



**Středoškolská technika 2017**

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

**MATURITNÍ PRÁCE  
CYKLOTRENAŽÉR S PŘÍSLUŠENSTVÍM**

**Daniel Klápště**

**Střední průmyslová škola technická  
Belgická 4852, Jablonec nad Nisou**

**SPŠT**

## Obsah

Použité značky a symboly .....	3
1. Úvod.....	5
2. Historie .....	6
3. Teoretická část .....	7
3.1. Jízdní kola .....	7
3.1.1. Horské kolo .....	7
3.1.2. Krosová a treková kola .....	8
3.1.3. Silniční kolo .....	8
3.2. Jízda na kole v pohodlí domova .....	9
3.2.1. Rotopedy .....	9
3.2.2. Stabilní cyklotrenažéry .....	9
3.2.3. Chytré treňažéry .....	10
3.2.4. Válcové cyklotrenažéry .....	11
4. Praktická část .....	14
4.1. Výpočet cyklotrenažeru.....	14
4.2. Návrh přídatného zařízení .....	23
4.2.1. Konstrukce přídatného zařízení.....	23
4.2.2. Výpočet přídatného zařízení .....	24
5. Závěr .....	27
6. Použité zdroje .....	28
6.1. Literatura .....	28
6.2. Další zdroje informací.....	28

## Použité značky a symboly

$F_{1y}$ - diagonální síla působící na hřídel válce,	$F_{1y}$ [N]
$\sigma_{Do}$ - dovolené namáhání v ohybu,	$\sigma_{Do}$ [MPa]
$\sigma_{Dd}$ - dovolené namáhání v tlaku,	$\sigma_{Dd}$ [MPa]
$\sigma_{Dt}$ - dovolené namáhání v tahu,	$\sigma_{Dt}$ [MPa]
$C_{II}$ - druh zatížení – míjivé,	$C_{II}$ [1]
$R_m$ - mez pevnosti v tahu materiálu,	$R_m$ [MPa]
$W_o$ - modul průřezu v ohybu,	$W_o$ [mm <sup>3</sup> ]
$S$ - namáhaná plocha nohy konstrukce,	$S$ [mm <sup>2</sup> ]
$\sigma_o$ - namáhání v ohybu,	$\sigma_o$ [MPa]
$\sigma_t$ - namáhání v tahu,	$\sigma_t$ [MPa]
$d_h$ - nosný průměr hřídele,	$d_h$ [mm]
obr.,	obrázek
$S_2$ - obsah dutiny profilu,	$S_2$ [mm <sup>2</sup> ]
$S_1$ - obsah nosné plochy profilu,	$S_1$ [mm <sup>2</sup> ]
$o$ - obvod válce,	$o$ [mm]
$M_o$ - ohybový moment,	$M_o$ [N*mm]
$F_g$ - osová síla závitu hřídele,	$F_g$ [N]
$n_2$ - otáčky kola 2,	$n_2$ [s <sup>-1</sup> ]
$n_3$ - otáčky kola 3,	$n_3$ [s <sup>-1</sup> ]
$n_1$ - otáčky válce,	$n_1$ [s <sup>-1</sup> ]
$S_z$ - plocha závitu šroubu,	$S_z$ [mm <sup>2</sup> ]
$r$ - poloměr válce	$r$ [mm]
$D_2$ - průměr kotouče	$D_2$ [mm]
$D_3$ - průměr pastorku na dynamu	$D_3$ [mm]
$D_a$ - průměr pod hlavou šroubu,	$D_a$ [mm]
$D_1$ - průměr válce	$D_1$ [mm]
$d_z$ - průměr závitu pro uchycení na hřídeli,	$d_z$ [mm]
$i_{23}$ - převodový poměr mezi kolem 2 a 3	$i_{23}$ [1]
$F_A$ - síla působící na podpěrnou nohu,	$F_A$ [N]
$F_{v1}$ - síla působící na prostřední válec,	$F_{v1}$ [N]
$F_2$ - síla působící na přední část trenažéru,	$F_2$ [N]
$F_1$ - síla působící na zadní část trenažéru,	$F_1$ [N]
$F_1$ - síla působící od kola na válce,	$F_1$ [N]
$k$ - součinitel bezpečnosti,	$k$ [1]
$f$ - součinitel tření,	$f$ [1]
$P$ - stoupání závitu šroubu,	$P$ [mm]
$d_{z2}$ - střední průměr závitu pro uchycení na hřídeli,	$d_{z2}$ [mm]
$b$ - šířka dutiny profilu,	$b$ [mm]
$B$ - šířka profilu,	$B$ [mm]
$\varphi$ - úhel ovlivněný součinitelem tření,	$\varphi$ [°]
$\gamma$ - úhel stoupání závitu šroubu,	$\gamma$ [°]
$\alpha$ - úhel, ve kterém působí síla $F_{1y}$ ,	$\alpha$ [°]
$M_u$ - utahovací moment matice na závitu hřídele,	$M_u$ [N*mm]
$m_2$ - váha působící na přední část trenažéru,	$m_2$ [kg]
$m_1$ - váha působící na zadní část trenažéru,	$m_1$ [kg]
$h$ - výška dutiny profilu,	$h$ [mm]
$H$ - výška profilu,	$H$ [mm]
$v$ - vzdálenost dvou ložisek válce,	$v$ [mm]

$x_1$ - vzdálenost ložiska k působící síle v 1/3 délky válce,	$x_1$	[mm]
$x_2$ - vzdálenost ložiska k působící síle ve 2/3 délky válce,	$x_2$	[mm]
$d$ - vzdálenost osy ráfku k ose válce,	$d$	[mm]
$l$ - vzdálenost podpěr A a B,	$l$	[mm]
$a_A$ - vzdálenost působící síly od podpěry A,	$a_A$	[mm]
$b_B$ - vzdálenost působící síly od podpěry B,	$b_B$	[mm]
$m$ - vzdálenost středu ložiska od konstrukce,	$m$	[mm]
$c$ - vzdálenost válců,	$c$	[mm]

## 1. Úvod

Lidé již v dávných dobách dbali o své zdraví a bezpečí. Hledali různá řešení, která by jim napomáhala k jejich zdravému životnímu stylu. Člověk se v těchto dobách často vyskytoval na místech, kde na něho čekalo různé nebezpečí.

Jejich každodenní využívání času na maximum je drželo stále po fyzické stránce na správných hodnotách. Museli si obstarávat veškeré věci k přežití a to s sebou neslo právě to, že člověk musel být stále v pohybu. Jednotlivec nemohl pouze čekat a věřit v to, že někdo druhý za něho udělá vše potřebné. Proto vznikaly různé společenské skupiny, které si navzájem pomáhaly s vyřešením společného problému.

Mezi hlavní přírodní překážky patřilo určitě roční období. Lidem se jejich různé práce vykonávaly lépe v letním období než v zimním. V zimním období jim přibývaly opět další aktivity, které byly důležité pro jejich snadné přežití tohoto jednoho úseku v roce. Ať už to byly cesty například pro potravu či pro obstarání materiálu, který jim zajistil teplo uvnitř jejich domovů. Všemi těmito problémy se zabývali tak dlouho, dokud nedospěli k jejich vyřešení. Nakonec v tomto období přišly lidem vhod takzvané ski, lidově řečeno lyže. Stačilo mít dva kluzné prostředky, na které si uživatel připevnil nohy a mohl si užívat čerstvý váněk při sjezdu z kopců dolů. Problém ale nastal, když přišla rovina nebo ještě hůř, když musel lyžař cestovat přes kopce.

Na počátku 19. století přišli lidé s nápadem, který by jim ulehčoval a hlavně časově krátil dlouhé cesty vedoucí k jejich domovům nebo obstarání potřebných potravin. Samotné kolo jako součást znali již delší dobu. Bylo používáno pro různé vozíky na přepravu těžších materiálů, pro pohyb mohutných zbraní při bitvách, ale také pro určité ruční práce, při kterých byl zapotřebí rotační pohyb. Všechny tyto poznatky vedly k výrobě prvních jednostopých vozidel připomínajících dnešní jízdní kolo.

Do dnešní doby prošlo jízdní kolo obrovským vývojem. Ať už z hlediska dostupných technologií, stále nových a lehčích materiálů, propracovanějších detailů, které by na počátku vývoje nikoho nenapadly. Stále však pro většinu milovníků jízdy na kole platí, že pokud není venku vlídné počasí, raději se své radosti vzdají. A tak mezi lákadla současnosti patří takzvané simulátory-cyklotrenažéry, díky nimž může cyklistický nadšenec sportovat dál i když venku řádí mráz nebo vichřice a udržet se tak v dobré kondici po celý rok. Vynaložená energie se pak dá využít i dalším způsobem a přes připojené příslušenství k trenážeru lze dobít například i mobilní telefon.

## 2. Historie

První jízdní kolo připomínalo spíše koloběžku. Díky jeho vynálezci Karlu von Draisovi dostalo název „Drezína“. Natáčení předního kola měl na starost samotný uživatel bicyklu, který seděl na rámu tohoto jízdního kola. Systém pojezdu tohoto dopravního prostředku spočíval v tom, že se člověk musel alespoň jednou nohou odrážet od země. [2]

Jako další vynález v této době bylo jízdní kolo skotského vynálezce Kirkpatricka Mcmillana. Pohon tohoto kola spočíval v táhlech, která ovládala kliky na zadním kole. Jezdec tyto táhla ovládal vpředu, tedy u předního kola pohybem vpřed a vzad. O pár let později vyjel ze své dílny Philipp Moritz Fischer s „Drezínou“, u které byl pohon zajištěn rotačním pohybem klik na předním kole. [1]

Mezi hlavní konstrukční prvky patřily dřevěné rámy, dřevěné ráfky a kovové obruče. Postupně se došlo až k výrobě mohutnějších strojů, jako byl například Velocipéd, viz obr. 2.1. U tohoto jízdního kola se k pohonu používaly šlapací kliky a pedály, které sloužily k pohánění předního kola. Mezi další propracované prvky patřilo například samotné odpružení sedla, náhrada kovových obručí za obruče pryžové nebo změna materiálu na rám, tedy ocelový rám za rám dřevěný. [1]

Na bezpečnost se začalo hledět až při používání řetězu a ozubených kol, díky kterým se snížil průměr předního kola. Postupem času se rozměr předního kola z 1,8 metru (jak tomu bylo u velocipédu) snížil na přijatelnější průměr, při kterém jezdec došlápl ze sedla na zem. Tyto bicykly se tak díky snížení těžiště staly bezpečnějšími a mnohem ovladatelnějšími. [1]



Obr. 2.1: Přesná podoba dřívějšího velocipédu [8]

### 3. Teoretická část

Konstrukce kola, brzdění, provedení převodů pro jednodušší šlapání, odpružení a podobně, bylo již dávno vyřešeno a hlavními sledovacími prvky se stávají opravdu detaily, které mohou v určitých podmínkách rozhodovat. Silniční kola vyráběná z lehkých materiálů jako je carbon nebo kevlar zaručují maximální prožitek z jízdy a minimální hmotnost kola. To samé platí i o dnešních horských kolech, které musí vydržet i ty nejextrémnější podmínky. Novodobá jsou i takzvaná elektrokola či kola přezdívaná Fatboy, neboli kola pro použití v zimním období, tedy na sněh.

#### 3.1. Jízdní kola

Dnes již existuje mnoho různých druhů jízdních kol. Ať už je to horské, krosové, trekové nebo silniční kolo. Každé z těchto kol má své využití pro určité podmínky. Už jen podle názvů si dokážeme odvodit, jaké kolo by pro jaké podmínky bylo to nejvhodnější, a proto správný výběr kola rozhoduje ve všem.

##### 3.1.1. Horské kolo

Taková kola se vyznačují především svojí mohutnou konstrukcí, viz obr. 3.1. Je to (takzvaný) milovník nezpevněného povrchu, lesních cest a podobných terénních cest. Dokáže zdat i běžné silniční komunikace, ale kvůli jeho vysokým a širokým pneumatikám je jízda při vyšších rychlostech hlučná a příliš náročná pro samotného jezdce.



