



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# KONSTRUKCE PRVKŮ PRO TRÉNINKOVÉ HŘIŠTĚ

CONSTRUCTION OF THE PARTS FOR A SPORTS GROUND

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominik Holub

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2017

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Dominik Holub**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojírenského inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Konstrukce prvků pro tréninkové hřiště

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Znalost vlastností materiálů používaných na sportovní náčiní. Přehled výrobních procesů. Sestavení projektu vybaveného sportovního hřiště dle záměru uživatele. Rozbor funkčnosti a doložení pravidel užívání včetně bezpečnostních opatření.

#### Cíle bakalářské práce:

1. Představení konkrétních koncepcí sportovních hřišť.
2. Návrh doplňkových prvků dle potřeb zákazníků/uživatelů.
3. Výběr materiálů pro výrobu prvků.
4. Technicko–ekonomické posouzení.
5. Diskuze výsledků.

#### Seznam doporučené literatury:

HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s.r.o. a Scientia, s.r.o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s.r.o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem hřiště pro cvičení s vlastní vahou těla. Obsahuje návrh několika řešení hřiště. Z těchto je poté jedno vybráno a detailněji řešeno dle funkčností a materiálů. Na závěr jsou některá řešení porovnávána a posuzována pro výběr nejvhodnější varianty dle nákladů.

### Klíčová slova

Návrh, konstrukce, hřiště, cvičení, kalistenika

## ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the construction desing of workout park specialized for exercises with own body weight. It consists of a several solutions of workout park. One of this solution is developed according to functionality and materials. Finally, some results of these solutions are comparated and evaluated to choose the best one by expenses.

### Key words

Design, construcion, workout park, exercise, calisthenics

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HOLUB, D. *Konstrukce prvků pro tréninkové hřiště*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 31 s., 6 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Konstrukce prvků pro tréninkové hřiště** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

18.5.2017

-----  
Datum

-----  
Dominik Holub

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi z VUT v Brně za cenné připomínky, poskytnuté rady, bez kterých by tato práce určitě nevznikla, ale také za velmi ochotný přístup.

Také bych rád poděkoval mým rodičům, kteří mi vytvořili potřebné zázemí po celou dobu mého dosavadního studia.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ .....	5
PODĚKOVÁNÍ.....	6
ÚVOD .....	8
1 HISTORIE KALISTENIKY .....	9
2 PŘEDSTAVENÍ KONKRÉTNÍCH KONCEPCÍ SPORTOVNÍCH HŘIŠŤ .....	10
2.1 Představení prvků hřiště.....	10
2.1.1 Hrazda .....	10
2.1.2 Bradla.....	10
2.1.3 Sestava na cvičení zad a břicha .....	11
2.1.4 Žebřiny .....	12
2.2 Hřiště v Brně Králově Poli.....	12
2.3 Hřiště v Brně Černovicích.....	13
2.4 Hřiště v Brně Komárově .....	14
3 NÁVRH DOPLŇKOVÝCH PRVKŮ DLE POTŘEB ZÁKAZNÍKŮ/UŽIVATELŮ... ..	15
3.1 Varianty řešení .....	15
3.2 Volená varianta a její konstrukční řešení.....	17
4 VÝBĚR MATERIÁLU PRO VÝROBU PRVKŮ.....	19
4.1 Definice podmínek výběru .....	19
4.2 Vlastní výběr materiálu .....	19
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ.....	21
5.1 Vyhodnocení konstrukce a srovnání variant.....	21
5.2 Porovnání materiálů .....	21
5.3 Ekonomické vyhodnocení.....	22
5.4 Celkové posouzení nákladů na hřiště.....	24
6 DISKUZE .....	25
ZÁVĚR .....	26
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	27
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	28
SEZNAM POUŽITÝCH POJMŮ V RÁMCI TĚLESNÉ VÝCHOVY.....	29
SEZNAM PŘÍLOH .....	31

## ÚVOD

V současnosti jedno z velmi populárních využití volného času a udržení fyzické kondice je posilování. Ve srovnání s míčovými, a dalšími vytrvalostními sporty je výhodné, že je možné jít cíleně jak za zvýšením fyzických možností, tak za efektem zvětšování objemu svalové hmoty. Samotné posilování bývá doplňkové cvičení sportovců vykonávající jiné sporty.

