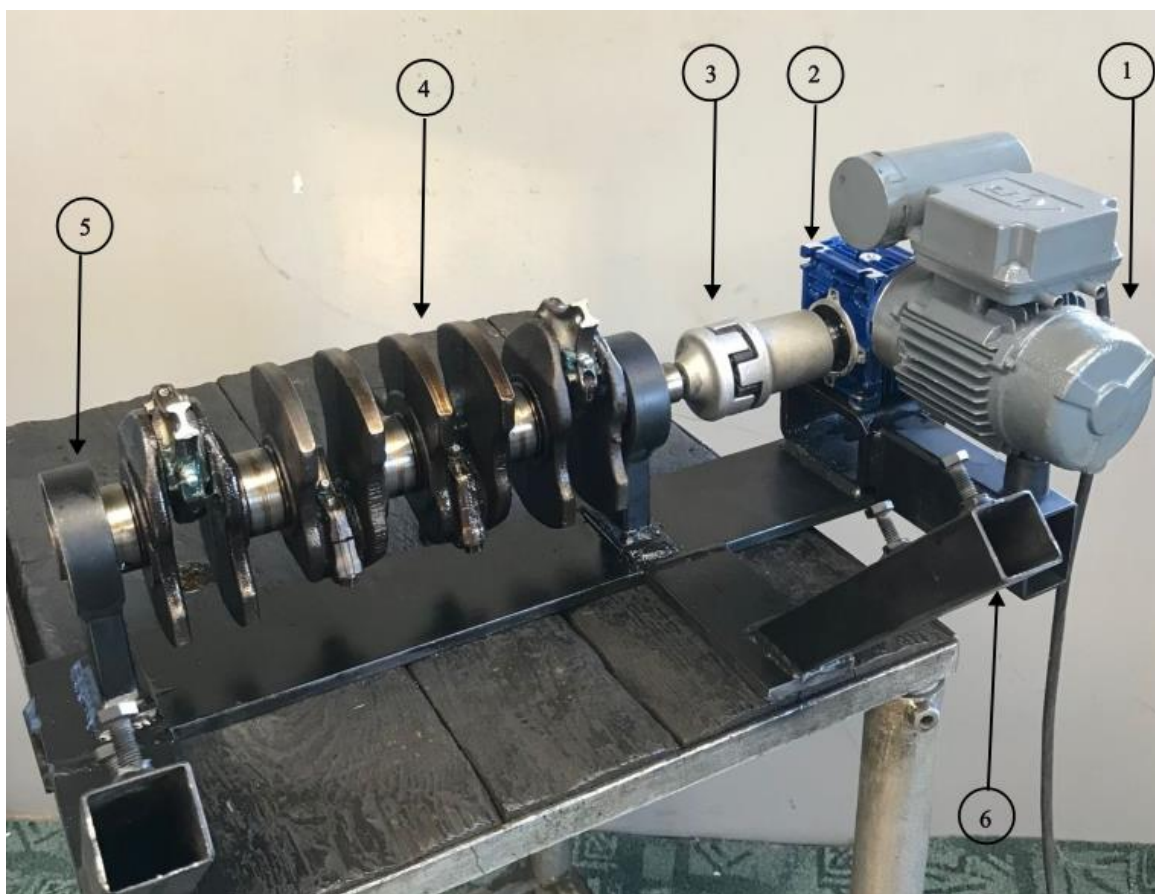
V návaznosti na výsledky dotazníku, které ukazují na jasné problémy, jako jsou přetržení lan na kladkových strojích a poškození sedací části u posilovacích strojů, a na návrhy vhodných alternativ uvedené v kapitole 7, bylo rozhodnuto provést srovnávací test. Vzhledem k principu činnosti těchto materiálů v praxi je nejlepším možným druhem testování provádění cyklických pohybů. K provedení výzkumu bylo však potřebné sestavit zařízení, které bude takovéto pohyby provádět.

Pro účely testování bylo navrženo a zkonstruováno zařízení, které s testovanými materiály provádí pravidelný pohyb v cyklech, přičemž je po vhodně zvolených počtech pracovních cyklů monitorováno jejich poškození. Testy byly zaměřeny na studium odolnosti proti opotřebení u výše navržených alternativ vodičů materiálu pro přenos sil a materiálu povrchu polstrovaných částí posilovacích strojů v porovnání s běžně užívanými materiály.

8.1 Testovací zařízení

Navržené a zkonstruované zařízení provádí vratný pohyb v rozsahu 7 cm, tam a zpět. Zařízení je snadno přestavitelné pro testování jak oděru lan, tak materiálů sedacích částí. U stroje dojde pouze k úpravě v úchytné části, kde se změní dotyková plocha. Testovací stroj se skládá z několika komponentů (viz obrázek č. 28):

- motor,
- šneková převodovka,
- elastická spojka,
- kliková hřídel,
- ložiska,
- úchytná část.



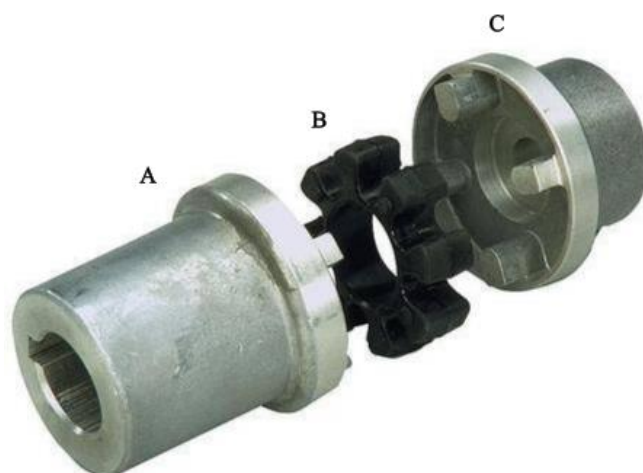
Obrázek č. 28: Testovací zařízení (1 – elektromotor, 2 – šneková převodovka, 3 – elastická spojka, 4 – kliková hřídel, 5 – ložiska, 6 – úchytná část).

Základním hnacím prvkem celého zařízení je elektromotor. Elektromotor značky ATB je jednofázový motor, napájený ze standardní zásuvky na 230 V. Motor má výkon 40 W, otáčky 800 ot/min a pracuje na frekvenci 50 Hz. Hmotnost motoru je 4,3 kg. Elektromotor vytváří otáčivý pohyb rotační hřídele, která pohyb přenáší do převodovky. Motor je konstrukčně připevněn k převodovce pomocí čtyř šroubů s šestihrannou hlavou. Spojení je mechanické, převodovka má otvory na šrouby a následným vzájemným pootočením převodovky a motoru dojde k upevnění. K rámu stroje je elektromotor přichycen na jedné straně převodovkou a na druhé straně je doplněn o silentblok, který nejen motor podpírá, ale zároveň tlumí rázy a chvění.

Převodovka umožňuje změnu otáček. Šneková převodovka funguje na principu součinnosti ozubeného kola a šneku. Využívá se pro přenášení a přeměny otáček u dvou na sebe kolmých os. Šnek je umístěn na jedné ose a pohání ozubené kolo, které je na druhé

ose. Zuby ozubeného kola musí přesně zapadnout do spirály šneku. Šneková převodovka byla zvolena z důvodu možnosti velké redukce převodu. Vybraným typem převodovky s převodovým poměrem 20:1 jsou výsledné otáčky sníženy na 40 ot/min. Tento údaj zajišťuje přesný počet cyklů v závislosti na čase, což je u testování nespornou výhodou. Výstupní hřídel z převodovky má průměr 14 mm. Převodovka musí být umístěna v takové výšce, aby výstupní hřídel byla v ose s ložisky a v nich umístěnou klikovou hřídelí. Upevnění převodovky k rámu stroje je pomocí čtyř šroubů M8×35 s šestihrannou hlavou a pevností 12.9. Šrouby jsou doplněny o podložky a pojistné matky M8.

Dalším komponentem u popisovaného testovacího stroje je elastická spojka. Spojka je využita ke spojení výstupní hřídele z převodovky a klikové hřídele. Spojka (obrázek č. 29) se skládá ze tří částí. První část je určena ke spojení s výstupní hřídelí z převodovky. Přenos otáčivého pohybu z výstupní hřídele na první část spojky zajišťuje pero. V hřídeli i náboji (část A) musí být vyfrézována drážka příslušných rozměrů, ve které je pero vloženo. Druhá část (část C) má speciální vnitřní kónus, který je u této spojky 1:8. Kónus je zároveň na hřídeli, která vede z klikové hřídele. Na konci hřídele je závit, který vede do dílu C, na tomto závitu je našroubovaná matice. Kónus matici rotačním pohybem dotáhne a zajistí spojení mezi dílem C a klikovou hřídelí. Ke spojení těchto dvou částí A a C a k přenosu otáčivého pohybu se využívá pružná část ve tvaru hvězdice, která je z pryžového materiálu (část B). Výhodou pryžového materiálu je tlumení chvění, které je nežádoucí. Hvězdice je mezi oběma částmi pouze vložena a mechanicky zaklíněna.