Obr. 3.1: Horské (MTB) kolo [16]

Mezi hlavní prvky, které cestu v terénu dělají pohodlnější, patří například odpružení přední vidlice, u některých typů odpružení i zadní vidlice. Špalíkové brzdy byly postupem času nahrazeny brzdami hydraulickými a zvýšený počet ozubených kol jak vpředu tak vzadu dovoluje čím dál více snadnější výjezdy i do těch nejprudších kopců. Rámy kol se již dnes prakticky nevyrobějí z oceli, tu nahradil například karbon, hliník nebo titan. Výběr materiálu pro výrobu rámu, ráfků a dalších příslušenství pak podstatně ovlivňuje pořizovací cenu finálního výrobku. [15]

### 3.1.2. Krosová a treková kola

Tato kola patří mezi takzvanou střední cestu při výběru optimálního jízdního kola. Pokud se uživatel nechce účastnit například závodů v terénu nebo na silničních komunikacích, kola krosová či treková mu určitě budou vyhovovat.

Jízdní kola určená pro vášnivé turisty, kteří chtějí zdolat a navštívit různá místa za co nejkratší a pohodlnou dobu. To vše jim zaručuje krosové kolo, viz obr. 3.2, u kterého je průměr kola asi o 1 až 2 palce větší než je u horských. Kola jsou i užší, a tím je tedy zaručena větší rychlost a snazší šlapání k dosažení těchto větších rychlostí. Svým použitím se tato kola hodí jak na zpevněné povrchy, tak i na lesní a polní cesty, tedy na nezpevněný povrch. [15]

Kola treková, viz obr. 3.3, jsou oproti krosovým osazena dalším příslušenstvím, jako je nosič, blatníky, světlo a dalšími reflexními prvky. Společně s přilbou a těmito prvky se uživatel může bezpečně účastnit provozu na silničních komunikacích. Kvůli jemnému vzorku na pneumatikách a neodpružené přední vidlici je nevhodné treková kola používat v terénu. [15]



Obr. 3.2: Krosové (cross) kolo [17]



Obr. 3.3: Trekové (trekking) kolo [10]

### 3.1.3. Silniční kolo

Silniční kola vládou silničním komunikacím díky své rychlosti a lehké konstrukci, viz obr. 3.4. Tato kola se vyznačují aerodynamickou konstrukcí a jsou vyráběna z těch nejlehčích, ale zároveň i velmi pevných materiálů.

*„Až do 70. let byly rámy vyráběny z oceli, pak se rozšířil hliník a později mnohem dražší uhlíkové vlákno a titan. Nové materiály, používané původně v letectví, usilují o větší lehkost strojů v souladu s výkonem a bezpečností. Jsou vyvíjeny různé druhy kol, určených ke sportu, turistice či běžnému užívání. Mezi nejvýraznější inovace nedávné minulosti a současnosti patří nášlapné pedály, řazení integrované v brzdových pákách, náboj s planetovou převodovkou, futuristicky tvarované rámy pro co nejlepší kombinaci zdánlivě protichůdných vlastností, jako jsou pevnost a pohodlí, kazeta s 11 pastorky, elektronicky ovládané řazení, speciálně pro nejvyšší výkon zaplétaná kola, duté středové osy velkého průměru integrované do klik, keramická ložiska, jakož i řada praktických doplňků.“ [2]*



Obr. 3.4: Silniční (road) kolo [9]



Velké množství sportovců, kteří tráví většinu svého času právě na závodních silničních kolech, se musí udržovat v kondici i v tom nejhorším počasí. V tom jim může kdykoli vyhovět takzvaný cyklotrenažér.

### 3.2. Jízda na kole v pohodlí domova

Prosluněné dny letního období zlákají snad každého vzít si kolo a jet se projet. Bohužel tak pěkné podmínky, které panují během letních dnů, netrávají věčně a proto většina lidí při poklesu venkovních teplot, své „dopravní mazlíčky“ ukládá. Menšina, která si chce užívat jízdu i v podzimním či zimním období, si pořídí takové pomůcky, které jim tuto jízdu umožní a hlavně příjemní. Tato skupina lidí může být cyklistikou tak zaujata, že si pořídí do svého obydlí stroje, které jim zajistí udržovat si skvělou formu a udržovat se v pohybu. Mezi tyto stroje patří rotopedy nebo trend současnosti cyklotrenažéry.

#### 3.2.1. Rotopedy

Rotoped, viz obr. 3.5, je jeden ze strojů, který svým vzhledem a vlastnostmi připomíná nepohybující se jízdní kolo. Uživatel je na rotopedu simulována jízda tak, že sedí na konstrukci se sedlem, rukama se může, ale i nemusí, držet madel, které slouží k pocitově více připomínající jízdě na kole a jako poslední je tu opět klikový mechanismus, přes který je vykonáván rotační pohyb. Zátěž je zde simulována různě. Jezdec si může ovládat míru zatížení buď mechanicky otáčením segmentu, který přes ocelová lanka přibližuje či oddaluje magnet od ocelového kotouče, o něco hlučnější čelist'ová brzda, která funguje opět na ručně ovládaném segmentu přes lanka nebo elektronicky, kde pouhým zmáčknutím tlačítka je přes počítač vyslán signál do elektromagnetu. Výhodou rotopedů s elektromagnetickým zatížením je ta, že v řídicím počítači jsou předdefinovány programy, které si během jízdy samy mění vzrůstající či klesající zatížení. To může být v určitých momentech pro samotného uživatele velmi přínosné a v některých případech až zábavné či naopak. [21]



Obr. 3.5: Rotoped s mechanickým ovládaním [7]

#### 3.2.2. Stabilní cyklotrenažéry

Tyto trenážéry se vyznačují svojí lehkou konstrukcí, trny pro uchycení zadního kola bicyklu a zařízením pro přenos síly od šlapání a vytváření odporu pro lepší pocit z jízdy. Další věc, která je pro tento trenážér významná je ovládací mechanismus upevněný na řídítkách jízdního kola. Tento mechanismus zajišťuje ovládnání a nastavování odporu kola

podle potřeby uživatele. Hlavní výhodou těchto simulátorů je to, že se zde dají použít všechny druhy jízdních kol. Ať už jsou to nejmohutnější horská nebo nejrychlejší a nejlehčí silniční kola.

Jak již bylo zmíněno, zadní kolo bicyklu je upevněno mezi dva trny umístěných na lehké konstrukci, viz obr. 3.6, které zajišťují pevnou polohu celého kola. Zadní kolo tak při šlapání rotuje několik centimetrů nad zemí a z určitého místa je na plášť kola přitlačeno zařízení pro vytváření odporu při jízdě. Každý z výrobců se snaží mít vlastní konstrukci tohoto zařízení a proto vymýšlí různá řešení pro vytváření tohoto odporu. K výrobě těchto zařízení napomohl již zmíněný rotoped, kdy zatížení bylo simulováno na elektromagnetu, či samotném magnetu, který se mechanicky ovládal. Většina brzd je konstruována pomocí 8 permanentních magnetů a kilového ocelového setrvačnicku. Kvůli těmto setrvačnickům se vyrábějí i speciální pláště. Protože by docházelo k velkému opotřebenému vzorku, používají se materiály, které mají s tímto setrvačnickem menší tření. Díky těmto materiálům se plášť nepřehřívá a neprokluzuje. [11] [13]



Obr. 3.6: Stabilní cyklotrenažér [18]

V dnešní době se dají přirovnat tyto trenažéry k hitu současnosti zvaného virtuální realita. Tyto simulátory díky svým vlastnostem a přídatným zařízením mohou u některých jedinců nahradit opravdovou realitu. Elektronika, kterou je trenažér vybaven poskytuje maximální rozhraní použití. Simulátory se dají propojit s televizory a dovedou uživateli měřit určité tělesné hodnoty, které se dají sledovat na připojeném televizoru. Pokud člověka omrzí sledování těchto hodnot, může se vžít do jízdy na trenažéru v pohodlí domova tak, že si pořídí počítačové hry, které jsou určeny právě pro stabilní trenažéry a sledováním obrazovky počítače nebo televizoru si může projíždět ta nejkrásnější místa nebo porážet své protivníky v takzvaných multiplayerových hrách neboli hrách po internetu. [22]

### 3.2.3. Chytré trenažéry

Slovíčko „smart“ se začalo používat u telefonů, pokračovalo to televizory a dnes už je smart téměř všechno včetně cyklotrenažerů. Když jdete při domácím tréninku potit krev, je opravdu příjemné, když máte něco, co vás rozptýlí, motivuje anebo v průběhu „makačky“ nějak pobaví. Když máte při tom poměrně přesnou zpětnou vazbu o rychlosti,

kadenci, srdečním tepu nebo o celkovém výkonu, získáte o svém „trápení“ i velmi přesný přehled a okamžitě zpozorujete dosažený progres. [4]

Ale to, co si jednotliví výrobci cyklotrenažerů představují pod slovem „smart“, se pořádně liší. Některá zařízení využívají komunikační protokol ANT+, takže je bez problému propojíte s cyklocomputery nebo různými snímači ale na propojení s počítačem nebo tabletem budete potřebovat redukci. Některé zase využívají technologii bluetooth, to znamená, lehce je spárujete s elektronickými hračkami, ale k většině cyklocomputerům se nepřipojí. Trenažér od CykleOps si můžete vybrat ve verzi bluetooth nebo ANT+, přičemž najdete i zařízení, která jsou natolik chytrá, že dokáží komunikovat v obou protokolech. Tak můžete spárovat kliky vybavené bluetooth s počítačem, ANT+ snímač s telefonem. Můžete monitorovat svůj tep i výkon a při tom psát zprávy ostatním jezdci závodícím s vámi na online závodní platformě Zwift, viz obr. 3.7. [4]



Obr. 3.7: Celková sestava pro provoz platformy Zwift [19]

*„ANT+ je komunikační protokol chráněné bezdrátové sítě. Komunikační protokol je optimalizován pro použití ve sportu a slouží k vytváření bezdrátových sítí senzorů. Výhodou přenosového protokolu ANT+ je rychlý a bezpečný přenos dat mezi snímači a přijímačem. Tento bezdrátový protokol nyní využívá po celém světě celá řada firem pro různé sportovní měřiče jako jsou např. cyklopočítače, sportovní navigace.“ [20]*

Platforma Zwift je pro současnost velkým pokrokem. Tato platforma prostřednictvím cyklotrenažeru a převážně silničního kola dokáže jízdu na bicyklu přes protokol ANT+ nasimulovat v počítačové hře, ve které se tak může závodit proti dalším vlastníkům této platformy. Simulovaná jízda je promítána na obrazovce, na které může cyklista během jízdy sledovat všechny důležité hodnoty, ať už je to rychlost, čas jízdy nebo svoji tepovou frekvenci díky dalším příslušenstvím, které se prodávají samostatně. Tato platforma je přístupná pro velké množství trenažerů. Ať už jsou to stabilní nebo válcové trenažéry. Trenažer ale musí vlastnit jednu z platforem, které jsou určené pro přenos veškerých hodnot z trenažeru, cyklocomputerů nebo snímačů tepové frekvence na počítač. [22]

#### 3.2.4. Válcové cyklotrenažéry

Další lahůdkou mezi trenažéry jsou takzvané cykloválce, viz obr. 3.8. Oproti trenažerům stabilním jsou válcové cyklotrenažéry pro uživatele výhodnější v tom, že kolo již nedrží hlavní stabilitu za jezdce a cyklista se tak musí více soustředit. Zadní kolo bicyklu zde není upnut do trnů, ale je posazeno na jednoduchou konstrukci s otáčejícími se válci.

Pro takové trenažéry jsou typické jejich rozměry. Dají se přirovnat délce jízdního kola a šířkou se rovnají přibližně délce řídítek. Svoji konstrukcí si zajišťují lehkost a snadnou přípravu pro jejich použití.



Obr. 3.8: Cykloválce [12]

Základní válcové trenažéry, viz obr. 3.9, se skládají z konstrukce, která je tvořena z jednoduchých profilů, válců a převážně gumového řemínku. Profily konstrukce mají různé tvary a každý z výrobců postupem času používá jiný materiál pro snížení hmotnosti. Konstrukční profil může být z obdélníkových či čtvercových tyčí, pásů nebo svařených plechů, ale také i z takových profilů, které se svým tvarem podobají aerodynamickým prvkům, pro co nejlepší vzhled při používání. Materiálově se tato nosná konstrukce vyrábí z co nejdostupnějších materiálů. Ať už je to ocel, hliník či plast.