Posilování je cvičení zaměřené především na zvýšení síly a nárustu svalů jedince. Probíhá buď formou zvedání činek, nebo za pomoci cvičení s vlastní vahou, také známé jako kalistenika, zachycená na obr. 1.0. Vše má své pro a proti. Ti, kteří cvičí v posilovně, nemusí řešit počasí, navíc většinou cvičencům poradí obsluha, jak správně cvičit na strojích. Naproti tomu kalistenika je zdarma, není třeba shánět drahé vybavení. Samozřejmě je vhodné mít workoutové hřiště v blízkosti domova, nebo je možné si pořídit levné bradla a hrazdu přímo domů, kdy tento typ investice představuje pouze zlomek investic při posilování na strojích. Navíc je reálně možné cvičit kdekoliv a kdykoliv, při kalistenice totiž již základní cviky patří do serie zahřívání. Používání pouze vlastní váhy je také mnohem jednodušší, co se náročnosti a technik týče, navíc je snižené riziko zranění, jelikož se zde využívají pouze možnosti cvičence.

Hlavním cílem bakalářské práce je navržení hřiště na tento druh cvičení dle potřeb uživatele, který ho bude využívat jak na sólové cvičení, tak na občasný trénink s několika přáteli. Navržení bude probíhat za pomoci inspirace v již vzniklých veřejných hřištích, která jsou reálně využívána. Vhodné hřiště by mělo obsahovat základní prvky pro splnění kapacit dle požadavků uživatele a mělo by být vyrobené z materiálů vyhovujících jak ze stránky kvality, tedy, aby nedocházelo například k prokluzování, ze stránky životnosti, a podle těchto hlavních parametrů i ze stránky cenové.



Obr. 1.0 Ilustrativní záběr z tréninku na hřišti

## 1 HISTORIE KALISTENIKY

Kalistenika má velmi dlouhou historii, je známá již přes několik tisíc let a byla využívána ve všech známých kulturách. Její kořeny pocházejí až ze starověkého Řecka. Byla používána starověkými Římany a Řeky pro zvýšení síly a flexibility pohybů pro výcvik bojovníků, ale i zápasníků a atletů na tehdejších závodech. Do většího zájmu se dostává v 19. století ve Spojených státech amerických zejména u žen a v Německu, kde se postupem času z tohoto typu cvičení stává silová gymnastika, tato se postupně dostává do dalších evropských zemí, kde byla zdokonalována a poté se z ní stal oficiální profesionální sport. [8]

Kalistenika se však nejvíce začala rozšiřovat přibližně v devadesátých letech 20. století v Americe v Newyorském Bronxu, kde ji chodili cvičit sociálně slabší občané, kteří pocházeli z chudinských čtvrtí. Prvním představitelem tohoto sportu je člověk jménem Hassan Yasin, říkající si BarFather; ostatní ho nazývají Giant. Je to také zakladatel prvního „calisthenics“ týmu Bartendaz, jehož cílem a myšlenkou bylo bojovat proti drogám, násilí a kriminalitě. Jednalo se o výbornou náhradu namísto drahého chození do fitness center či pořizování si nákladných cvičebních vybavení. Tento druh cvičení se poté postupně dostával do celého světa. Dnes kalisteniku cvičí nespočetně mnoho cvičenců ať již za účelem posílení těla, nabrání a vyrýsování svalové hmoty, ale v moderní kalistenice a v jejím pouličním charakteru jsou velmi důležité i nové možnosti poznávání nových přátel. [9]

V České republice se kalistenika začala rozvíjet hlavně skrze skupinu Seberevolta, jejíž cílem bylo přinést mládeži nové a zdravé možnosti trávení volného času.