Obrázek č. 29: Elastická spojka (část A – hřídelová část, část B – pryžová hvězdice, část C – náboj) [36].

Jako místo uchycení testovaného materiálu byla vybrána kliková hřídel z motoru automobilu. Jedná se o automobil značky Fiat, který byl již v nepojízdném stavu, ale kliková hřídel včetně ojníc byla v pořádku. Kliková hřídel je navržena na čtyři ojnice s dělenou hlavou. Ojnice jsou zkráceny na stejnou délku. Mezi ojnicemi a klikovým čepem, na kterém jsou umístěny, jsou ojnicí šály. Úkolem šál je přenášet pohyb z klikové hřídele na ojnice. Šály jsou půlené a mazané. Do zkrácených ojníc jsou vyvrtány díry o průměru 4 mm, do kterých je vyříznut závit a našroubována maznice. Tuto maznici obsahuje každá ojnice. Pro mazání je využito univerzální plastické mazivo od značky TOTAL. Kliková hřídel je umístěna mezi dvěma ložisky, která jsou ve stejné výšce. Kliková hřídel je pro tento typ stroje vhodná z několika důvodů. Nároky na geometrii jsou u této klikové hřídele vysoké vzhledem k tomu, že byla v motoru automobilu. Přesná geometrie vede k minimálnímu vyosení a tím zmenšuje případné ztráty výkonu motoru. Zároveň využitím více ojníc je možno testovat více materiálů najednou.

Kliková hřídel je uložena v ložiskách. Ložiska jsou japonské značky Nachi. Jedná se o ložiska jednořadá, kuličková, oboustranně těsněná. Ložiska jsou umístěna na podstavcích, vyrobených z ocelového materiálu. Vnitřní průměr ložiska je 40 mm, vnější průměr 68 mm a šířka 15 mm. Umístěna jsou na obou koncích klikové hřídele. Oko podstavy má vnitřní průměr shodný s vnějším průměrem ložisek. Pojistku proti axiálnímu posunutí ložisek zajišťuje pojistný kroužek s průměrem 68 mm. Podstavce jsou stejně vysoké

z důvodu uložení klikové hřídele ve vodorovné pozici. Ložiska v podstavcích jsou svarem připevněna k rámové podstavě, kterou tvoří pásovina o rozměrech 100 mm × 10 mm.

K rámové podstavě je svarem připevněna posuvná část stroje. Tuto posuvnou část tvoří dva čtvercové uzavřené profily nazývané Jäkl. Rozměry většího jsou 35 mm × 35 mm, do tohoto profilu je vložen druhý, menší profil, který má rozměry 30 mm × 30 mm. Stěny obou profilů jsou 2 mm silné. Zajištění v určité pozici je umožněno šroubovým spojem. V prvním profilu jsou vyvrtány díry, k těmto dírám jsou svarem uchyceny matice M8. Při zatahování šroubu směrem dovnitř dochází k fixaci čtvercových profilů k sobě. Tyto profily tvoří pohyblivou konstrukci, ke které je u prvního pokusu připevněna pásovina a u druhého pokusu trubka potažená testovacími materiály. Stroj se všemi komponenty je svarem připevněn k pojízdnému stolu, který umožňuje snadnou manipulaci se zařízením.

Na obrázku č. 30 je schématické znázornění části stroje a jeho rozměrů. Na základě geometrie uspořádání lze určit rozsah úhlů sevřených oběma částmi materiálu smýkaného přes testovací hranu (lana) a následně i rozsah síly, kterou je testovaný materiál přitlačován k testovací hraně při daném zatížení G . Pro zkonstruované zařízení platí následující hodnoty: $R = 35$ mm, $a = 400$ mm, $h = 165$ mm. Z pravoúhlých trojúhelníků lze s využitím funkce tangens psát pro úhel α mezi částí lana vedoucí ke klikové hřídeli v dolní úvrati a částí lana vedoucí k závaží vztah

$$\tan \alpha = \frac{a}{h + R} \Rightarrow \alpha \doteq 63^\circ \quad (24)$$

a pro úhel β mezi částí lana vedoucí ke klikové hřídeli v horní úvrati a částí lana vedoucí k závaží vztah

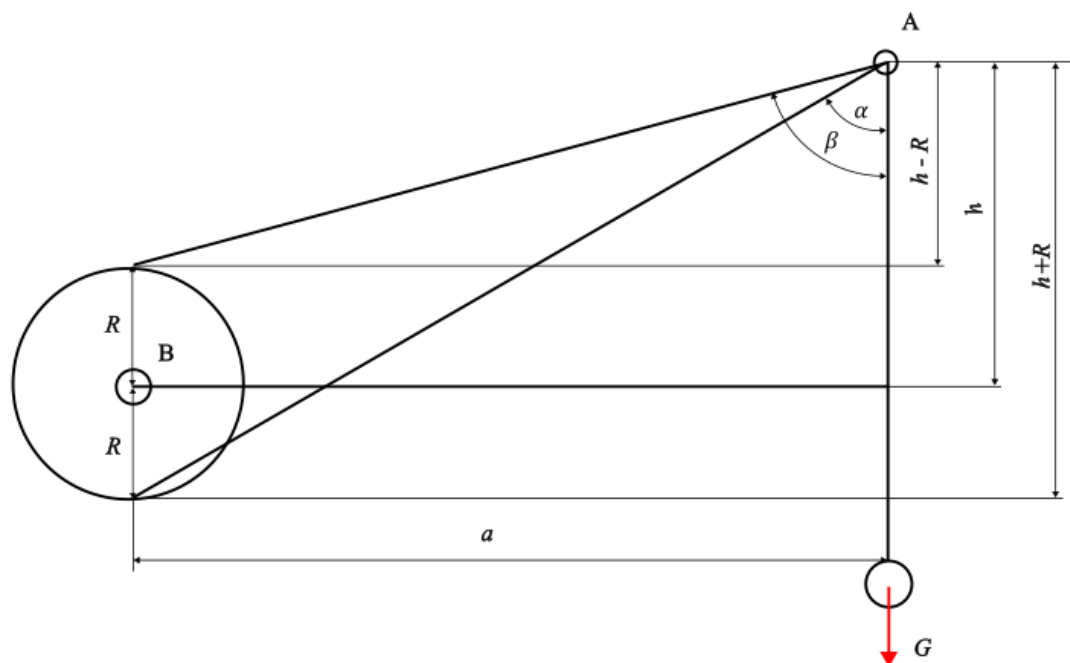
$$\tan \beta = \frac{a}{h - R} \Rightarrow \beta \doteq 72^\circ. \quad (25)$$

Pokud je kliková hřídel s lanem v dolní úvrati bude lano přitlačováno největší silou, pro kterou přibližně platí

$$F_{\max} = G \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + \cos \alpha)} \doteq 1,705 \cdot G. \quad (26)$$

Analogicky lze přibližně určit nejmenší přítláčnou sílu v případě polohy lana v horní úvrati, tedy

$$F_{\min} = G \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + \cos \beta)} \doteq 1,618 \cdot G. \quad (27)$$



Obrázek č. 30: Schématické znázornění stroje a jeho rozměrů (R – poloměr kliky, B – střed kliky, A – testovací hrana, a – vzdálenost mezi středem kliky a závažím, h – vzdálenost mezi hranou materiálu a středem kliky, α – úhel mezi lanem v dolní úvrati a závažím, β – úhel mezi lanem v horní úvrati a závažím).

8.2 Metodika testování

Konstrukčním zapojením klikové hřídele jako otáčivého prvku k motoru a převodovce vznikla možnost testování více vzorků materiálů najednou. Oba materiály jsou připevněny na klikovou hřídel pomocí ojnic, ve kterých je vyvrtaná díra a v té je třmen omega s čepem. Protáhnuté lano je spojeno lanovým svorníkem. Po zapnutí stroje se lana pohybují proti sobě, díky využití klikové hřídele. Tento střídavý pohyb značně eliminuje rázy. Při prvním pokusu jsou porovnávány dva druhy lan, u druhého pokusu jsou porovnávány dva druhy materiálu sedacích částí. U obou pokusů tedy docházelo k měření srovnávaných materiálů zároveň. Tímto testováním v jednom časovém období bylo zajištěno, že

podmínky pro oba testované materiály byly stejné. Teplota okolí během experimentů byla 20 °C.