Obr. 3.9: Válcový cyklotrenažér v rozloženém a složeném stavu [14]

Základem pohybu na tomto trenažéru jsou již zmíněné válce, na které se jízdní kolo přiloží. Vahou bicyklu a jezdcem jsou kola přitlačena na válce a pomocí třecího převodu z kola na válec je přenášena síla. Aby se bicykl na válcích nemohl pohybovat ve směru jízdy, zadní kolo je umístěno na dva válce, které jsou od sebe vzdáleny přibližně 300 mm a střed zadního kola je tedy vzdálen od každého válce o stejnou hodnotu. Díky tomu je zabráněno případnému vyjetí z válců při šlapání na jízdním kole. Co ale zajištěno není je boční vyjetí z válců. Cyklista u těchto trenažérů musí začít používat i řídítka, kterými se snaží udržet kolo během jízdy co nejdále od krajů konstrukce. Aby bylo možné udržovat se uprostřed válců, tedy zatáčet řídítka, musí rotovat i válec pod předním kole. Zde se nachází pouze jeden válec, na kterém by kolo mělo být umístěno kolmo na osu tohoto válce. Pohon předního válce

zajišťuje řemínek. Tento řemínek je poháněn od válců pod zadním kolem, převážně to bývá ten válec, který je blíže k přednímu kolu. Mezi další výhody by se dala zařadit jejich jednoduchá příprava a skladnost. Některé válce jsou konstruovány tak, že se dají dvakrát až třikrát přehnout. Tím se jejich délka pro snadné uložení zmenší a dají se kdekoli uskladnit. Až bude nutné trenážer použít pouze se rozloží na svojí úplnou délku a může se jet.

## 4. Praktická část

Hlavním cílem v praktické části jsou výpočty cykloválců, tedy kontrola určitých částí konstrukce a návrh přídavného zařízení například pro výrobu elektrického proudu nebo zařízení pro nasimulování proudícího vzduchu. Konstrukce přídavného zařízení by měla být co nejjednodušší. Zároveň je bráno v potaz to, že pokud vlastník treňažeru nebude chtít toto přídavné zařízení používat, jednoduše ho od treňažeru odmontuje a může používat pouze samotné válce ke své jízdě na simulátoru.

Jako předloha pro výpočty a pro návrh přídavného zařízení jsou již navrženy tréninkové cykloválce značky Force viz obr. 3.9. Hlavními prvky pro konstrukci tohoto simulátoru jsou obdélníkové ocelové trubky a plastové válce sloužící pro přenos síly od kola.

### 4.1. Výpočet cyklotrenažeru

#### 1) Výpočet zatěžujících sil na válcích

Parametry kola Pells Aeron Sora:

-hmotnost: 10,5kg

-rozvor kol: 1000 mm

Zatěžující parametry:

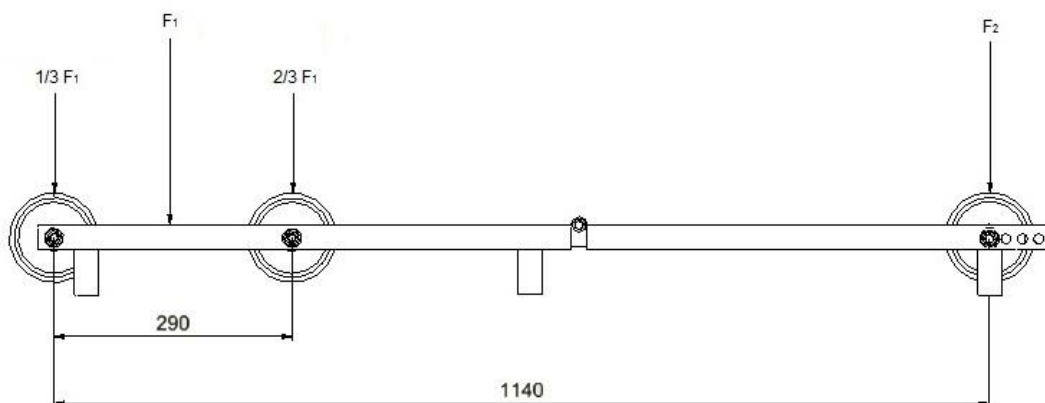
-hmotnost zatěžující osoby: 100 kg

Parametry treňažeru:

-parametry treňažeru značky FORCE



Obr. 4.1: Schéma provozu cyklistických válců



Obr. 4.2: Schéma vyznačení působících sil na válce



Síly  $F_1$  a  $F_2$ , které nám působí na válce jsou zjištěny tak, že válce trenážeru nahradíme váhami, na kterých byly naměřeny následující hodnoty:

$$m_1 = 70\text{kg}$$

$$m_2 = 40,5\text{kg}$$

Abychom získali síly  $F_1$  a  $F_2$  musíme naměřené hodnoty vynásobit gravitačním zrychlením. Budeme počítat s vyššími silami, proto výsledky v kilogramech vynásobíme dvojnásobkem hodnoty gravitačního zrychlení. Dvojnásobkem proto, kdyby nastal ráz, jako například, že by jezdec s kolem na trenážer vyskočil.

$$F_1 = 70 * 2 * 9,81 = 1373,4\text{N}$$

$$F_2 = 40,5 * 2 * 9,81 = 794,61\text{N}$$

V zadní části, kde se nachází dva válce, budeme rozkládat sílu  $F_1$  do dvou složek, kvůli výpočtům. Při výpočtech budeme předpokládat větší zatížení vnitřního válce, tedy  $\frac{2}{3}F_1$  a zatížení válce, který pohání přídatné zařízení na trenážeru je  $\frac{1}{3}F_1$ .

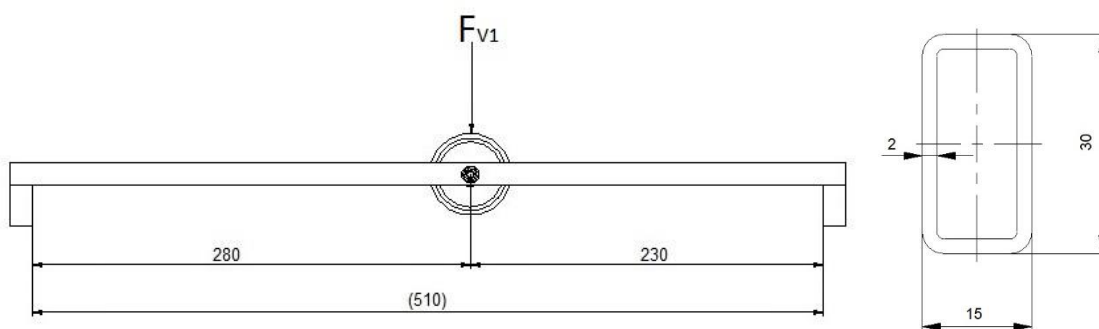
$$\frac{2}{3}F_1 = \frac{2*1373,4}{3} = 915,6\text{N} \quad \text{Pro další výpočty budeme značit tuto sílu } F_{V1}$$

$$\frac{1}{3}F_1 = \frac{1373,4}{3} = 457,8\text{N} \quad \text{Pro další výpočty budeme značit tuto sílu } F_{V2}$$

## 2) Kontrola rámu trenážeru na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} [\text{MPa}] \quad (1)$$

Kde:  $M_o$ -ohybový moment [N\*mm]  
 $W_o$ -modul průřezu v ohybu [mm<sup>3</sup>]  
 $\sigma_{Do}$ -dovolené namáhání v ohybu [MPa]



Obr. 4.3: Schéma zatížení rámu trenážeru a profil rámu

### Výpočet ohybového momentu

$$M_o = \frac{F_{V1} * a_A * b_B}{l} [\text{N*mm}] \quad (2)$$

Kde:  $a_A$ -vzdálenost působící síly od podpěry A [mm]  
 $b_B$ -vzdálenost působící síly od podpěry B [mm]  
 $l$ -vzdálenost podpěr A a B [mm]  
 $F_{V1}$ -síla působící na prostřední válec [N]

### Dosazení do vztahu č. 2

$$M_o = \frac{915,6 * 280 * 230}{510} = 115616,9\text{N} * \text{mm}$$

### Výpočet modulu průřezu v ohybu

$$W_o = \frac{B * H^3 - b * h^3}{6 * H} [\text{mm}^3] \quad (3)$$

Kde: B-šířka profilu konstrukce [mm]  
H-výška profilu konstrukce [mm]  
b-šířka dutiny profilu konstrukce [mm]  
h-výška dutiny profilu konstrukce [mm]

Dosazení do vztahu č. 3

$$W_o = \frac{15 * 30^3 - 11 * 26^3}{6 * 30} = 1175,9 \text{mm}^3$$

Výpočet dovoleného namáhání v ohybu

$$\sigma_{Do} = \frac{0,6 * R_m}{k} [\text{MPa}] \quad (4)$$

Kde: R<sub>m</sub>-mez pevnosti v tahu materiálu 11 373 [MPa]  
k-součinitel bezpečnosti [1]  
Součinitel bezpečnosti volíme k=2.

Dosazení do vztahu č.4

$$\sigma_{Do} = \frac{0,6 * 410}{2} = 123 \text{MPa}$$

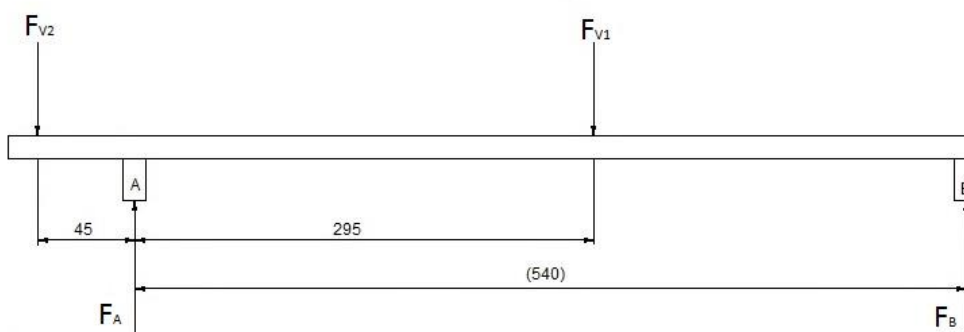
Dosazení do vztahu č.1

$$\sigma_o = \frac{115616,9}{1175,9} = 98,32 \text{MPa} \leq 123 \text{MPa}$$

Navržený materiál a profil rámu vydrží namáhání při působení síly F<sub>1</sub>.

### 3) Kontrola podpěry na tlak

Výpočet působících síly v podporách



Obr. 4.4: Schéma zatížení rámu trenažéru pro výpočet sil v podporách

Určení statických podmínek rovnováhy

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 = 0 \\ \sum F_y &= 0 = -F_{V2} + F_A - F_{V1} + F_B \\ \sum M_A &= 0 = F_{V2} * 45 - F_{V1} * 295 + F_B * 540 \end{aligned}$$



Vyjádření  $F_B$  ze statické podmínky  $\Sigma M_A$

$$F_B = \frac{-F_{V2} \cdot 45 + F_{V1} \cdot 295}{540} \text{ [N]} \quad (5)$$

Dosazení do vztahu č. 5

$$F_B = \frac{-457,8 + 915,6 \cdot 295}{540} = 499,34 \text{ N}$$

Vyjádření  $F_A$  ze statické podmínky  $\Sigma M_A$

$$F_A = F_{V2} + F_{V1} - F_B \text{ [N]} \quad (6)$$

Dosazení do vztahu č. 6

$$F_A = 457,8 + 915,6 - 499,34 = 874,06 \text{ N}$$

Pro kontrolu podpěry na tlak budeme počítat s podporou A, se silou  $F_A=874,06 \text{ N}$ .