Postupně se v Českých městech a vesnicích začala tato nová hřiště vystavovat na základě dotací např. od Evropské unie. Což motivovalo mládež k celkově zdravějšímu trávení volného času namísto požívání alkoholu, tabáku a jiných drog. Příkladem může být hřiště v Brně Černovicích, které vzniklo v roce 2014 v blízkosti psychiatrické léčebny. Místo bylo známo tím, že se zde zdržují teenageři, kteří různým způsobem obtěžují okolí. Po vzniku hřiště se zde začala scházet mládež za zcela jiným účelem a to zdokonalování svého těla namísto jeho ničení díky alkoholu. Tím se rovněž přispělo ke zvýšení bezpečnosti v dané lokalitě. Tedy zde je vidět, že investice do zdravého rozvoje mládeže může mít i sociální dopad na soužití jednotlivých generací.

## 2 PŘEDSTAVENÍ KONKRETNÍCH KONCEPCI SPORTOVNÍCH HRIST

### 2.1 Představení prvků hřiště

Na hřišti, kde se cvičí kalistenika, se využívá náčiní na cvičení s vlastní vahou. Základem jsou hrazdy a bradla. Dalšími doplňkovými prvky mohou být různé lavičky, madla, či schůdky sloužící jako plynometrická bedýnka.

#### 2.1.1 Hrazda

Základním předpokladem pro cvičení kalisteniky je hrazda (viz obr. 2.1).



Obr. 2.1 Hrazdy

#### Cviky prováděné na hrazdě:

- Shyb - *Obyčejný*
  - *S širokým úchopem za hlavu*
  - *Absolutní shyb*
  - *Shyb jednou rukou*
- Předkopávání ve visu
- Zvedání kolen ve visu
- Výmyk
- Front Lever (viz příloha 1)
- Back Lever (viz příloha 1)

#### 2.1.2 Bradla

Jako další náčiní pro kalisteniku jsou bradla (viz obr. 2.2). Jedná se o dvě tyče vedle sebe, na kterých se provádějí další cvičební prvky.



Obr. 2.2 Bradla

### **Cviky prováděné na bradlech:**

- Klik na bradlech
- Předkopávání na bradlech
- Zvedání kolen na bradlech
- Stojka a kliky ve stojce (viz příloha 2)
- Planche a kliky v planche (viz příloha 2)

### **2.1.3 Sestava na cvičení zad a břicha**

Pro cvičení s vlastní vahou je to spíše doplňkový prvek (viz obr.2.3), jelikož cviky prováděné na lavičce je možné cvičit i na zemi.



Obr. 2.3 Sestava na cvičení zad a břicha

### **Cviky prováděné na sestavě na cvičení zad a břicha:**

- Zvedání nohou v leže
- Sedlehy
- Zvedání trupu (hyperextenze)
- Human flag (viz příloha 3)
- Dragon flag (viz příloha 3)

#### **2.1.4 Žebřiny**

Další doplňkový element na cvičení kalisteniky (viz obr.2.4). Velká výhoda žebřin je také v multifunkčnosti, jelikož se na ně dá umístit přenosná hrazda či bradla.



Obr. 2.4 Žebřiny

### **Cviky prováděné na žebřinách:**

- Human Flag
- Zvedání nohou či kolen ve visu
- T-bar reverse dip

## **2.2 Hřiště v Brno - Králově Poli**

Jedno z prvních kalistenických hřišť v Brně (viz obr.2.5) se nachází na Herčíkově ulici.

### **Na hřišti se nachází:**

- Sestava tří hrazd různých výšek
- Bradla
- Lavička na cvičení zad a břicha

- Sestava tyčí pro procvičení se před tréninkem
- Stolička nahrazující plynometrickou bedýnku



Obr. 2.5 Hřiště Brno-Královo Pole

### 2.3 Hřiště v Brno - Černovicích

Nalézá se v Brně Černovicích na rohu ulic Řehořové a Charbulové. Hřiště je předvedeno na obr 2.6.