Kontrolní měření probíhala pravidelně v pětiminutových měřicích intervalech, což odpovídá 200 otáčkám klikové hřídele. Během jedné otočky hřídele dochází k otěru testovaného materiálu směrem tam a zpět. V průběhu měřicího intervalu, a především po jeho skončení probíhala vizuální kontrola testovaného povrchu. Po každém měřicím intervalu byla provedena fotodokumentace stavu otěru povrchu vzorků pomocí fotoaparátu zabudovaného v mobilním telefonu značky iPhone 14 s rozlišením 48 megapixelů. Stejným způsobem byla provedena fotodokumentace i v případě, že byla zaznamenána výrazná změna i v průběhu jednoho měřicího intervalu. V takovém případě musel být měřicí interval nakrátko přerušen, provedena fotodokumentace a poté dokončen zbytek intervalu testu. Z důvodu vyšší teplotní zátěže motoru bylo provedeno maximálně pět měřicích intervalů (celkem 1000 cyklů) následujících bezprostředně za sebou, poté následovala minimálně půlhodinová přestávka nutná k dochlazení motoru zařízení, aby se předešlo jeho poškození.

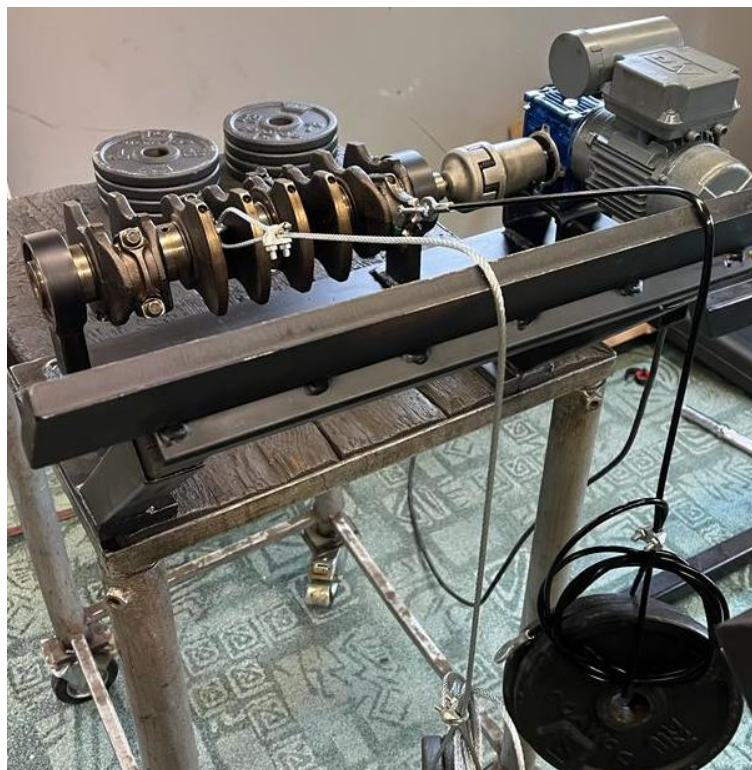
8.2.1 Otěr lan

Pro zkoušku výdrže a porovnání lan bylo použito jednak ocelové lano pozinkované a ocelové lano poplastované. Pozinkované lano spadá pod ČSN EN 12385-4. Podrobnější označení lana je 6×19+FC. Toto označení znamená, že lanová konstrukce má 6 hlavních lan a každé z těchto hlavních lan obsahuje 19 drátků. FC označení znamená, že jádro lana tvoří jeden kovový provaz. [37] U poplastovaného lana bohužel dodavatel neuvádí jeho přesnější specifikaci. Obě lana mají stejný průměr 4 mm.

Na posuvnou část stroje byla připevněna pásovina z Hardoxu, jejíž rozměry jsou 25 mm tloušťka, 100 mm šířka a 400 mm délka. Tento materiál má tvrdost 450–500 HB. Je velmi odolný proti otěru. Obě lana jsou umístěna na stejnou hranu z Hardoxu pod stejným úhlem (viz obrázek č. 31) [38].

Při testování je potřeba se co nejvíce přiblížit reálným podmínkám poškozování lan. Lana se nejčastěji opotřebovávají v průběhu pohybu při dotyku s rámem stroje (hranou). Proto jsou při testování lana natažena přes výše zmíněnou hranu a na druhém konci lan jsou umístěna závaží, která vytváří zatížení. Závaží je tvořeno dvěma kotouči, každým

o hmotnosti 2 kg, tzn. každé lano je dle vztahu (3) zatíženo tíhou cca 40 N. Dle vztahů (26) a (27) se přitlačná síla k hraně pohybuje v rozmezí 64,7 N až 68,2 N.



Obrázek č. 31: Upevnění lan připravených na testování.

8.2.2 Otěr materiálu sedacích částí

Pro srovnávací testování materiálu sedacích částí u posilovacích strojů byla v souladu s kapitolou 7 zvolena eko kůže a koženka. Oba materiály jsou ve výše zmíněné kapitole podrobněji popsány.

U tohoto pokusu došlo k výměně pracovní plochy na posuvné části stroje. Pásovina z Hardoxu byla nahrazena ocelovou trubkou o průměru 90 mm a délce 400 mm. Porovnávané materiály sedacích částí byly potaženy a upevněny na ocelovou trubku. Každý materiál byl ustřižen a potažen na polovinu trubky. Oba materiály tedy mají stejné rozměry 200 mm × 320 mm. Připevněny byly nýty ve vzdálenosti 30 mm.

Při testování je potřeba se co nejvíce přiblížit reálným podmínkám a působení okolních vlivů. Hlavním okolním vlivem působícím na sedací části je díky svému složení pot. Pot obsahuje přibližně 5 g soli na 1 litr vody. Proto byl připraven roztok soli a vody v tomto poměru. Textilní látkou, která se sedacích částí nejčastěji dotýká, je ručník.

Ty jsou nejčastěji vyráběny ze 100% bavlny, a proto byl za materiál, který přijde s testovanými plochami do styku, zvolen právě 100% bavlněný ručník. Z důvodů snížení rizika roztržení je ručník přišitý na upínací pás na přivazování materiálu (hovorově kurtna) a obaluje ho z obou stran. Při krácení pásu muselo být využito pálení nahřátou ostrou hranou, aby se předešlo vzniku třepení látky v případě uříznutí nožem. Stejnou metodou byly vyrobeny díry, které slouží k uchycení pracovního pásu ke stroji a závaží. Pás byl k ojnici uchycen pomocí polypropylenového lana, třmenu omega s čepem a lanové svorky. Na druhém konci upínacích pásů jsou umístěna stejná závaží jako v případě testu lan, tedy se přitlačná síla k testovaným materiálům opět pohybuje v rozmezí 64,7 N až 68,2 N. Na obrázku č. 32 je detail posuvné části stroje při tomto testování demonstrující uchycení vzorků i ručníku [39].



Obrázek č. 32: Horní pohled na dotyk ručníku s testovacím materiálem.

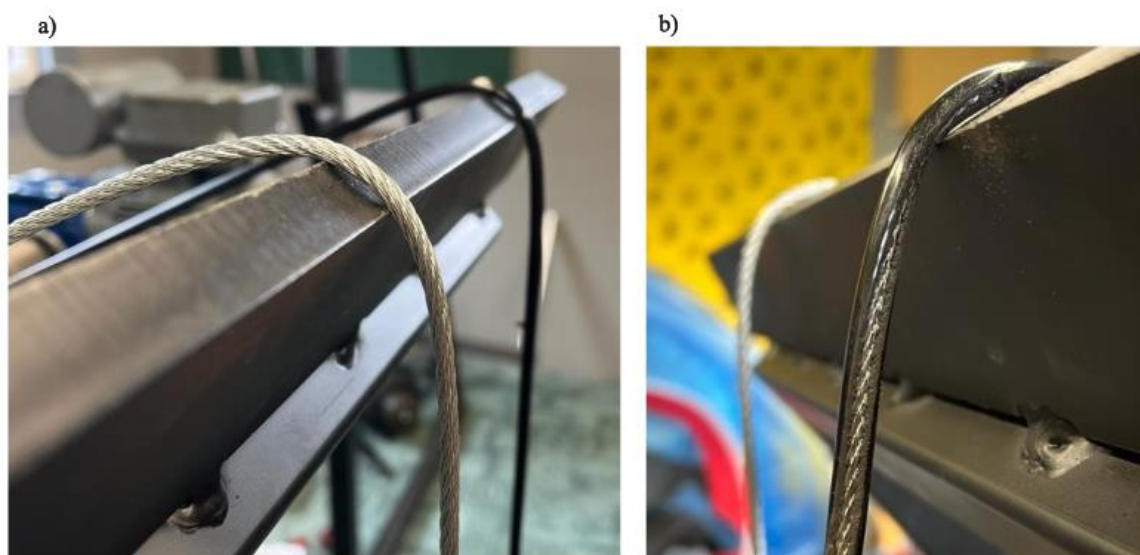
Před prvním měřením byl ručník politý 100 ml roztoku vody a soli. Polévání bylo prováděno pravidelně po 1000 cyklech, vždy 50 ml roztoku.