Výpočet namáhání v tlaku u podpěry A

$$\sigma_d = \frac{F_A}{S} \leq \sigma_{Dd} \text{ [MPa]} \quad (7)$$

Kde:  $F_A$ -síla působící na podpěrnou nohu [N]  
S-namáhaná plocha nohy konstrukce [ $\text{mm}^2$ ]  
 $\sigma_{Dd}$ -dovolené namáhání v tlaku [MPa]

Výpočet namáhané plochy

$$S = S_1 - S_2$$
$$S = B \cdot H - b \cdot h \text{ [mm}^2\text{]} \quad (8)$$

Kde:  $S_1$ -obsah nosné plochy profilu konstrukce [ $\text{mm}^2$ ]  
 $S_2$ -obsah dutiny profilu konstrukce [ $\text{mm}^2$ ]  
B-šířka profilu konstrukce [mm]  
H-výška profilu konstrukce [mm]  
b-šířka dutiny profilu konstrukce [mm]  
h-výška dutiny profilu konstrukce [mm]

Dosazení do vztahu č. 8

$$S = 30 \cdot 15 - 26 \cdot 11 = 164 \text{ mm}^2$$

Výpočet dovoleného namáhání v tlaku

$$\sigma_{Dd} = \frac{0,6 \cdot R_m}{k} \cdot C_{II} \text{ [MPa]} \quad (9)$$

Kde:  $C_{II}$ -druh zatížení (míjivé zatížení=0,85) [1]  
 $R_m$ -mez pevnosti v tahu materiálu 11 373 [MPa]  
k-součinitel bezpečnosti [1]

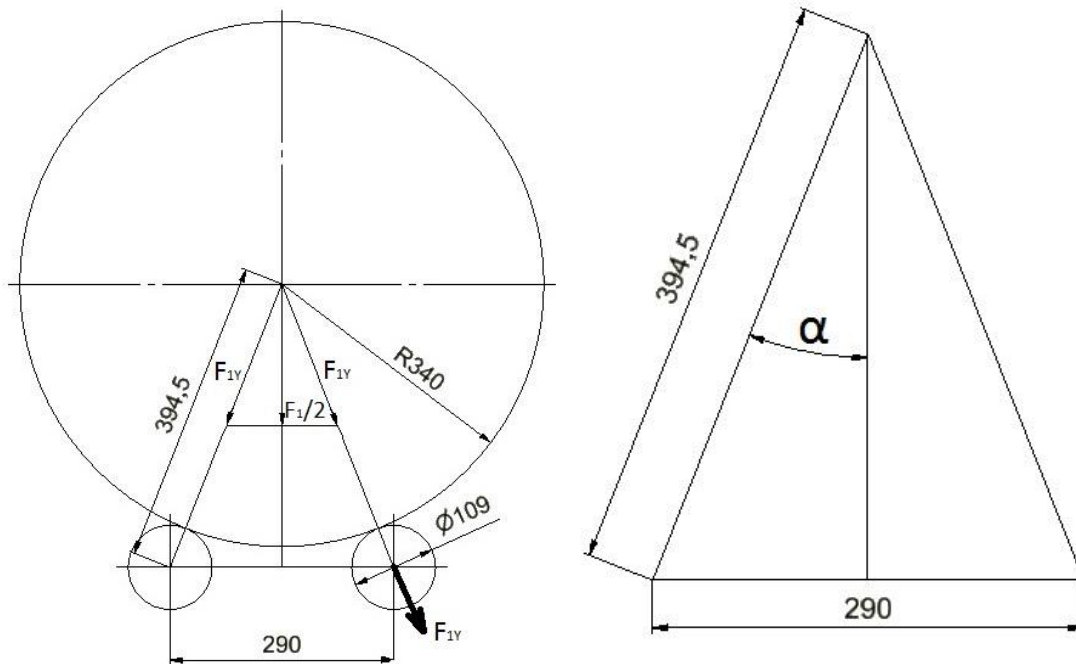
Dosazení do vztahu č. 9

$$\sigma_{Dd} = \frac{0,6 \cdot 410}{2} \cdot 0,85 = 104,55 \text{ MPa}$$

Dosazení do vztahu č. 7

$$\sigma_d = \frac{874,06}{164} = 5,33 \text{ MPa} \leq 104,55 \text{ MPa}$$

Navržený materiál a profil podpěry vydrží namáhání při působení síly  $F_A$ .



Obr. 4.5: Schéma zatížení válců trenážeru pro výpočet sil působících na hřídel válců

#### 4) Výpočet diagonální síly působící na hřídel válce

Výpočet úhlu, ve kterém působí síla  $F_{1y}$

$$\sin \alpha = \frac{c}{d} [1] \quad (10)$$

Kde:  $c$ -vzdálenost válců [mm]  
 $d$ -vzdálenost osy ráfku k ose válce [mm]

Dosazení do vztahu č. 10

$$\sin \alpha = \frac{290}{394,5} = 0,367553865$$

$$\sin^{-1} 0,367553865 = 21^{\circ}34'$$

Výpočet síly působící diagonálně na hřídel válce

$$\cos \alpha = \frac{\frac{F_1}{2}}{F_{1y}}$$

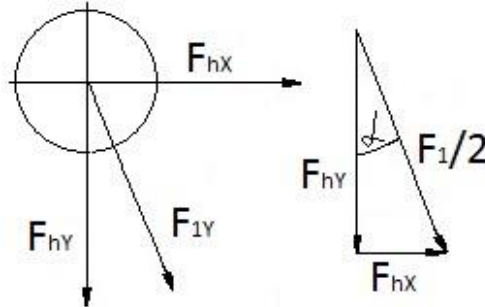
$$F_{1y} = \frac{\frac{F_1}{2}}{\cos \alpha} [\text{N}] \quad (11)$$

Kde:  $F_1$ -síla působící na zadní část trenážeru [N]  
 $\alpha$ -úhel, ve kterém působí síla  $F_{1y}$  [°]

Dosazení do vztahu č. 11

$$F_{1y} = \frac{1373,4}{\cos 21^{\circ}34'} = 738,39N$$

Obr. 4.6: Schéma rozložení sil na hřídeli



Pro výpočet namáhání hřídel válce budeme brát sílu  $F_{1y}$ , která má hodnotu 738,39N.

### 5) Kontrola hřídele válce na ohyb

Namáhání je počítáno počítat v 1/2 a 1/3 délky hřídele.

Volím ložisko: LOŽISKO 6001 ČSN 4630

Rozměry hřídele HŘÍDEL M12x1.5 (pouze okraje, nosný průměr hřídele=16 mm)

Výpočet namáhání v ohybu v 1/2

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} [\text{MPa}] \quad (12)$$

Kde:  $M_o$ -ohybový moment [N\*mm]  
 $W_o$ -modul průřezu v ohybu [mm<sup>3</sup>]  
 $\sigma_{Do}$ -dovolené namáhání v ohybu [MPa]

Výpočet ohybového momentu

$$M_o = \frac{F_{1y} * v}{4} [\text{N*mm}] \quad (13)$$

Kde:  $F_{1y}$ -diagonální síla působící na hřídel válce [N]  
 $v$ -vzdálenost dvou ložisek válce [mm]

Dosazení do vztahu č. 13

$$M_o = \frac{738,39 * 375}{4} = 69224,06N * mm$$

Výpočet modulu průřezu v ohybu

$$W_o = 0,1 * d_h^3 [\text{mm}^3] \quad (14)$$

Kde:  $d_h$ -nosný průměr hřídele [mm]

Dosazení do vztahu č. 14

$$W_o = 0,1 * 16^3 = 409,6mm^3$$

Výpočet dovoleného namáhání v ohybu

$$\sigma_{Do} = \frac{0,6 * R_m}{k} [\text{MPa}] \quad (15)$$

Kde:  $R_m$ -mez pevnosti v tahu materiálu 11 600 [MPa]  
 $k$ -součinitel bezpečnosti [1]

Dosazení do vztahu č. 15

$$\sigma_{Do} = \frac{0,6 * 600}{2} = 180MPa$$

Dosazení do vztahu č. 12

$$\sigma_o = \frac{69224,06}{409,6} = 169MPa \leq 180MPa$$

Výpočet namáhání v ohybu v 1/3

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} [MPa] \quad (16)$$

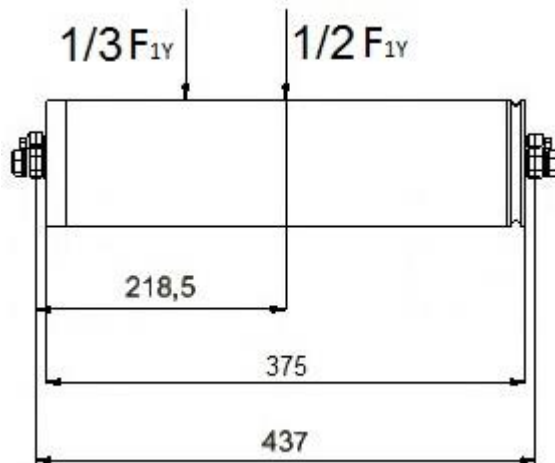
Kde:  $M_o$ -ohybový moment [N\*mm]  
 $W_o$ -modul průřezu v ohybu [mm<sup>3</sup>]  
 $\sigma_{Do}$ -dovolené namáhání v ohybu [MPa]

Výpočet ohybového momentu

$$M_o = \frac{F_{1y} * x_1 * x_2}{v} [N*mm] \quad (17)$$

Kde:  $x_1$ -vzdálenost ložiska k působící síle v 1/3 délky válce [mm]  
 $x_2$ -vzdálenost ložiska k působící síle ve 2/3 délky válce [mm]  
 $F_{1y}$ -diagonální síla působící na hřídel válce [N]  
 $v$ -vzdálenost dvou ložisek válce [mm]

Obr. 4.7: Schéma působení síly na válec v 1/2 a 1/3



Dosazení do vztahu č.17

$$M_o = \frac{738,39 * 125 * 250}{375} = 61532,5N * mm$$

Dosazení do vztahu č.16

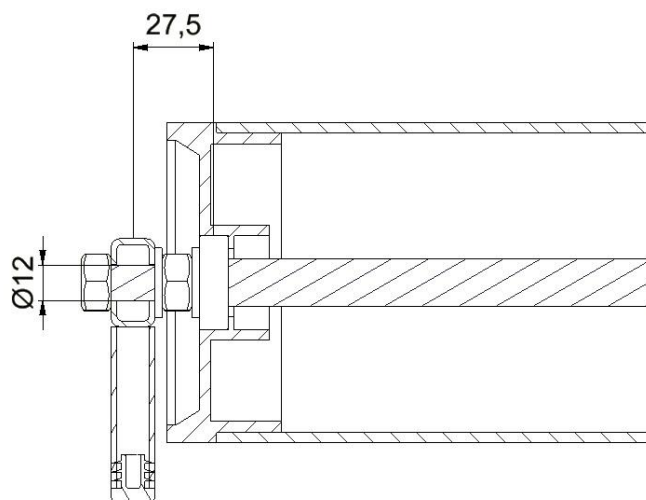
$$\sigma_o = \frac{61532,5}{409,6} = 150,23MPa \leq 180MPa$$

Hřídel namáhání od působící síly  $F_1$  vydrží.

## 6) Kontrola hřídele válce na kombinované namáhání ohyb-tah

Kontrola je prováděna v části na obrázku, viz obr. 4.8.

Namáhání v tahu budeme počítat z utahovacího momentu, kterým je uchycena hřídel na konstrukci. Matice, která drží tuto hřídel nemusí být tak dotaženo, proto byl zvolen utahovací moment 5 N\*m. Zvolený materiál hřídel-matice je 11 600.