**Na hřišti se nachází:**

- Sestava hrazd různých výšek
- Žebřiny
- Bradla
- Lezecká sestava
- Sestava na procvičování mobilit



Obr. 2.6 Hřiště Brno Černovice

## 2.4 Hřiště v Brno - Komárově

Jedno z největších hřišť v Brně, které leží blízko rozhledny Komec. Hřiště je zobrazeno na obr. 2.7 a obr. 2.8.

**Na hřišti se nachází:**

- Sestava pěti hrazd různých výšek
- Čtyři sady bradel různých výšek
- Dvě sady žebřin
- Lezecká sestava
- Gymnastické tyče
- Gymnastické kruhy



Obr. 2.7 Hřiště Brno Komárov pohled 1



Obr. 2.8 Hřiště Brno Komárov pohled 2

## 3 NÁVRH DOPLŇKOVÝCH PRVKŮ DLE POTŘEB ZÁKAZNÍKŮ/UŽIVATELŮ

Na počátku řešení si bylo třeba uvědomit, co vše je potřeba k sestavení kvalitních prvků hřiště ve srovnání s požadavky uživatelů. Velice užitečná se potvrdila inspirace již vzniklými hřišti, která předvedla směr, kterým se v dnešní době ubírají trendy hřišť.

Dle poptávky zákazníka bylo zadáno hřiště pro využívání 2-4mi cvičenci najednou, a zároveň, aby na něm bylo umožněno cvičit uživatelům různých zkušeností. Dle zákazníka je požadován důraz na kvalitu, stabilitu a odolnost konstrukce.

Dle zkušeností cvičenců je známo, že pro kvalitní úchop jsou vhodné hrazdy o průměru od 30 mm do 40 mm, u bradel se průměry mohou pohybovat od 30 mm do 60 mm, s tím, že větší je vhodnější. Výšky hrazd a bradel jsou samozřejmě závislé na výškách klientů, které jsou různé, takže není možné určit ideální rozměry konstrukcí. Pokud se počítá s tím, že hřiště bude využíváno více lidmi, je vhodné vytvořit dvě hrazdy o různých výškách.

### 3.1 Varianty řešení

Jak již bylo uvedeno, pro tento typ cvičení jsou základem hrazda a bradla. Jelikož se hřiště navrhuje spíše pro domácí využití, a jeden z hlavních požadavků dle zákazníka jsou i nízké náklady na výrobu, bude se navrhovat hřiště obsahující jen tyto prvky s některými doplňkovými elementy. Budou navrženy tři varianty, které se budou lišit hlavně dle počtu prvků pro zvýšení maximální kapacity osob.

#### a) Varianta I

Varianta I (viz obr. 3.1) obsahuje:

- Hrazdu
- Bradla
- Tyč na podporu při cvičení kliků

Kapacita hřiště: 1-2 osoby

Konstrukce hřiště je vytvořena ohnutými tyčemi, elementy (např. bradla k hrazdě) jsou k sobě připojeny pomocí svarů. Výška hrazdy od země je 2 m, bradla jsou ve výšce 1,4 m, tyč na kliky je 0,2 m vysoko.

#### b) Varianta II

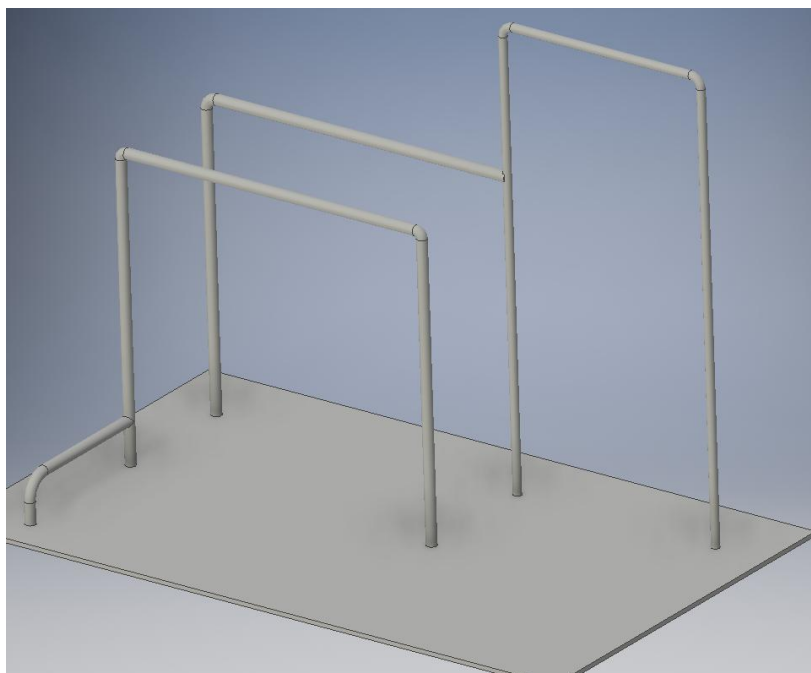
Varianta II (viz obr. 3.2) obsahuje:

- Sestavu tří hrazd čtvercového tvaru s pomocným madlem
- Bradla s pomocnými tyčemi

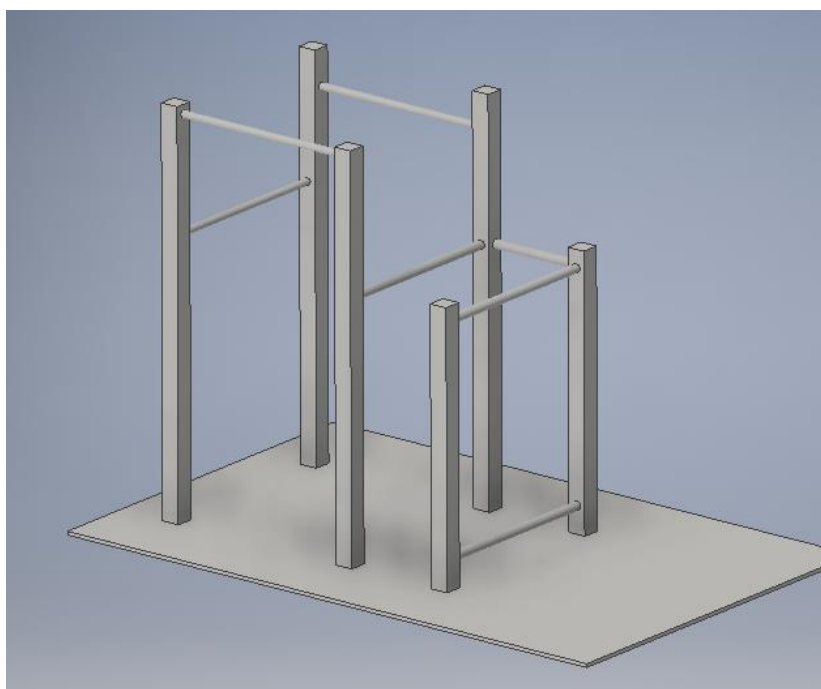
Kapacita hřiště: 3-5 osob

Konstrukce hřiště je tvořena tyčemi spojeným ke sloupům. Výhoda této struktury spočívá v možnosti využít pro podpěry a tyče jiné materiály a tím je usnadněna údržba hřiště. Konstrukce zahrnuje i dopomocné prvky, což vytváří lepší možnosti pro začátečníky. Výšky hrazd jsou, pro rozšíření možností, různé (2,15 m; 2 m; 1,5 m). Bradla se nacházejí ve výšce 1,4 m. Hřiště je tedy vhodné pro uživatele

různých zkušeností. Dopomocné prvky navíc díky propojení elementů mezi sebou dělají konstrukci stabilnější.