8.3 Výsledky testů

V této kapitole nejsou uvedeny všechny zhotovené snímky po každém měřicím intervalu, ale pouze takové, které dokumentují výraznější změny na povrchu testovaných materiálů.

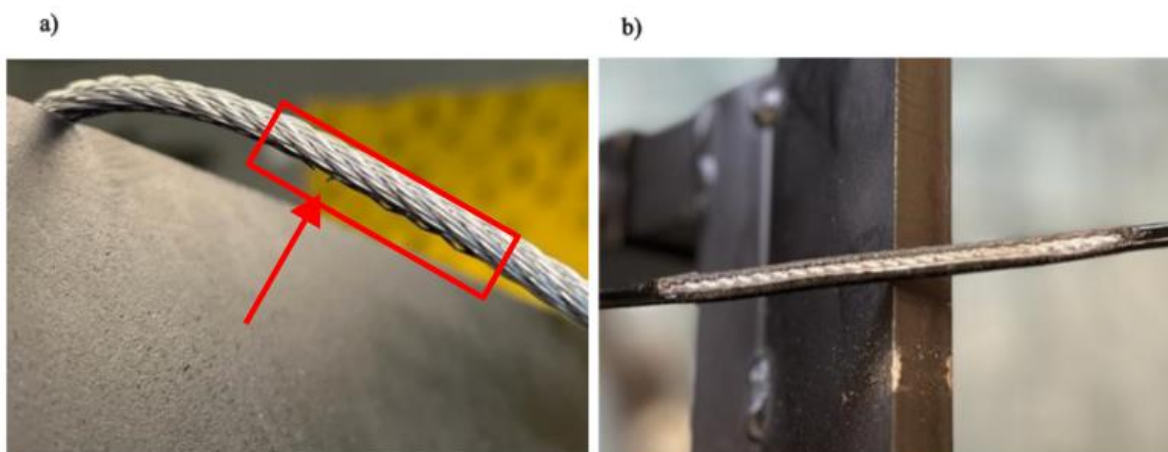
8.3.1 Otěr lan

První snímek opotřebení vzorků byl proveden již po 160 cyklech (viz obrázek č. 32), kdy došlo k viditelnému poškození u poplastovaného lana, a proto musel být dočasně přerušen první měřicí interval. Plast v místě styku s hranou již vůbec nebyl, došlo k jeho úplnému odření. Ocelové lano v tom okamžiku nejevilo vůbec žádné známky poškození. Další kontroly probíhaly již podle plánu po 200 cyklech.



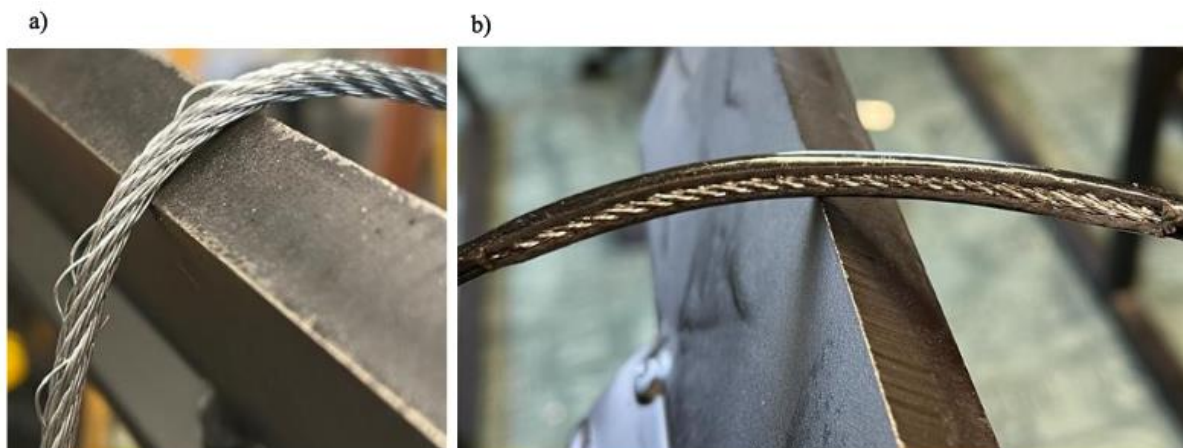
Obrázek č. 32: Kontrola po provedení 160 cyklů – a) ocelové lano, b) ocelové lano poplastované.

Další výraznější změna v kvalitě povrchu testovaných materiálů přišla po šesti měřicích intervalech, tedy po 1200 cyklech (viz obrázek č. 33), kdy bylo poprvé vidět lehké poškození na nepoplastovaném laně. Poplastované lano v tomto kontrolním bodě nejevilo žádné vizuální změny ani poškození oproti předchozí kontrole.



Obrázek č. 33: Kontrola po provedení 1200 cyklů – a) ocelové lano (červený rámeček s šipkou ukazuje odíranou část lana), b) ocelové lano poplastované.

Další poškození bylo dobře viditelné při provedení 1520 cyklů (viz obrázek č. 34). Poprvé zde bylo viditelné poškození drátků u ocelového lana i na protější straně přímého kontaktu s hranou. Poškození zde bylo v podobě uvolněných a vystouplých vláken ocelového lana. Poplastované lano opět zůstávalo bez viditelných změn poškození od minulé kontroly.



Obrázek č. 34: Kontrola po provedení 1520 cyklů – a) ocelové lano, b) ocelové lano poplastované.

Při dalším pokračování experimentů již docházelo k pouze drobným změnám v poškození povrchu, které jsou na fotografiích jen velmi málo viditelné, a proto byla fotodokumentace od tohoto okamžiku dále prováděna jen po každém druhém měřicím intervalu, tedy až po provedení 400 cyklů. Na obrázku č. 35 je zaznamenán povrch ocelového lana

po provedení 2320 cyklů. Je zde vidět již relativně větší množství trčících otřepů. Na poplastovaném laně stále nebyly zaznamenány žádné nové známky poškození, proto zde není fotografie jeho povrchu uvedena.



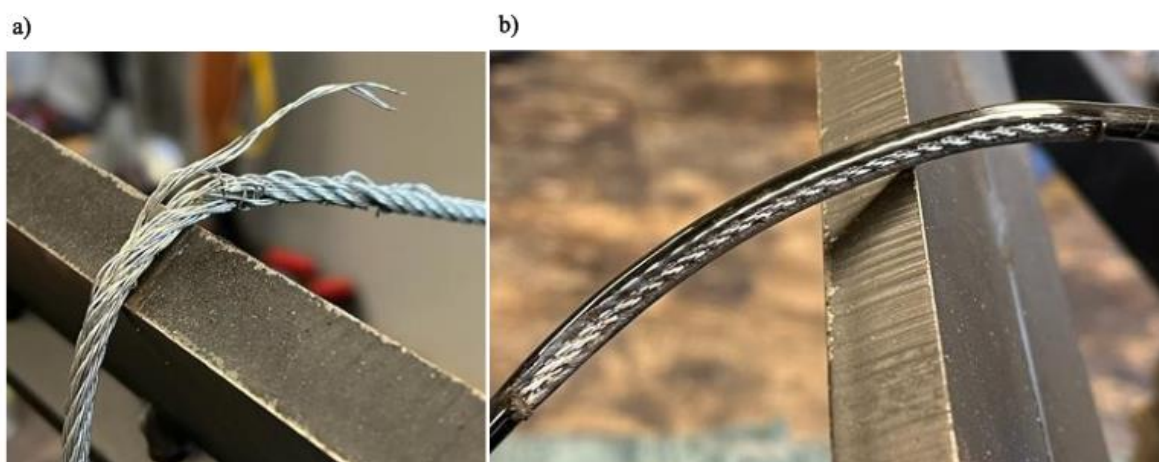
Obrázek č. 35: Kontrola ocelového lana po provedení 2320 cyklů.

Při kontrole po provedení 3920 cyklů bylo zjištěno, že celý jeden pramen drátků ocelového lana je zcela přetržený (viz obrázek č. 36). Poplastované lano stále nejevilo žádné větší známky poškození než odření plastu viditelné již z první kontroly po 160 cyklech.



Obrázek č. 36: Ocelové lano po provedení 3920 cyklů.

U kontroly lan při dosažení 4720 cyklů bylo u ocelového lana bez plastu zjištěno již velmi velké poničení, zatímco poplastované lano bylo stále v téměř stejném stavu (viz obrázek č. 37).



Obrázek č. 37: Kontrola po provedení 4720 cyklů – a) ocelové lano, b) ocelové lano poplastované.

Po provedení 4860 cyklů došlo k úplnému přetržení ocelového lana (viz obrázek č. 38). Poplastované lano bylo po stejném počtu cyklů stále bez viditelných otřepů a trhlin.