Obr. 4.8: Schéma řezu válcem

### Výpočet kombinovaného namáhání ohyb-tah

$$\sigma = \sigma_o + \sigma_t \leq \sigma_{Dt} [\text{MPa}] \quad (18)$$

Kde:  $\sigma_o$ -namáhání v ohybu [MPa]  
 $\sigma_t$ -namáhání v tahu [MPa]  
 $\sigma_{Dt}$ -dovolené namáhání v tahu [MPa]

### Výpočet namáhání v ohybu

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} [\text{MPa}] \quad (19)$$

Kde:  $M_o$ -ohybový moment [N\*mm]  
 $W_o$ -modul průřezu v ohybu [mm<sup>3</sup>]  
 $\sigma_{Do}$ -dovolené namáhání v ohybu [MPa]

### Výpočet ohybového momentu

$$M_o = \frac{F_{v1}}{2} * m [\text{N*mm}] \quad (20)$$

Kde:  $F_{v1}$ -síla působící na prostřední válec [N]  
 $m$ -vzdálenost středu ložiska od konstrukce [mm]

### Dosazení do vztahu č. 20

$$M_o = \frac{738,39}{2} * 27,5 = 10151,86 \text{ N} * \text{mm}$$

### Výpočet modulu průřezu v ohybu

$$W_o = 0,1 * d_z^3 [\text{mm}^3] \quad (21)$$

Kde:  $d_z$ -průměr závitu pro uchycení na hřídeli [mm]

Dosazení do vztahu č. 21

$$W_o = 0,1 * 12^3 = 172,8mm^3$$

Dosazení do vztahu č. 19

$$\sigma_o = \frac{10151,86}{172,8} = 58,75MPa$$

Výpočet namáhání v tahu

$$\sigma_t = \frac{F_g}{S_z} [MPa] \quad (22)$$

Kde:  $F_g$ -osová síla závitu hřídele [N]  
 $S_z$ -plocha závitu šroubu [mm<sup>2</sup>]

Výpočet osové síly závitu hřídele

$$F_g = \frac{2 * M_u}{tg(\gamma + \varphi) * d_z + f * D_a} [N] \quad (23)$$

Kde:  $M_u$ -utahovací moment matice na závitu hřídele [N\*mm]  
 $\gamma$ -úhel stoupání závitu šroubu [°]  
 $\varphi$ -úhel ovlivněný součinitelem tření [°] ( $f=0,1$ ) =>  $\varphi=5,71^\circ$   
 $d_z$ -průměr závitu pro uchycení na hřídeli [mm]  
 $f$ -součinitel tření [1] = 0,15  
 $D_a$ -průměr pod hlavou šroubu [mm]

Výpočet průměru pod hlavou šroubu

$$D_a = 1,4 * d_z [mm] \quad (24)$$

Kde:  $d_z$ -průměr závitu pro uchycení na hřídeli [mm]

Dosazení do vztahu č. 24

$$D_a = 1,4 * 12 = 16,8mm$$

Výpočet úhlu stoupání závitu šroubu

$$tg\gamma = \frac{P}{\pi * d_{z2}} [1] \quad (25)$$

Kde:  $P$ -stoupání závitu šroubu [mm]  
 $d_{z2}$ -střední průměr závitu pro uchycení na hřídeli [mm]

Dosazení do vztahu č. 24

$$tg\gamma = \frac{1,5}{\pi * 11,026} = 0,043303539 \Rightarrow \gamma = 2,48^\circ$$

Dosazení do vztahu č. 23

$$F_g = \frac{2 * 5000}{tg(2,48 + 5,71) * 12 + 0,15 * 16,8} = 2354,55N$$

### Výpočet plochy závitu šroubu

$$S_z = \frac{\pi \cdot d_z^2}{4} [\text{mm}^2] \quad (26)$$

Kde:  $d_z$ -průměr závitu pro uchycení na hřídeli [mm]

### Dosazení do vztahu č. 26

$$S_z = \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 113,1 \text{mm}^2$$

### Dosazení do vztahu č. 22

$$\sigma_t = \frac{2354,55}{113,1} = 20,82 \text{MPa}$$

### Dosazení do vztahu č. 18

$$\sigma = 58,75 + 20,82 = 79,57 \text{MPa} \leq 180 \text{MPa}$$

Hřídel na kombinované zatížení ohyb-tah v části u ložiska vydrží.

## **4.2. Návrh přídatného zařízení**

Mezi další části této práce patří zkonstruování nosné části a zakomponování přídatného zařízení do konstrukce trenažéru. Za samotné zařízení budeme považovat již navržený a funkční výrobek, který bude vykonávat ty funkce, které od něho budou požadovány. Konstrukce zařízení by měla být jednoduchá, snadně ovladatelná a při samotné jízdě na trenažéru by nemělo hrozit nebezpečí pádu na konstrukci se zařízením. Přenos síly z válců na zařízení probíhá v zadní části trenažéru, tedy za cyklistou, a tak pád na zařízení a poranění cyklisty nehrozí.

Hlavní přenos síly z trenažéru na příslušné zařízení je konstruován tak, aby mohlo být zařízení co nejbližší k cykloválcům a nezabíralo tak další volné místo. Síla vyvinutá na kole aby byla přenesena na rotující válec a dále na kotouč, který by sloužil ke zvýšení či snížení otáček. Dále na tento mezičlen bude uchycené zařízení pro výrobu elektrického proudu nebo ventilátor, který by ještě více nasimuloval přírodní podmínky. Kvůli těmto všem požadavkům byl zvolen přenos síly přes třecí převod.

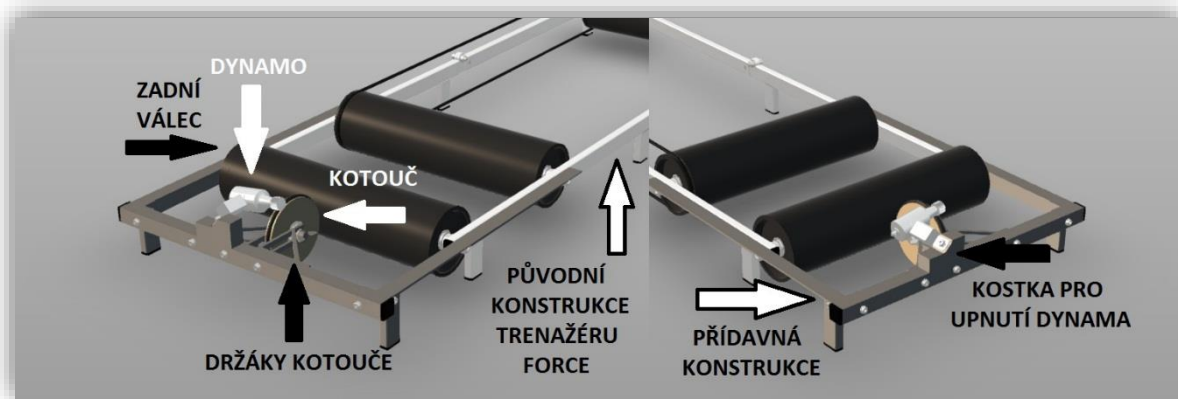
### **4.2.1. Konstrukce přídatného zařízení**

Na válec v zadní části je přitlačován kotouč, na kterém je navulkanizovaná pryž. Díky tomu, nedochází k prokluzu a přenos síly je stálý. V kotouči je nalisované ložisko, které slouží opět k přenosu rotačního pohybu. Ložisko je dále uloženo na nosné hřídeli příslušného zařízení. Jako zajištění kotouče na této hřídeli slouží šroubový spoj společně s podložkou. Hřídel má na obou stranách závit, takže je přišroubovaná ke konstrukci celého zařízení. Pro přitlačení kotouče na válec slouží vyfrézované drážky v držácích. Kotouč se tak kdykoli může povolit a na těchto drážkách posunout tak, aby nedocházelo k přenosu rotačního pohybu. Zařízení se tak může vyřadit z provozu, tedy elektrický proud přestane být vyráběn. Veškeré tyto prvky jsou upevněny k rámu trenažéru přes trubku čtvercového průřezu a profily L, které jsou přišroubovány těmi samými maticemi, kterými jsou přichyceny zadní válce trenažéru, viz obr. 4.9.

Na kotouč s navulkanizovanou pryží je dále přitlačováno zařízení pro vytváření elektrického proudu. Jako zařízení pro tvorbu elektrického proudu je použito dynamo

z jízdního kola značky ESKA. Toto dynamo je vybaveno přitlačovacím mechanismem. Přitlačovací síla je vyvozena pružinou, která se nachází v horní části nad samotným dynamem.

Dynamo je připevněno na vyfrézované kostce pomocí šroubu, viz obr. 4.9. Tato součást obsahuje drážku, která slouží k tomu, aby se zařízení pro vytváření elektrického proudu za jízdy nikam nepohybovalo, aby drželo stále svoji polohu. Díky tomu, že dynamo obsahuje přitlačnou pružinu, může se pomocí této pružiny kdykoli vyřadit z provozu nebo se může v drážkách posunout kotouč s hřídelkou a trenažér tak pracuje bez přídavného zařízení.



Obr. 4.9: Trenažér s příslušenstvím

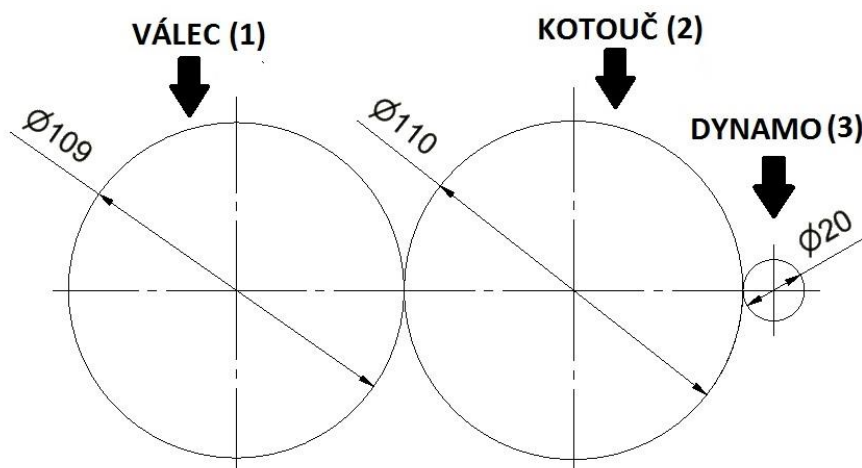
#### 4.2.2. Výpočet přídavného zařízení

##### Výpočet otáček dynamu

$$i_{23} = \frac{n_2}{n_3}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{23}} \text{ [s}^{-1}\text{]} \quad (27)$$

Kde:  $i_{23}$ -převodový poměr mezi kolem 2 a 3 [1]  
 $n_2$ -otáčky kola 2 [ $\text{s}^{-1}$ ]  
 $n_3$ -otáčky kola 3 [ $\text{s}^{-1}$ ]



Obr. 4.10: Schéma třecího převodu příslušenství

Budeme muset vypočítat otáčky prvního kola abychom zjistili otáčky na poslední kole, tedy dynamu. Pokud budeme brát, že cyklista na trenažéru pojede rychlostí 40 km/h



znamená to, že by ujel 40000000 mm/h. Vypočítáme si proto obvod válce, abychom zjistili jeho otáčky při konstantní rychlosti 40 km/h. Zjistíme je tak, že hodnotu ujetou při této rychlosti vydělíme celkovým obvodem válce.

Výpočet otáček válce

$$n_1 = \frac{40000000}{o} [\text{h}^{-1}] \quad (28)$$

Kde:

o-obvod válce [mm]

Výpočet obvodu válce

$$o = 2 * \pi * r [\text{mm}] \quad (29)$$

Kde:

r-poloměr válce [mm]

Dosazení do vztahu č. 29

$$o = 2 * \pi * 54,5 = 342,43 \text{mm}$$

Dosazení do vztahu č. 28

$$n_1 = \frac{40000000}{342,43} = 116812,2 \text{ h}^{-1} = 1946,87 \text{ min}^{-1} = 32,45 \text{ s}^{-1}$$

Výpočet otáček kotouče

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{D_1 * n_1}{D_2} [\text{s}^{-1}] \quad (30)$$

Kde:

D<sub>1</sub>-průměr válce [mm]

D<sub>2</sub>-průměr kotouče [mm]

n<sub>1</sub>-otáčky válce [s<sup>-1</sup>]

Dosazení do vztahu č. 30

$$n_2 = \frac{109 * 32,45}{110} = 32,16 \text{ s}^{-1}$$

Výpočet převodového poměru mezi kolem 2 a 3

$$i_{23} = \frac{D_3}{D_2} [1] \quad (31)$$

Kde:

D<sub>3</sub>-průměr pastorku na dynamu [mm]

D<sub>2</sub>-průměr kotouče [mm]

Dosazení do vztahu č.

$$i_{23} = \frac{20}{110} = 0,18$$

Dosazení do vztahu č.

$$n_3 = \frac{32,16}{0,18} = 178,67s^{-1} = 10720,2 \text{ min}^{-1}$$

Maximální otáčky pro dynamo typu 868 z kola ESKA se rovnají  $1200 \text{ min}^{-1}$ . Proto by nebylo vhodné použít toto dynamo napřímo. Vhodnějším řešením by bylo zvětšení průměru pastorku z 20 mm na průměr větší, tedy alespoň na stejný průměr, jako má kotouč nebo by muselo dojít k úplné záměně dynama za dynamo, které nám dovolí větší otáčky.

Obr. 4.11: Dynamo typ 868 z jízdního kola značky ESKA



## 5. Závěr

Závěrečná maturitní práce řeší návrh cyklotrenažeru s příslušenstvím, které nám může zajistit dodávku elektrického proudu například pro dobíjení mobilního telefonu nebo pro lepší pocit z jízdy může být na trenažeru ventilátor jako přídavné zařízení. Rotace válců na simulátoru by měla zajistit pohon jednoho z těchto zmíněných zařízení.