Obr. 3.1 Návrh varianty I



Obr. 3.2 Návrh varianty II

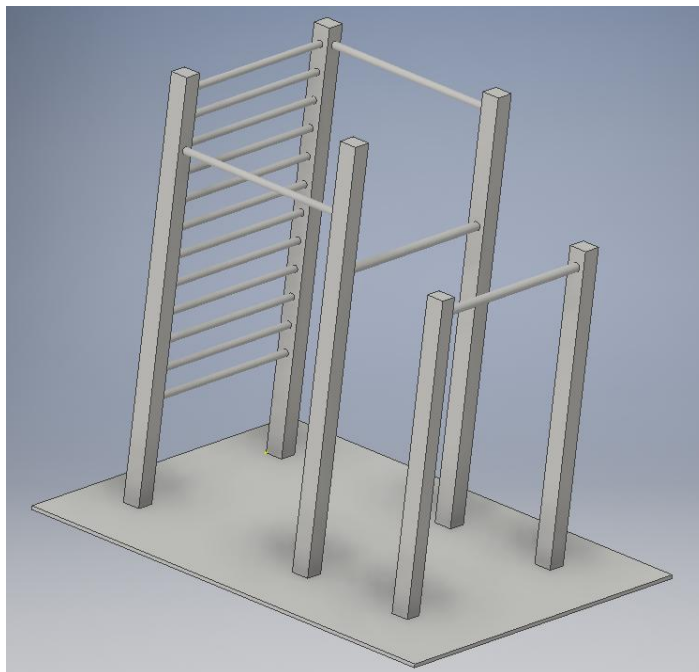
c) *Varianta III*

Varianta III (viz obr. 3.3) obsahuje:

- dvě hrazdy
- žebřiny
- bradla

Kapacita hřiště: 3-5 osob

Konstrukce je tvořena tyčemi spojovaným ke sloupům, hrazdy jsou ve výškách 1,9 m a 2,2 m; bradla se nacházejí 1,6 m vysoko. Samotné hřiště je bez dopomocných prvků, proto je vhodné spíše pro pokročilé cvičence. Navíc díky výškám prvků vzniká více prostoru pro pokročilé uživatele. Prvkem navíc tu jsou žebřiny, které umožňují další možnosti pro pokročilé a zároveň je umožněno na hřišti za pomoci přenosné hrazdy a bradel vytvořit dobré podmínky i pro začátečníky.



Obr. 3.3 Návrh varianty III

### 3.2 Volená varianta a její konstrukční řešení

Dle požadavků uživatele zvolená varianta II.

Pro hrazdy se volí tyče o průměru 40 mm, pro bradla 50 mm. Spojování tyčí se sloupy může probíhat pomocí svaření tyčí ke konzolím obdélníkového tvaru, které budou ke sloupům připevněny pomocí šroubů a matic (viz příloha 4), pokud konzole a tyče budou z materiálů, které je možné svařit dohromady. V případě, že by materiály nebylo možné k sobě přivařit (např. ocel a dřevo), pak bude ke konzoli přivařena trubka, do které bude tyč vložena (viz příloha 5).

Konstrukci je možné vytvořit jako:

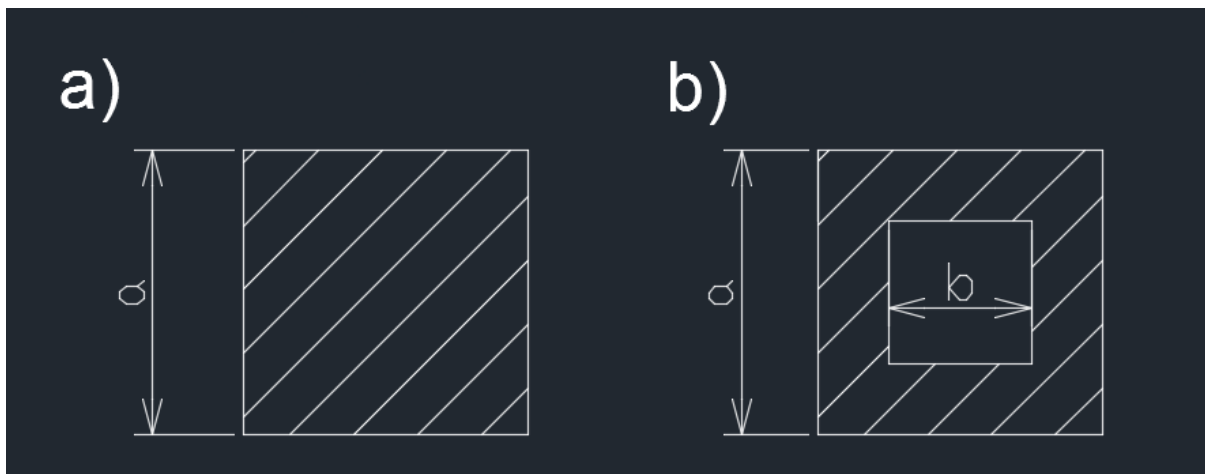
#### a) Nepřenosnou

Při nepřenosné variantě není příliš důležitá hmotnost konstrukce, proto je možné a zároveň vhodné vytvořit konstrukci o vyšší tuhosti pro zvýšení bezpečnosti. Nepřenosná alternativa je vhodnější pro sportovce věnující se kalistenice profesionálně. Pro tuto verzi je vhodné volit průřez sloupů dle obr 3.4a nebo průřez dle obr 3.4b s nízkou hodnotou  $b$  [mm]. Upevnění konstrukce se zemí může probíhat například zabetonováním sloupů do země, kdy je však zapotřebí provést různé ochrany (např. před hnilobou) různými úpravami dřeva (např. naimpregnováním různými ochrannými prvky, atd). Dalším, jednodušším řešením zakotvením trámů do země může být za pomoci zemních vrutů (také známých jako kotevní patky),

které se v dnešní době využívají jak u profi staveb (např. Dřevostavby, stožáry...), tak u hobby staveb (např. pergoly, altánky, ploty...), jsou tedy dnes zaběhlé, vhodné a cenově dostupné i pro navrhované cvičební hřiště. Navíc jsou vyráběné z korozivzdorných materiálů, není tedy třeba pro ně řešit ochranu před hnilobou. Pokud by se časem ukázalo, že použití kotvících vrutů je nedostatečné z hlediska stability celé konstrukce, je samozřejmě možné tyto vruty obetonovat do nezámrzné hloubky minimálně 80 cm, čímž se mnohonásobně zvýší stabilita ukotvení celého systému. Popřípadě nahradit kotvící vruty patkami s roxorovými tyčemi, které jsou již rovnou určeny k zabetonování.

b) Přenosnou

Konstrukci tvoří přenosnou spojení sloupů pásy ležícími na zemi. Jelikož je konstrukce mobilní, je třeba brát v potaz i váhu konstrukce pro snadnější přenos. Aby sestava byla snadno přenosná, její maximální hmotnost by měla být přibližně 200 kg. Přenosná alternativa je vhodná pro sportovce pořádající různé domácí akce týkající se cvičení kalisteniky. Pro tuto verzi je tedy vhodné volit materiál s nižší hmotností a průřez dle obr 3.4a, nebo tužší materiál s průřezem dle obr 3.4b. Předpokládá se, že sestava bude na travnatém povrchu, proto je možné zvýšit její stabilitu zakotvením kolíků v místě nosných sloupů či pásů do země.



Obr. 3.4 Průřezy podpor a) plný průřez, b) průřez s dírou.

## 4 VÝBĚR MATERIÁLU PRO VÝROBU PRVKŮ

Materiály pro prvky na cvičení s vlastní váhou se dají používat různě, od klasických dřevěných tyčí, které se v historii používaly mezi prvními; navíc jsou cenově výhodné, přes ocele, jež jsou velmi vhodný a pevný materiál, bohužel cenově náročnější, až po další hmoty jako například lana či nějaké plastové prvky. Jelikož se elementy většinou nacházejí ve venkovním prostředí, bývají materiály ošetřeny proti povrchovému opotřebení určitými metodami, například komaxitováním, což je povrchová úprava kovů práškovým plastem, či impregnací dřeva.

### 4.1 Definice podmínek výběru

Prvky hříště jsou namáhané dynamicky, aby materiál odolával, musí splňovat určitá kritéria:

- Pružnost - Daná Youngovým modulem pružnosti
- Tvrdost - Měřená dle různých zkoušek (např. Podle Brinella, Rockvela, atd.)
- Pevnost - Daná mezí pevnosti => Mez únavy v ohybu

Mez únavy v ohybu se stanoví ze vztahu (4.1) [9]

$$\sigma_{oc} = 0,43 * R_m \text{ [MPa]} \quad (4.1)$$

kde:  $R_m$  [MPa] - Mez pevnosti.