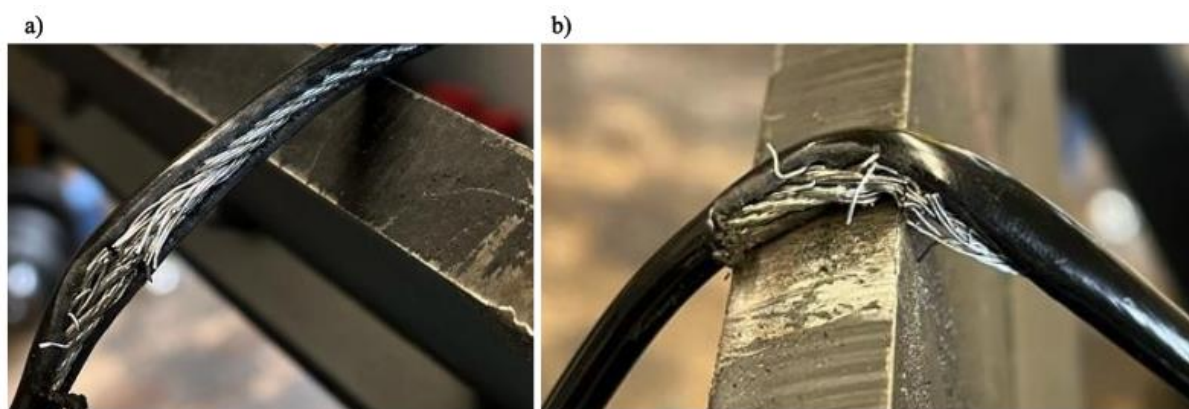
Obrázek č. 38: Přetržení ocelového lana po provedení 4860 cyklů.

Zbytek experimentu probíhal již jen s poplastovaným lanem, které bylo dále zatěžováno stejnou zátěží. U hodnoty 6500 cyklů bylo poprvé vidět lehké poškození drátků poplastovaného lana (viz obrázek č. 39).



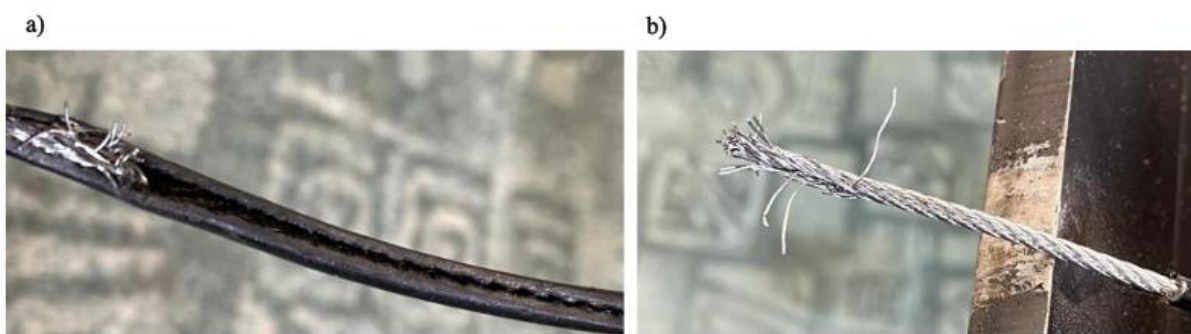
Obrázek č. 39: Poplastované lano při dosažení 6500 cyklů (poškození je viditelné v červeném rámečku).

Výrazné rozšíření poškození bylo viditelné od dokončení 7300 cyklů, kdy se začaly objevovat velké otřepy, jejichž množství se nadále zvyšovalo. Na obrázku č. 40 jsou ukázky poškození poplastovaného lana po provedení 7300 a 7700 cyklů.



Obrázek č. 40: Poškození poplastovaného lana – a) po provedení 7300 cyklů, b) po provedení 7700 cyklů.

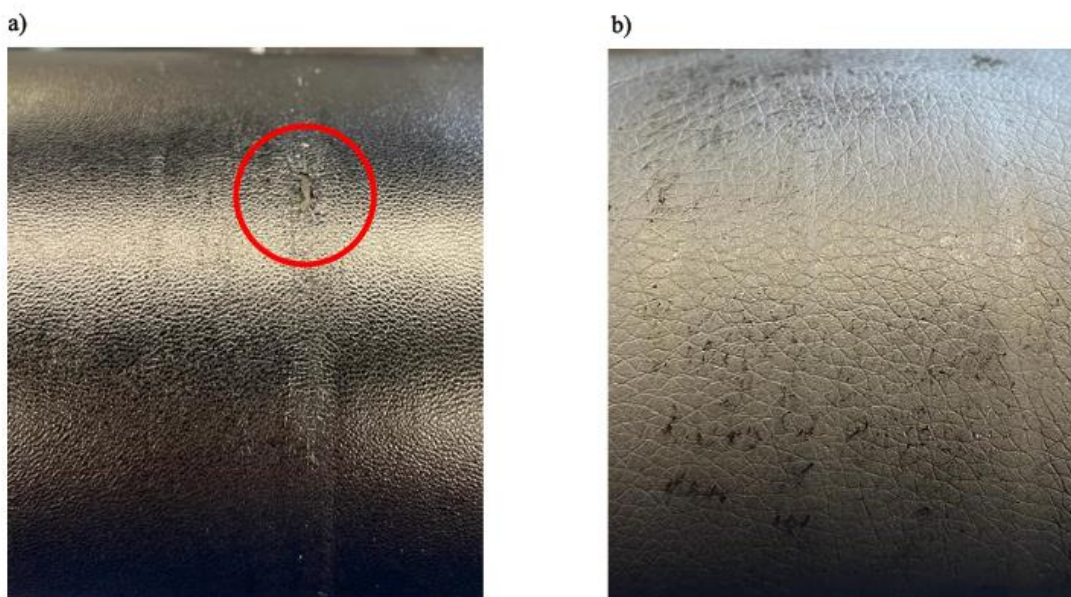
Přetržení ocelové části poplastovaného lana nastalo po 8640 cyklech (viz obrázek č. 41). Zajímavý fakt byl k vidění po tomto přetržení. Plastová ochrana sama o sobě držela tíhu závaží ještě přibližně 60 dalších cyklů, než došlo také k jejímu přetržení.



Obrázek č. 41: Přetržení poplastovaného lana – a) část s plastem, b) část bez plastu.

8.3.2 Otěr materiálu sedacích částí

První poškození testovaných materiálů sedacích částí strojů bylo viditelné až po 1200 pracovních cyklech. Koženka začala mít poškozenou svrchní vrstvu a vznikala drobná trhlina, zatímco eko kůže byla po stejném počtu cyklů bez viditelného poškození (viz obrázek č. 42).



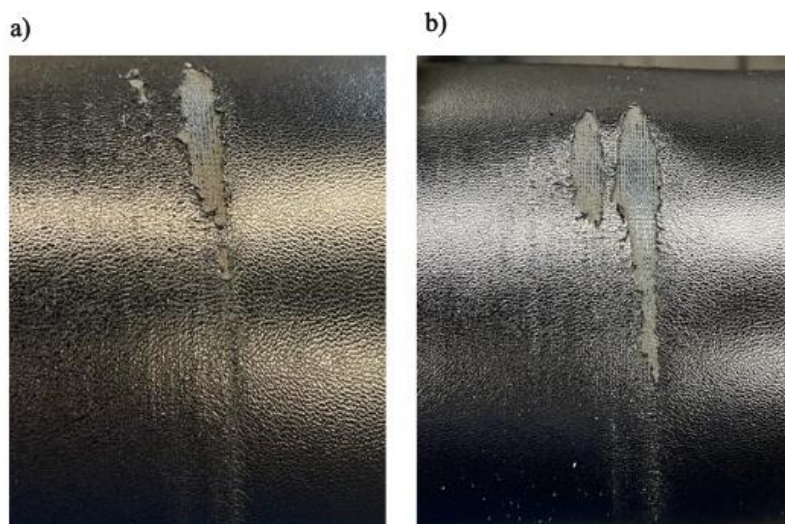
Obrázek č. 42: Poškození materiálu sedacích částí po dosažení 1200 cyklů – a) koženka b) eko kůže.

Výraznější zvětšení trhliny v povrchu koženky bylo pozorováno po provedení 1600 cyklů (viz obrázek č. 43). Eko kůže byla stále bez znatelného poškození (její fotografie není uvedena, protože se nijak neliší od fotografie na obrázku č. 42).



Obrázek č. 43: Poškození povrchu koženky po provedení 1600 cyklů.

Po dosažení 2800 cyklů se trhlina znatelně zvětšila, a dokonce se začala tvořit i druhá trhlina v jiném místě povrchu. Po provedení 3600 cyklů došlo k jejich dalšímu zvětšení a prodloužení. Příslušná poškození jsou zcela zřetelně vidět na obrázku č. 44. Na eko kůži nebyly po provedení tohoto počtu cyklů stále vidět žádné známky poškození.



Obrázek č. 44: Poškození koženky – a) po provedení 2800 cyklů, b) po provedení 3600 cyklů.