Práce je rozdělena na dvě nosné části, a to na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je postupně probírán vývoj cyklistiky jako takové. Jsou zde konkrétně popsány nejzákladnější typy jízdních kol, rotopedů a samotných cyklotrenažerů. Probrány jsou zde trenažéry stabilní, které využívají svojí konstrukci k pevné poloze jízdního kola, tedy u těchto simulátorů se nemusí uživatel tak soustředit na stabilitu, neboť tuto stabilitu mu zajišťuje trenažer sám. Mezi další probrané typy trenažerů patří takzvané chytré trenažéry. Tyto simulátory se svojí konstrukcí od stabilních nijak neliší. Jediná výjimka je v přídavných zařízeních. Tato přídavná zařízení mají tu schopnost, že sledují důležité hodnoty během tréninku na trenažeru. Ať už je to tep jezdce, čas tréninku nebo dokonce ujeté kilometry. Veškeré tyto informace se shromažďují v počítači. Takto zpracovaná statistika se dále dá využít pro hraní různých internetových her určených pro tyto trenažéry. Jako poslední typy obsažené v této práci jsou cykloválce, na které je tato práce zaměřena. Takto nazvaný trenažer se skládá z jednoduché konstrukce a převážně z tří válců, na které je jízdní kolo usazeno.

Praktická část je zaměřena na kontrolu konstrukce cykloválců a na konstrukci přídavné zařízení s příslušnými výpočty. Pro provedení pevnostních výpočtů jsou nejdříve počítány síly, které na trenažer působí během plného zatížení. Pro výpočty byly použity cykloválce značky FORCE a společně s nimi silniční kolo PELLIS AERON SORA. Bylo zde bráno v potaz to, že síly se mohly kdykoli zvýšit vlivem špatného provozu. Tím je myšleno například to, že cyklista s kolem na tyto válce „vyskočí“ a vznikne tak ráz, síly působící na válce se tedy několikanásobně zvýší.

Mezi další zmíněné části této práce patří konstrukce přídavného zařízení, které by mělo zaručit například výrobu elektřiny. Jako přídavné zařízení je použito dynamo z jízdního kola ESKA, které je spolu s dalšími prvky uchyceno k rámu samotného trenažeru. Rotační pohyb z cykloválců na zařízení zajišťuje třecí převod tak, že přídavná konstrukce s kotoučem a navulkanizovanou pryží je přitlačena během jízdy na zadní válec trenažeru a na kotouč je přitlačeno dynamo pro výrobu elektrického proudu.

V kapitole 4.1 jsou vypracovány pevnostní výpočty. Konstrukce a válce trenažeru jsou zde kontrolovány na namáhání v ohybu, tlaku, ale i na kombinované namáhání ohyb-tah. Většina výpočtů je znázorněna na schématech pro jednodušší představení působení sil a tvoření namáhání během jízdy na trenažeru.

V kapitole 4.2 a 4.2.1 je popsáno sestavení přídavného zařízení a jeho pomocných prvků tak, aby byla zajištěna jeho funkčnost. Veškerá tato skupina součástí s přídavným zařízením byla navrhována tak, aby během jízdy nedošlo ke styku s některou z částí a cyklista tak nebyl ohrožen, tedy aby nedošlo k pádu ze simulátoru.

Kapitola 4.2.2 se zabývá výpočtem hodnot u zvoleného dynama. Dynamo má určité rozmezí otáček, ve kterém může pracovat. Proto se v této kapitole počítají otáčky, kterými by bylo dynamo poháněno a zároveň nebylo poškozeno. Z výsledků, které vyšly díky výpočtům je zřejmé, že zařízení, (dynamo typ 868), by takové otáčky nevydrželo. Proto je doporučováno zvolit jiný generátor pro výrobu elektrického proudu, pro který by byly tyto otáčky vhodné nebo by průměr pastorku dynama musel být nahrazen o několik desítek milimetrů větším kolem, u kterého by se tak otáčky snížily.

Na závěrečných listech této práce se nachází sestava s normalizovanými součástmi a společně s ní výkresová dokumentace, která slouží k výrobě součástí pro přídavné zařízení.

## 6. Použité zdroje

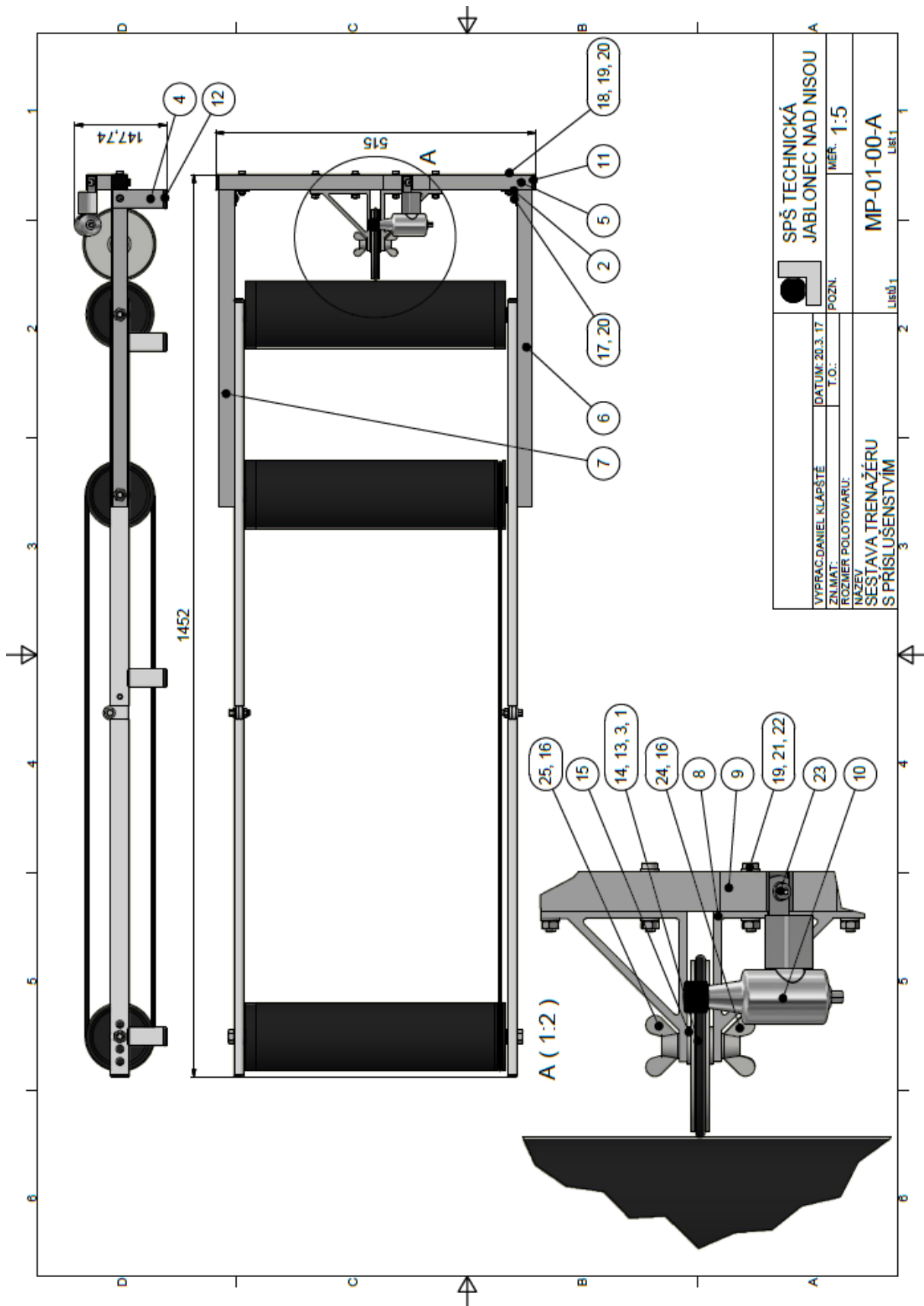
### 6.1. Literatura


- [1] CIBULA, Karel. *Mechanika jízdního kola*. Praha: České vysoké učení technické, 1996. ISBN 8001015378. 90 s
- [2] *Cyklistika: (1001 fotografií)*. Čestlice: Rebo, 2009. 1001 fotografií. ISBN 9788025501443. 463 s
- [3] MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. 4. vyd. Praha: Prometheus, 2007. Pomocné knihy pro žáky (Prometheus). ISBN 9788071963455. 206 s
- [4] NAGY, Filip: *Chytré trenážery*, *Cyklistika*, 2016, č. 4, s. 54-59. 96 s
- [5] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2004. ISBN 8071833126. 753 s
- [6] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2007. ISBN 9788086960203. 586 s

### 6.2. Další zdroje informací

- [7] ACRASPORT [online]. [cit. 26.2. 2017 ve 20:23].  
<<https://www.acrasport.cz/sportovni-potreby/acra-magneticky-rotoped-bc411/>>
- [8] BICYCLECLUB.ZBRASLAV [online]. [cit. 5.2. 2017 ve 21:20].  
<<http://bicycleclub.zbraslav.info/?p=zbraslav-%E2%80%93jiloviste--a-vice-versa-&lang=cs>>
- [9] BIKE-ESHOP [online]. [cit. 24.2. 2017 v 18:06].  
<<http://www.bike-eshop.cz/modely-2034/pells-aeron-sora&volbashow=47036>>
- [10] BIKE-LIFE [online]. [cit. 12.3. 2017 ve 22:43].  
<<https://www.bike-life.cz/trekingove-kolo-dema-arosa-lady-2016/d9303>>
- [11] BIKERO. Příslušenství [online]. [cit. 24.2. 2017 v 18:01].  
<<https://www.bikero.cz/prislusenstvi-c5361/Adad>>
- [12] BIKESTAR [online]. [cit. 13.3. 2017 0:26].  
<<http://www.bikestar.cz/cyklisticke-trenazery/arion-mag-valce>>
- [13] BIKEWAY. Plášť Continental Hometrainer II na trenážer 26x1,75 47-559 [online]. [cit. 24.2. 2017 v 18:05].  
<[https://www.bikeway.cz/katalog/zbozi/komponenty/plaste/plaste-pro-cyklotrenazery\\_424/produkt/plast-continental-hometrainer-ii-na-trenazer-26x1-75-47-559](https://www.bikeway.cz/katalog/zbozi/komponenty/plaste/plaste-pro-cyklotrenazery_424/produkt/plast-continental-hometrainer-ii-na-trenazer-26x1-75-47-559)>
- [14] FORCE [online]. [cit. 26.2. 2017 v 19:51].  
<<http://www.force.cz/valce-force-treninkove-fe-plast-bile/d-80014/>>
- [15] IDNES. Typy kol aneb do lesa se hodí jiné než do města [online]. [cit. 12.3.2017 ve 22:48].  
<[http://cestovani.idnes.cz/na-kolo.aspx?poz=2&y=ig\\_kolo%2Ftypykol.htmFd](http://cestovani.idnes.cz/na-kolo.aspx?poz=2&y=ig_kolo%2Ftypykol.htmFd)>
- [16] ONDRO86.MTBIKER [online]. [cit. 12.2. 2017 v 10:06].  
<<http://ondro86.mtbiker.sk/bike/>>
- [17] SPORT4YOU [online]. [cit. 12.2. 2017 v 11:41].  
<[http://www.sport4you.cz/rock-machine-2016-krosova-kola-c-1\\_39\\_701\\_708.html](http://www.sport4you.cz/rock-machine-2016-krosova-kola-c-1_39_701_708.html)>
- [18] SUNCYCLE [online]. [cit. 24.2. 2017 v 18:11].  
<<http://www.suncycle.sk/sk/produkt/cyklotrenazer-tacx-blue-matic-t2650/4746>>
- [19] USJCYCLES [online]. [cit. 11.3. 2017 v 17:33].

- <<https://www.usjcycles.com/news/everything-about-zwift-indoor-bike-training-game/>>
- [20] WIKIPEDIE. ANT+ [online]. [cit. 11.3. 2017 v 17:20].  
<<https://cs.wikipedia.org/wiki/ANT%2B>>
- [21] WIKIPEDIE. Rotopedy [online]. [cit. 26.2. 2017 v 19:47].  
<<https://cs.wikipedia.org/wiki/Rotoped>>
- [22] ZWIFT. Indoor cycling [online]. [cit. 9.3. 2017 v 18:54]  
<<http://zwift.com/>>

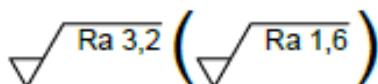
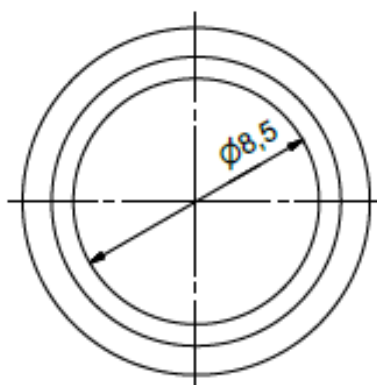
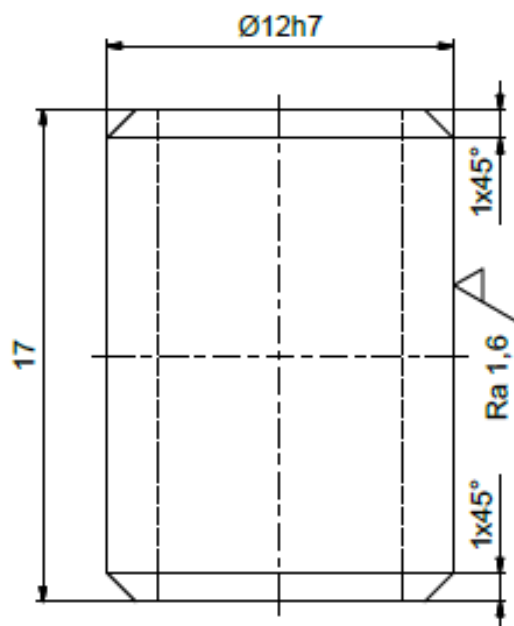



25	1	ŠROUB M8 x 40 DIN 316	
24	1	MATICE M8 DIN 315	
23	1	ŠROUB M6 x 10 DIN 7984	
22	4	MATICE M6 ISO 4032	
21	4	ŠROUB M6 x 40 DIN 7984	
20	4	MATICE M6 ISO 4035	
19	15	PODLOŽKA A 6,4 DIN 125	
18	4	ŠROUB M6 x 35 DIN 7984	
17	2	ŠROUB M6 x 25 DIN 7984	
16	2	PODLOŽKA A 8,4 DIN 125	
15	2	PODLOŽKA A 13 DIN 125	
14	1	LOŽISKO 12x37x12 JIS B 1521 - 6301	
13	1	PRYŽOVÝ O-KROUČEK 100x5 DIN 3770	
12	2	ZÁTKA JEKLU 30x15x0,75-2,5	
11	2	ZÁTKA JEKLU 25x25x0,75-2,5	
10	1	DYNAMO TYP 868	
9	1	UPÍNKA TYČ OBD 45x25-74 EN 755-9 42 4201	MP-01-09
8	2	DRŽÁK KOTOUČE TYČ ČTV 25x100 ČSN 42 7520 42 4201	MP-01-08
7	1	POSTRANICE ZAŘÍZENÍ PRAVÁ L 25x25x2-512 EN 755-9 42 4201	MP-01-07
6	1	POSTRANICE ZAŘÍZENÍ LEVÁ L 25x25x2-512 EN 755-9 42 4201	MP-01-06
5	1	PROFIL ZAŘÍZENÍ TR 4HR 25x2-508 EN 755-9 42 4201	MP-01-05
4	2	PODPĚRA ZAŘÍZENÍ TR OBD 30x15x2-84 ČSN 42 6936 11600	MP-01-04
3	1	KOTOUČ TYČ KR 115x14 ČSN 42 5551 11 600	MP-01-03
2	2	ROHOVÉ SPOJENÍ L 25x25x2-27 EN 755-9 42 4201	MP-01-02
1	1	POUZDRO TYČ KR 14x19 ČSN 42 5551 11 600	MP-01-01
POZ.	KS	NAZEV-NORMA	CISLO SOUCASTI
		 <b>SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU</b>	
VYPRAC. DANIEL KLÁPŠTĚ		DATUM: 20.3. 17	
ZN. MAT:		T.O.:	
ROZMĚR POLOTOVARU:		POZN.	MĚR.
NÁZEV SĚŠŤAVA TRENAŽÉRU S PŘÍSLUŠENSTVÍM		<b>MP-01-00-B</b>	
		Listů 1	List 1

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ISO 2768-f		 SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU
VYPRAC. DANIEĽ KLÁPŠTĚ	DATUM: 20.3.17	
ZN.MAT: 11 600	T.O.:001	POZN.
ROZMER POLOTOVARU: TYČ KR 14x19 ČSN 42 5551		MER. 5:1
NÁZEV	MP-01-01	
POUZDRO	Listů 1	List 1

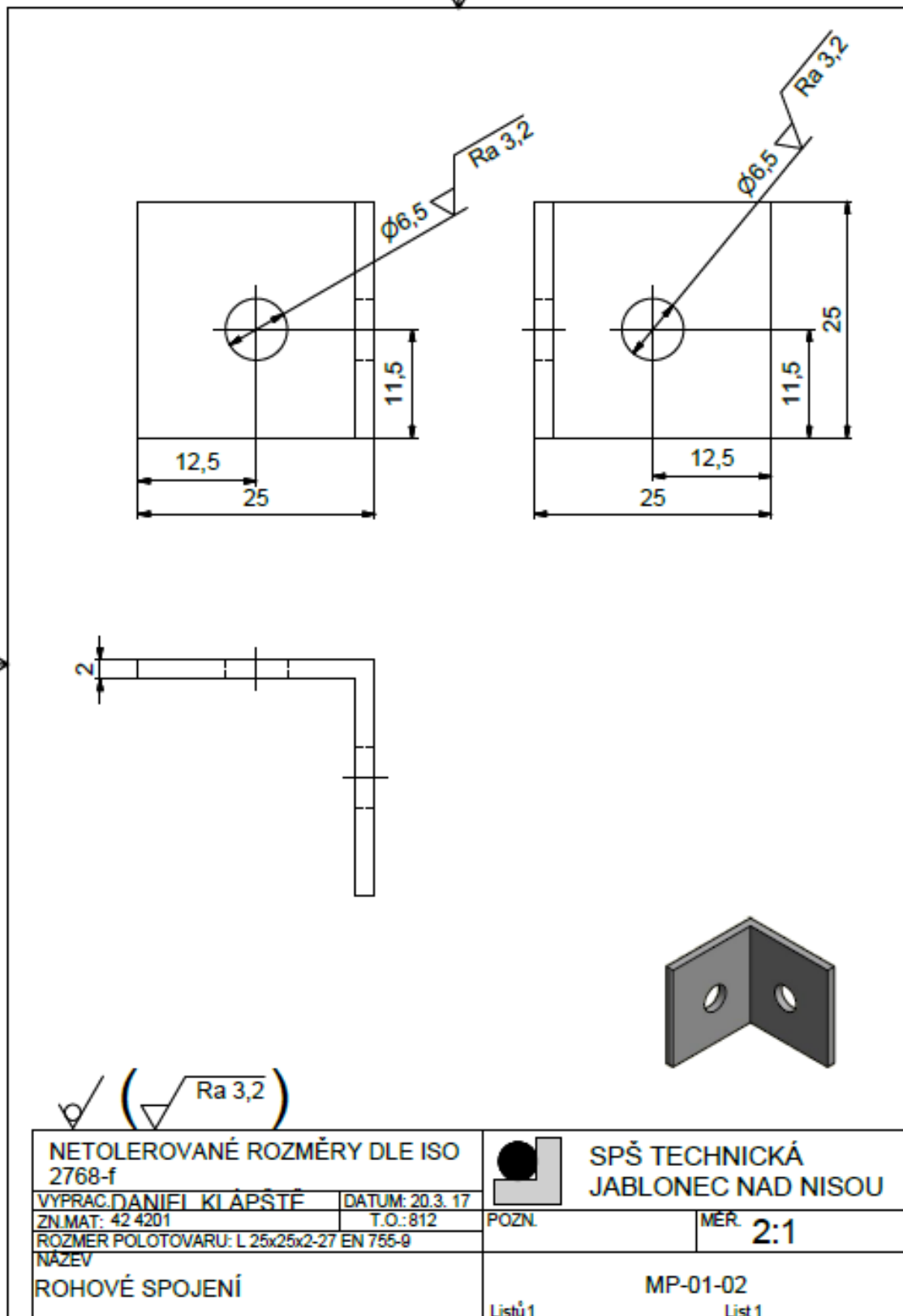
VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK




VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



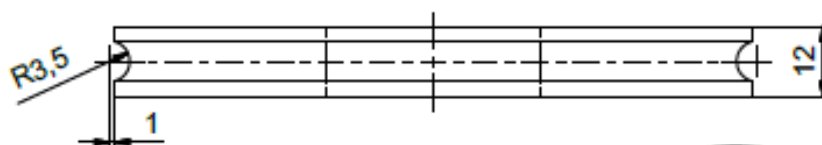
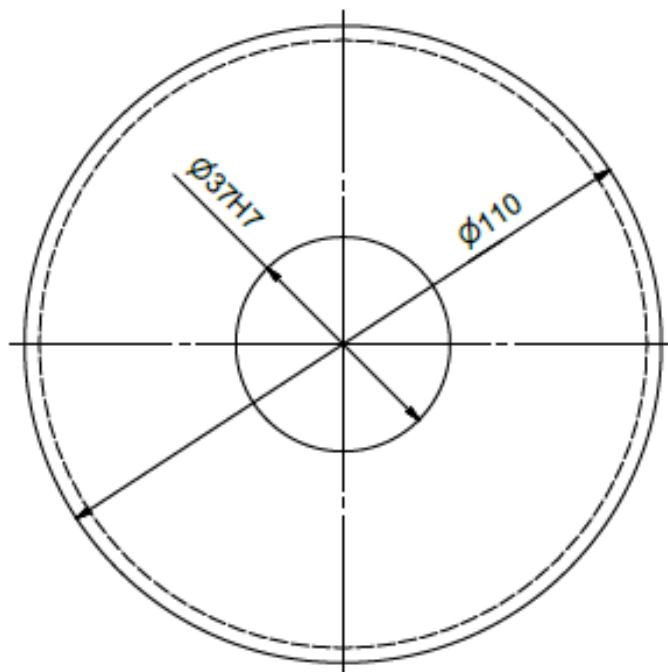
NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ISO 2768-f			SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU	
VYPRAC. DANIEL KLÁPŠTĚ	DATUM: 20.3.17		POZN.	MĚR. 2:1
ZN.MAT: 42 4201	T.O.: 812			
ROZMĚR POLOTOVARU: L 25x25x2-27 EN 755-9				
NÁZEV				
ROHOVÉ SPOJENÍ		MP-01-02		
		Listů 1	List 1	

VYTVORENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



Ra 1,6

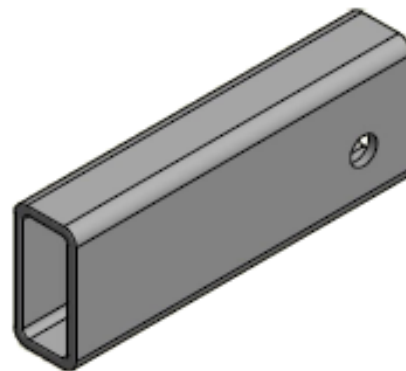
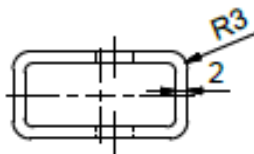
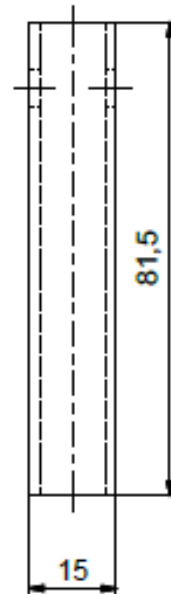
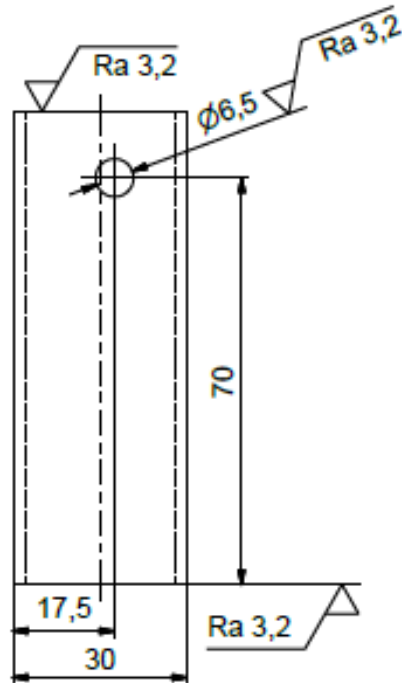
NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ISO 2768-f			SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU	
VYPRAC. DANIEĽ KLÁPŠTĚ	DATUM: 20.3.17		POZN.	MĚR. 1:1
ZN.MAT: 11 600	T.O.:001	ROZMĚR POLOTOVARU: TYČ KR 115x14 ČSN 42 5551		
NÁZEV KOTOUČ		Listů 1	MP-01-03 List 1	