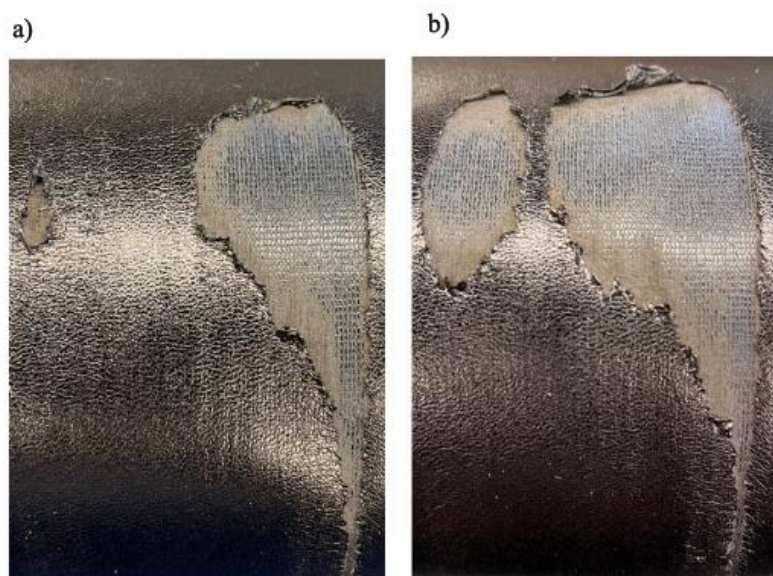
Po provedení 4000 cyklů byly oba materiály doplněny o stahovací pásy z důvodu lepšího udržení materiálů a předcházení jejich posunu po povrchu ocelové trubky, na niž byly připevněny. Stahovací pásy byly umístěny na krajní a střední pozici obou materiálů (viz obrázek č. 45). Pracovní ručníky byly vzájemně vyměněny z důvodů předcházení

vlivu jejich případných specifických vlastností, jako např. nečistot či drsnosti, které by mohly narušit experiment.



Obrázek č. 45: Způsob uchycení pracovních pásek na testované materiály sedacích částí.

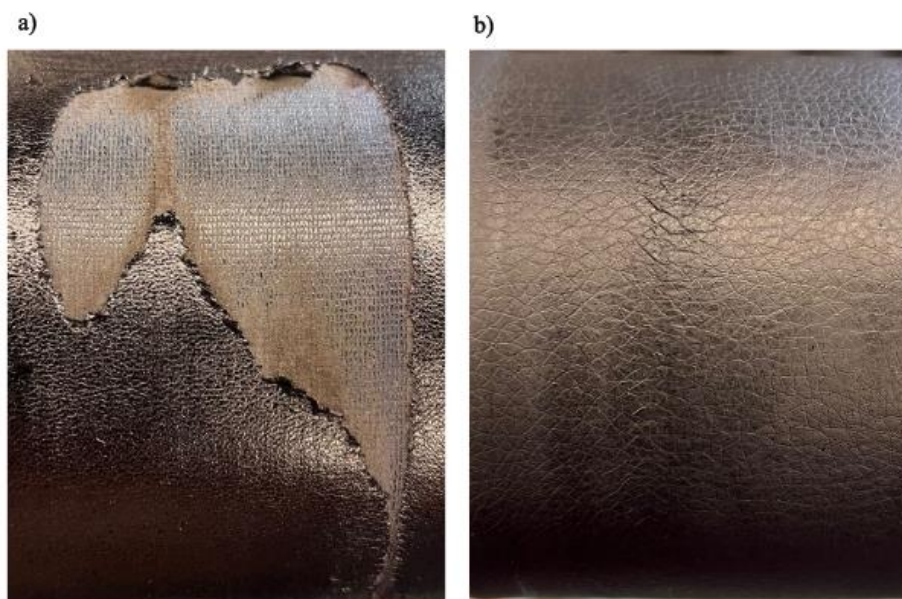
Při dalším pokračování experimentu docházelo ke zvětšování obou trhlin (viz obrázek č. 46). Výrazné zvětšení je vidět např. po provedení 7600 cyklů, při 8800 cyklech jsou obě trhliny téměř spojeny. Eko kůže byla stále bez viditelného poškození.



Obrázek č. 46: Poškození koženky – a) po provedení 7600 cyklů, b) po provedení 8800 cyklů.

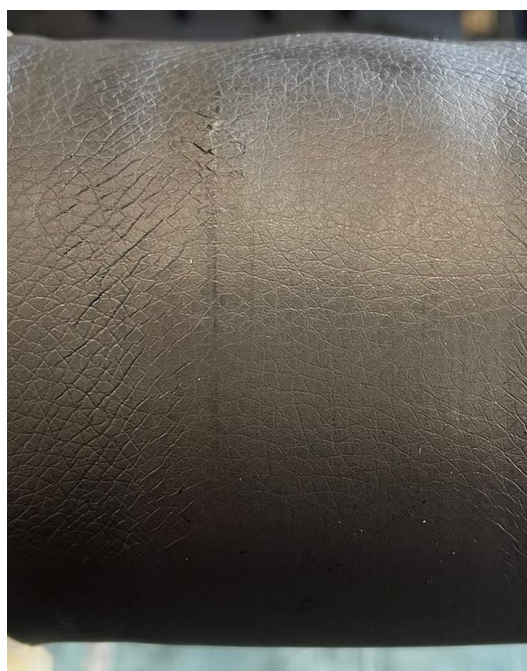
K úplnému propojení obou trhlin ve svrchní části koženky došlo po provedení 9000 cyklů, kdy navíc začala vznikat další trhlinka na vzdálenější části koženky. Eko kůže byla

při dosažení stejného počtu cyklů pouze otačená, bez vizuálního poškození svrchní vrstvy, jak lze vidět na obrázku č. 47.



Obrázek č. 47: Poškození materiálu sedacích částí po provedení 9000 pracovních cyklů – a) koženka b) eko kůže.

V tomto okamžiku byl ukončen experiment s povrchem koženky. Vzhledem k velmi malému opotřebení eko kůže byla v jejím případě pro pokračující experiment zvýšena zátěž na 5 kg, což byla zátěž, se kterou byl ještě schopen motor zařízení pracovat. Přítlačná síla k materiálu se tak zvýšila a pohybovala se v rozmezí 80,9 N až 85,2 N. Po provedení dalších 1000 cyklů, celkem tedy 10000 cyklů, nebyla eko kůže stále výrazně poškozena, jedinou viditelnou změnou jejího povrchu bylo otlačení (viz obrázek č. 48).



Obrázek č. 48: Otláčení eko kůže po provedení 10000 cyklů.

Z časových důvodů byl experiment po 10000 cyklech ukončen i u eko kůže. Oba materiály byly po ukončení pokusu sundány a znovu přeměřeny. Koženka měla stejné rozměry jako před začátkem pokusu. Oproti tomu eko kůže měla o 2 mm více na délku. Lze tedy říct, že vlivem působení došlo k mírnému natažení materiálu.

8.3 Zhodnocení testů

Výše uvedená obrazová dokumentace průběhu experimentu demonstruje odolnost testovaných materiálů oproti oděru. Ze začátku experimentu s vodicími materiály došlo velmi rychle k odření plastové ochrany lana (již po 160 cyklech), ale v pokračujícím testu se lano bez poplastování poškozovalo výrazně rychleji. Je pravděpodobné, že při poplastování se plastický materiál dostane i mezi ocelová vlákna lana a chrání je tím proti poškození oděrem. U ocelového lana došlo k jeho úplnému přetržení po provedení 4860 pracovních cyklů, zatímco u poplastovaného ocelového lana se vnitřní ocelová část přetrhla až po uskutečnění 8640 cyklů, přičemž samotné plastové „oplaštění“ ještě dalších přibližně 60 pracovních cyklů zabránilo úplnému přetržení vodicího materiálu a tím i nekontrolovanému pádu zatěžujících závaží. Poplastované lano tak vykazovalo o více než 77 % vyšší odolnost proti přetržení.

Při testu oděru svrchní vrstvy materiálů sedacích částí se ukázala malá odolnost proti poškození v případě koženky. Trhliny ve svrchní vrstvě se objevily již po provedení 1200 pracovních cyklů, po provedení 2800 cyklů se začala objevovat druhá trhlina, plocha obou se rychle zvětšovala a po provedení 9000 cyklů se trhliny spojily v jednu velkou jednolitou odřenou plochu. Eko kůže při provedení stejného počtu pracovních cyklů neměla žádné trhliny, jevila jen známky otlačení vlivem zátěže, a to i po provedení dalších 1000 pracovních cyklů se zvýšenou zátěží. Vykazovala tak výrazně větší odolnost než koženka. Na druhou stranu se ukázalo, že vlivem odírání dochází k mírnému natahování materiálu eko kůže. To může v praxi při větším natažení způsobit nakřčení materiálu a vznik skladů na povrchu sedací části stroje, což je nežádoucí stejně jako odřeniny povrchu, nicméně k tomu dochází až po výrazně větším počtu pracovních cyklů.