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK


VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK



✓ ( Ra 3,2 )

NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ISO 2768-f		 <b>SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU</b>	
VYPRAC. DANIEL KLÁPŠTĚ	DATUM: 20.3. 17	POZN.	MĚR. 1:1
ZN.MAT: 11 600	T.O.: 001		
ROZMĚR POLOTOVARU: TR OBD 30x15x2-84 ČSN 42 6936			
NÁZEV PODPĚRA ZAŘÍZENÍ		MP-01-04	
		Listů 1	List 1

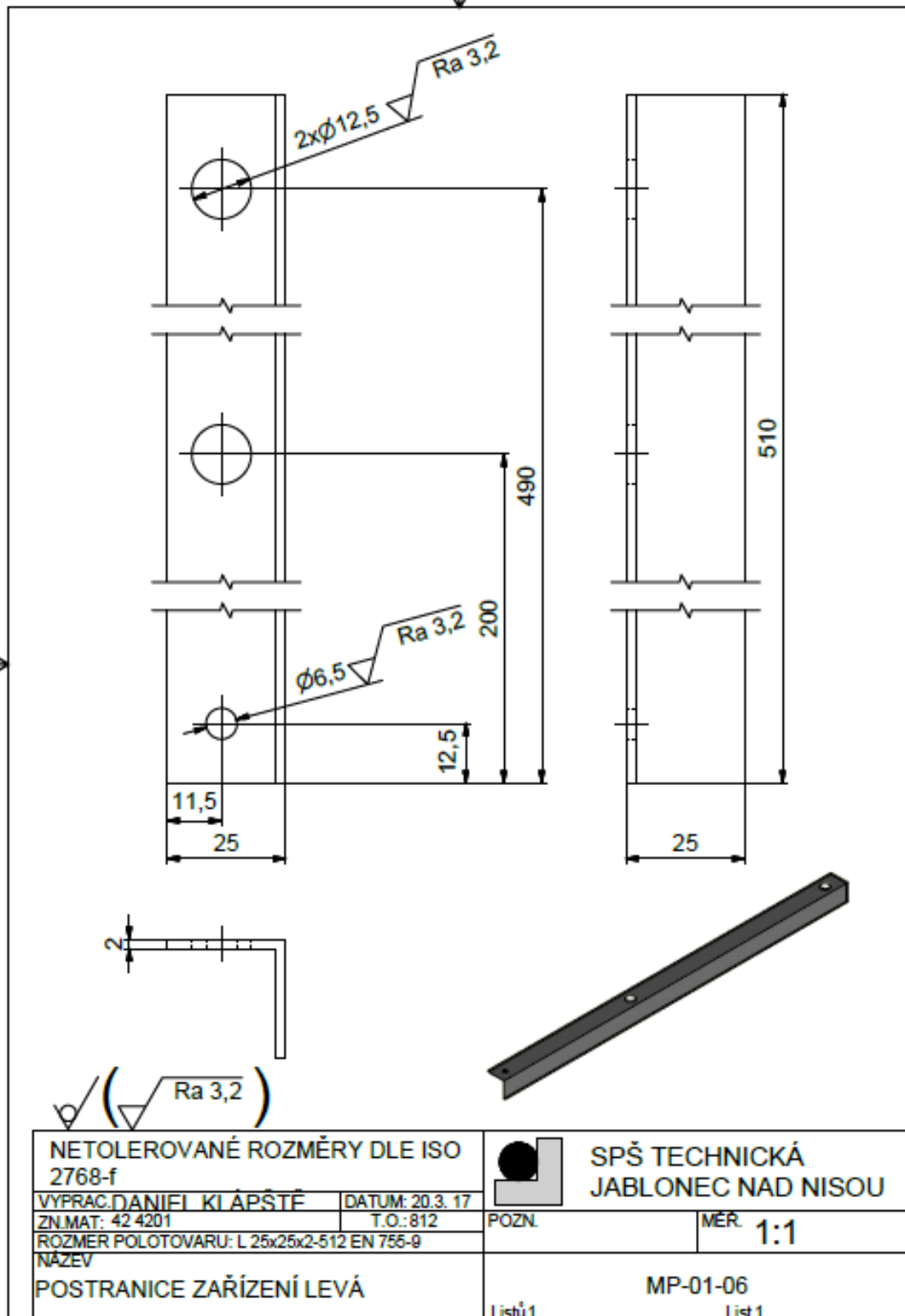
VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK



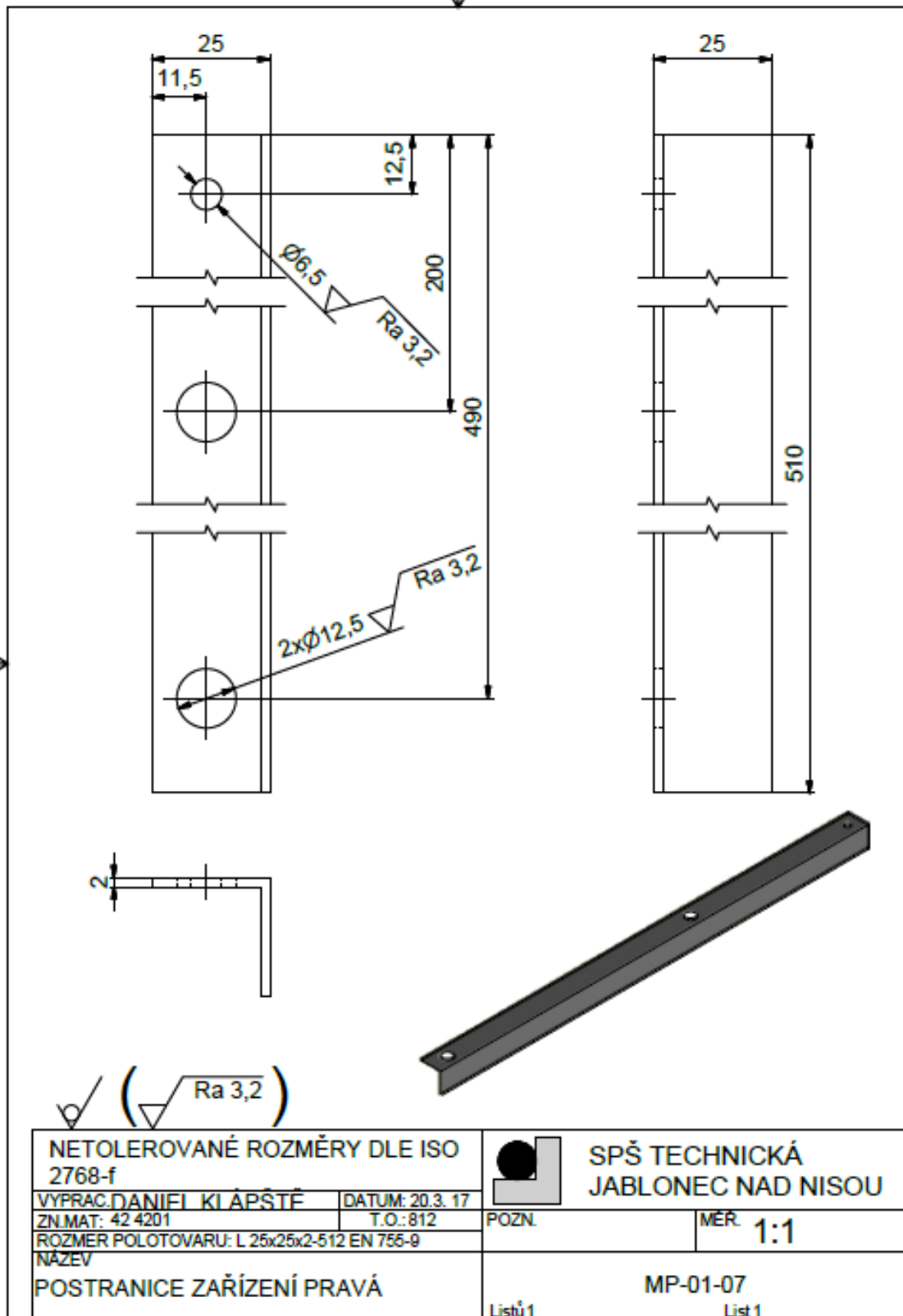
VYTVOŘENO VE VÝKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



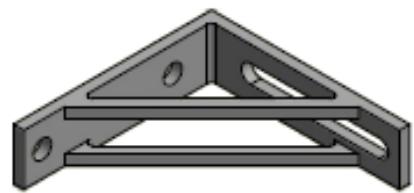
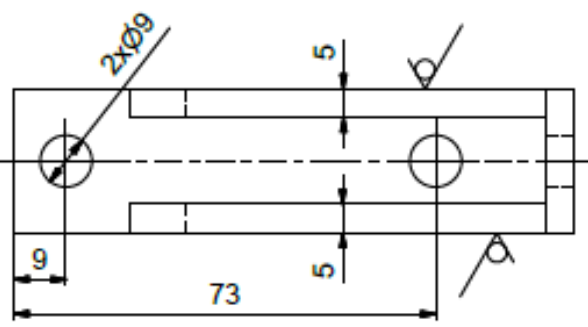
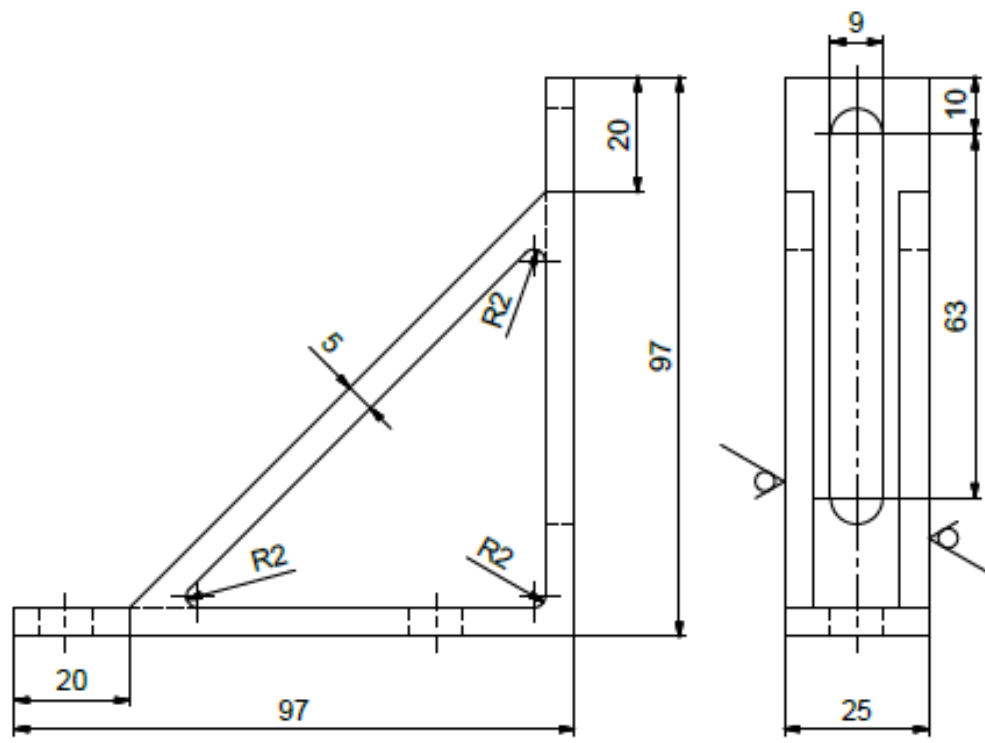
VYTVOŘENO VE VÝKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK




VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



Ra 3,2 ( )

NETOLEROVANÉ ROZMĚRY DLE ISO 2768-f		 <b>SPŠ TECHNICKÁ JABLONEC NAD NISOU</b>
VYPRAC. DANIEĽ KLAPŠTĚ	DATUM: 20.3.17	
ZN. MAT: 42 4201	T.O.: 812	POZN.
ROZMĚR POLOTOVARU: TYČ ČTV 25x100 ČSN 42 7520		MĚR. 1:1
NÁZEV DRŽÁK KOTOUČE		MP-01-08
		List 1

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