Na závěr lze konstatovat, že výše zmíněné výsledky ukazují, že materiály, navržené jako lepší alternativa materiálů běžně v současnosti používaných, vykazují výrazně lepší odolnost oproti opotřebení.

ZÁVĚR

Závěrem této práce bych se rád vrátil k cílům, které jsem si stanovil společně s vedoucím práce, PaedDr. Bedřichem Veselým, Ph.D. Mezi teoretické cíle patřila analýza aktuální situace a vlivu posilování na život jedince a základní rozdělení posilovacích strojů. Dále popis konstrukce vybraných strojů na posilování, vymezení druhů zátěžových sil a bezpečnostní prvky u posilovacích strojů.

V teoretické části jsem se nejprve věnoval rozdělení strojů podle různých hledisek. V tomto odvětví jsem měl velký problém se zdroji, kterých je k danému tématu pouze malé množství. U rozdělování posilovacích strojů byly zmíněny nejvyužívanější stroje jak na posilování venku, tak na posilování uvnitř. Nastínil jsem nejrozšířenější výrobce posilovacích strojů a zaměřil se taktéž na realie z historie posilovacích strojů. U posilovacích strojů jsem schematicky vyznačil průběh sil a uvedl matematické vztahy, které se u těchto přenosů sil vyskytují. V dalším průběhu teoretické části jsem se zaměřil na bezpečnostní a konstrukční prvky posilovacích strojů, nepoužívanější mechanismy i nové trendy v oblasti posilovacích strojů.

V praktické části jsem nejprve vyhodnotil výzkum, který probíhal formou dotazníkového šetření. Dotazník byl směřován na majitele, nebo provozovatele fitness center. S částí dotazovaných respondentů jsem měl možnost komunikovat přímo osobně v jejich provozovnách, což pokládám za velkou výhodu, protože jsem se dozvěděl celou řadu dodatečných zajímavých informací. S částí dotazovaných jsem byl nucen komunikovat pouze přes e-mail. Tímto bych chtěl poděkovat všem respondentům za vstřícný přístup, který trval po celou dobu psaní mé diplomové práce. V dotazníku se otázky týkaly zejména problematických částí u posilovacích strojů. Z důvodu vyšší četnosti stejných odpovědí u některých otázek jsem se na ně zaměřil v další části práce. Rozhodl jsem se najít návrh na úpravu těchto problematických částí tak, aby byla prodloužena jejich životnost a tento návrh následně otestovat na zkušebním stroji.

Největší problém mají posilovny s přetrháváním lan u kladkových strojů, špatným promazáním kladek a s potrháním sedacích částí u posilovacích strojů. U kladkových posilovacích strojů jsem se zaměřil na různé varianty nahrazení ocelového lana. Dospěl jsem k závěru, že nejlépe by ocelové lano nahradilo poplastované lano vzhledem k tomu, že ostatní varianty mají různé nevýhody. U sedacích částí posilovacích strojů jsem našel

materiál, který by díky svým vlastnostem měl mít v prostředí fitness center delší životnost.

Zmíněné navržené materiály jsem otestoval na pokusném stroji, který jsem navrhl a sestavil. Jednalo se o sestavu elektromotoru, převodovky, spojky a klikové hřídele. Na tomto stroji jsem nejprve porovnával otěr u ocelového lana a lana poplastovaného. Výsledky byly jasně zřetelné a poplastované lano v nich vyšlo výrazně lépe. U materiálu sedacích částí jsem použil stejný pokusný stroj, pouze jsem vyměnil dotykovou část. Porovnával jsem dva materiály, eko kůži a koženku. Koženka je dosud nejvyužívanějším materiálem pro sedací části posilovacích strojů. Aby byl pokus co nejpodobnější reálnému používání materiálů, vytvořil jsem roztok vody a soli, který měl odpovídajícím způsobem simulovat lidský pot. Pokus ukázal, že eko kůže má mnohem větší odolnosti při působení soli (která je obsažena v potu). Všechny návrhy se tedy v následném pokusu potvrdily jako vhodný druh nahrazení nebo vylepšení.

Psaní této diplomové práce mi přineslo nové poznatky a zkušenosti v oblasti posilovacích strojů, přestože jsem se s určitou částí již v dřívější době setkal. Cíle práce jsem naplnil i díky vstřícnosti majitelů fitness center, se kterými jsem byl v častém kontaktu. Zároveň výsledky pokusu jasně ukazují na výhodnost nahrazení přenosových prvků poplastovanými lany. Nahrazením koženky eko kůží by se také výrazněji prodloužila životnost materiálu sedacích částí. Zde vidím přínos pro fitness centra, která by touto změnou ušetřila finance a zároveň starosti s údržbou.

UŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] OLIVOVÁ, Věra. *Sport a hry ve starověkém světě*. Praha: ARTIA, 1988. ISBN 59-085-88.
- [2] REICHMAN, Martin. Proti proudu času: Jak vypadaly posilovny na konci 19. století. 100+1 *zahraniční zajímavost* [online]. 2016, 19.01.2016 [cit. 2023-06-27]. ISSN 1804-9907. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/proti-proudu-casu-jak-vypadaly-posilovny-na-konci-19-stoleti>
- [3] BARBA -COURT, Kala. SO YOU THINK EXERCISE IS TORTURE? TAKE A LOOK AT THE GYM EQUIPMENT OF 1892. *PLAIN Magazine* [online]. 2016, AUGUST 22, 2016 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://plainmagazine.com/gym-equipment-1892/>
- [4] KALMAN, Michal, Zdeněk HAMŘÍK a Jan PAVELKA. *Podpora pohybové aktivity: pro odbornou veřejnost*. Olomouc: ORE-institut, 2009. ISBN 978-80-254-5965-2.
- [5] SEKOT, Aleš. *Kapitoly ze sportu*. Brno: Masarykova univerzita, 2004. ISBN 80-210-3531-5.
- [6] STACKEOVÁ, Daniela. *Fitness programy - teorie a praxe: metodika cvičení ve fitness centrech*. 2., dopl. a přeprac. vyd., (1. v nakl. Galén). Praha: Galén, c2008. ISBN 978-80-7262-541-3.
- [7] 3D FITNESS. *JAK SE PSAL PŘÍBĚH IKONICKÉ ZNAČKY HAMMER STRENGTH* [online]. [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: https://www.3dfitness.cz/blog/jak-se-psal-pribeh-ikonicke-znacky-hammer-strength?gclid=CjwKCAiA3KefBhByEiwAi2LDHCXdyfVBqrcNgh8MvXa6DqY_E4NqjFrtIav-jo3fCP0L5sb1MaVkcRoCgGsQAvD_BwE
- [8] Life Fitness [online]. [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.lifefitness.com/en-us/hammer-strength/blog/origins-iconic-strength-training-brand>
- [9] KETTLER. *Služby* [online]. Krásno nad Teplou: LIFEsport, c2016 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.kettler.cz/sluzby/#made-in-germany>
- [10] NYPL, Eduard. *O FIRMĚ FITHAM. FITHAM* [online]. Liberec: FITHAM, c1995 – 2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.fitham.cz/fitness->

[liberec?_gl=1*hz24gx*_up*MQ..&gclid=CjwKCAiA3KefBhByEiwAi2LD-HEe6jR4qdqmK-2N87Gn98Cdo9uOm9DQEXb07zqY6xWL-gEaa5DVY0dxoCA1sQAvD_BwE](https://www.liberec.cz/?gl=1*hz24gx*_up*MQ..&gclid=CjwKCAiA3KefBhByEiwAi2LD-HEe6jR4qdqmK-2N87Gn98Cdo9uOm9DQEXb07zqY6xWL-gEaa5DVY0dxoCA1sQAvD_BwE)

- [11] Základní informace [online]. Ostrava-Martinov: Remas, c2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.remas-store.com/zakladni-informace/>
- [12] Referenční stavby. *Sportovní hřiště* [online]. Zlín [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.sportovnihriste.cz/reference/workout-hriste-kyjov/>
- [13] KUKLÍK, Vlastimil a Jan KUDLÁČEK. *Žárové zinkování*. Havlíčkův Brod: Asociace českých a slovenských zinkoven, 2014. ISBN 978-80-905298-2-3.
- [14] Workoutové hřiště Plavská, České Budějovice. *Jihočeský kraj: Sport v Jihočeském kraji* [online]. ČUS, c2013-2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://is-cus.cz/kraje/jihocesky/pasport/21803>
- [15] COLMEX [online]. Hlubočinka: COLMEX, c2010-2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.colmex.cz/>
- [16] COLMEX. *Product* [online]. Hlubočinka: COLMEX, c2010-2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.colmex.cz/product/ce-07-procvicovani-chuze/>
- [17] COLMEX. *Product* [online]. Hlubočinka: COLMEX, c2010-2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: https://www.colmex.cz/product/gce_shoulder_press/#&gid=1&pid=1
- [18] RVL13. In: *Produkt* [online]. Praha [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.rvl13.com/966/zobrazeny-produkt>
- [19] STOPPANI, James. *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány: 381 posilovacích cviků*. Druhé, přepracované a rozšíření vydání. Přeložil Libor SOUMAR. Praha: Grada Publishing, 2016. Sport extra. ISBN 978-80-247-5643-1.
- [20] Posilovací-stroje. *Multipress svodidla pro konstrukci IMPULSE FITNESS IF-HC* [online]. Jeneč: DOMAFIT FITNESS, c2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.posilovaci-stroje.com/p/multipress-svodidla-pro-konstrukci-impulse-fitness-if-hc>
- [21] FITHAM. *FITHAM Horní kladka* [online]. Liberec: FITHAM.cz, c1995 – 2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.fitham.cz/fitham-horni-kladka>

- [22] ŠOLC, Jaroslav. *Posilovací stroj na posilování rukou pro postižené osoby* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/gm5eof/>. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Ing. Jiří Barták.
- [23] Stroje Posilovací. *Venkovní posilovací stroj pro zdravotně postižené 01* [online]. Praha [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.strojeposilovaci.cz/Venkovni-posilovaci-stroj-pro-zdravotne-postizene-01-d295.htm>
- [24] HITHIT. *Handicap Fitness pro tělesně postižené, převážně vozíčkáře* [online]. Praha: Hithit, c2012 – 2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.hithit.com/cs/project/7616/handicap-fitness-pro-telesne-postizene-prevazne-vozickare>
- [25] Cesta za snem. *Multifunkční trenážer Gamma EVO 3* [online]. Praha: Bubáková, c2022 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.cestazasnem.cz/trenazery.html>
- [26] Hammer Strength Fitness. *Fotogalerie* [online]. Praha: Hammer Strength Fitness, c2017 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.hammerstrength.cz/cs/po-bocka-sparta/fotogalerie-2>
- [27] Domáci fitness: Vše pro fitness a sport. *STOJANOVÁ KONSTRUKCE PRIMAL MONSTER SQUAT STANDS* [online]. Liberec: Domáci fitness, c2023 [cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.posilovaci-stroj.cz/primal-monster-squat-stands>
- [28] VOBEDJA, Radek. *ODVOZENÍ A APLIKACE ANALYTICKÉHO POSTUPU NÁVRHU BICÍ PRUŽINY PALNÉ ZBRANĚ* [online]. Brno, 2017 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_ve-rejne.php?file_id=148760. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ. Vedoucí práce Ing. Martin Slažanský.
- [29] HÁJEK, Emanuel, Pavel REIF a František VALENTA. *Pružnost a pevnost: Celo-státní vysokoškolská učebnice*. I.... Praha: SNTL, 1988.
- [30] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2005. ISBN 80-7361-011-6.
- [31] SVOBODOVÁ, Magdalena. *Spoje a spojovací součásti* [online]. Brno, 2012 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z:

- https://www.sokolska.cz/DUMy/SPS,%20MEC,%20CAD/VY_32_INOVACE_13-20.pdf. Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT. Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická.
- [32] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2004. ISBN 80-7183-312-6.
- [33] Luxorio. *Umělá kůže neboli koženka – vše, co vás o tomto materiálu zajímá* [online]. Litovel: Luxorio, c2023 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://www.luxorio.cz/magazin-o-bydleni/umela-kuze-neboli-kozenka-vse-co-vas-o-tomto-materialu-zajima/>
- [34] Eurointech. *Lanko ocelové 4/5 mm poplast* [online]. Rožnov pod Radhoštěm: Eurointech, c2023 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://www.eurointech.cz/obchod/lanko-ocelove-4-5-mm-poplast/p-3567188.xhtml>
- [35] Ketyban. *Sedací souprava - koženka a eko kůže* [online]. Veselí nad Moravou: KetybanKetyban, c2007 - 2023 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://www.ketyban.cz/sedaci-soupravy---materialy-ii-/>
- [36] KARDANKA. *SPOJKA Ø25 MM GR.2 1: 8* [online]. Dvůr Králové nad Labem: CS Technika, c2020 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://www.kardanka.sk/spojka-25-mm-gr-2-1-9>
- [37] Lano-Motouz. *Ocelové lano (4mm) 6×19* [online]. Bardejov, c2020 [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: <https://lano-motouz.cz/produkt/ocelove-lano-4mm-6x19/>
- [38] TMT. *HARDOX – PRODEJ* [online]. Chrudim [cit. 2023-06-28]. Dostupné z: https://www.tmt.cz/nase-cinnost/hardox/?gclid=Cj0KCQjwqNqkBhDIARIsAFaxvwyXyvzD6bU11TDNA7YG0SE4bAhWygd5gRcsJ-vxtF1RZ2xON1rBHG_4aAjHzEALw_wcB
- [39] SUCHÁNEK, Pavel. *Sodíková pravidla při sportu. Vitalia: největší server o zdraví* [online]. Praha: Internet Info, 2018, 27. 7. 2018 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.vitalia.cz/clanky/sodikova-pravidla-pri-sportu/>
- [40] FITHAM. *Posilovací stroj na břicho EMS posilovač svalů HMS Master PRO Super* [online]. Liberec: FITHAM, c1995 – 2023 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.fitham.cz/ems-posilovac-svalu-hms-master-pro->

- [super?gclid=Cj0KCQiAgaGgBhC8ARIsAAAYLfEWdJKoQcGOZ-SrZh6gd5Xnd7sVxYpYQTUvsoE1_Rr772oLuEB-54tMaAsr4EALw_wcB](https://www.360globalfitness.cz/pro-profesionaly-a-posilovny/climbmill-anyfit-led-displej#&gid=1&pid=1)
- [41] 360globalfitness. *Nekonečné schody ANYFIT Climbmill AI5, LED displej* [online]. Jeneč u Prahy: DOMAFIT FITNESS [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.360globalfitness.cz/pro-profesionaly-a-posilovny/climbmill-anyfit-led-displej#&gid=1&pid=1>
- [42] FITBAU. *Nekonečný žebřík Jacobs Ladder Exclusive* [online]. Jeneč u Prahy: FITBAU, c2013 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.fitbau.cz/nekonecny-zebrik-jacobs-ladder-exclusive--a>
- [43] FITHAM. *Běžecský pás BH FITNESS Runmill* [online]. Liberec: FITHAM, c1995 – 2023 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: https://www.fitham.cz/bh-fitness-run-mill?gclid=Cj0KCQiAgaGgBhC8ARIsAAAYLfFhZpVZ8_C4zwGACbV95xEsb-yOYmqVw5hA-r_DBWdZ73J3OCIIzw4aAnOEEALw_wcB
- [44] T-Fitness. *Trenažér Taurus Scandic-X Indoor* [online]. Schleswig [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: https://www.t-fitness.cz/trenazer-taurus-scandic-x-indoor-tf-scandic-x?gclid=Cj0KCQiAgaGgBhC8ARIsAAAYLfGwnZB-bKZm665MJsxCX7MCyndHUSULWtQo8bmDciDOffM_Co9YJkgaAgAeE-ALw_wB
- [45] VYBAVENÍ FITNESS. *Air bike vzduchový rotoped SPIRIT AB 900* [online]. Praha: VYBAVENÍ FITNESS, c2023 [cit. 2023-06-30]. Dostupné z: <https://www.vybavenifitness.cz/air-bike-vzduchovy-rotoped-spirit-ab-900/>

PŘÍLOHY

Příloha 1 – moderní posilovací stroje



Elektrický posilovací stroj na břišní svaly [40].



Nekonečné schody [41].



Nekonečný žebřík [42].



Zakřivený běžecký trenažér [43].



Běžkařský trenažér [44].



Speciální rotoped se vzduchovým odporem [45].

Příloha 2 – dotazník pro majitele/provozovatele fitness centra

Výzkumné otázky pro majitele fitness centra (zakroužkujte zvolenou odpověď)

1) Kdo provádí údržbu na strojích?

- Výrobce
- Vlastní údržba
- Speciální firma
- Jiný orgán

2) Jak často se provádí údržba?

- Denní
- Týdenní
- Měsíční
- Roční

3) Užívá vaše fitness centrum především posilovací zařízení vyvozuující protisílu pomocí:

- pružin
- pryžových svazků
- pák
- závaží

4) Jsou na některých strojích vymezeny věkové kategorie, pokud ano, jaké a proč?

5) Jaké jsou nejčastější závady na strojích?

6) Máte určité dodavatelské firmy v oblibě a proč?

7) Jak jsou zajištěna hygienická opatření na strojích (sedadla, madla, činky)?

8) Měl někdy stroj výrobní vadu, pokud ano, který a o jakou se vadu se jednalo?