- Hladký povrch - [Ra]
- Trvanlivost - [hod]
- Odolnost vůči atmosferickým vlivům
- Nízká potřeba údržby
- Cena
- Dostupnost

### 4.2 Vlastní výběr materiálu

#### a) Dřevo Letního Dubu

- Vlastnosti:
  - Tvrdé - Tvrdost podle Brinella HB = (34 - 66) [3]
  - Pružné - Modul pružnosti v ohybu  $E = 11600$  [MPa] [4]
  - Pevné - Mez pevnosti v ohybu  $R_m = 116$  [MPa] [4]
  - Odolné vůči atmosferickým vlivům [1], [2]
  - Trvanlivé - Až 131000 hodin [5]
  - Hladké - Kvalita povrchu až Ra1,6 [6]
  - Cenově dostupné
- Použití:
  - Sloupy
  - Tyče bradel

*b) Korozivzdorná ocel*

- Vlastnosti:
- Pružná - Youngův modul pružnosti  $E = 210000$  [MPa]
  - Tvrdá - Tvrdost podle Brinella  $HB = (150-300)$  [7]
  - Pevná - Mez pevnosti v tahu  $R_m = 420$  [MPa]
    - Mez únavy v ohybu  $\sigma_{oc} = 0,43 * 420 = 180,6$  [MPa]
  - Hladká - Kvalita povrchu až  $Ra 0,8$
  - Odolná vůči atmosferickým vlivům
  - Nízká potřeba údržby
  - Dostupná
  - Vyšší cena
- Použití:
- Cvičební tyče
  - Sloupy

*c) ocel s komaxitovým povrchem*

- Vlastnosti:
- Pružná - Youngův modul pružnosti  $E = 210000$  [MPa]
  - Tvrdá - Tvrdost podle Brinella  $HB = (150-300)$  [7]
  - Pevná - Mez pevnosti v tahu  $R_m = 420$  [MPa]
    - Mez únavy v ohybu  $\sigma_{oc} = 0,43 * 420 = 180,6$  [MPa]
  - Hladká - Kvalita povrchu až  $Ra 0,8$
  - Odolná vůči atmosferickým vlivům
  - Nízká potřeba údržby
  - Dostupná
  - Vyšší cena
- Použití:
- Cvičební tyče

*d) Pletené lano*

- Vlastnosti:
- Únosné -  $3487 \text{ kg} *$  [11]
  - Pevné
  - Nízká cena
  - Možnost jednoduché montáže lana
  - Dostupné
- Použití:
- Speciální varianta hrazdy

\* - Nosnost je daná pro tahové zatížení; pro ohybové zatížení bude jistě dostačující  
- Údaj platí pro 8mi pramenné lano  $\varnothing 48 \text{ mm}$

## 5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

### 5.1 Vyhodnocení konstrukce a srovnání variant

Byla vybrána varianta II. V porovnání s ostatními variantami byla nejvhodnější pro požadavky uživatele z důvodu možného využívání cvičenci různých zkušeností.

Vůči variantě I spočívá její výhoda v možném využívání hřiště více lidmi. Dále je konstrukce vhodná, díky možnému oddělení podpor od tyčí, pro snadnější údržbu. Navíc vznikají možnosti použít pro elementy netradiční materiály jako například pletené lano, které má odlišné vlastnosti od oceli a tím vznikají nové příležitosti, jak hřiště využít. Nevýhodou je potřeba použití více materiálu, což má vliv na cenu hřiště, přičemž při první variantě by bylo možné investovat tyto náklady například do kvalitnějších materiálů.

Vůči variantě III je výhodnější v tom, že sama o sobě obsahuje dopomocné prvky, není tedy třeba schánět dopomocné hrazdy či bradla navíc. Dále bude varianta II mnohem levnější, jelikož by ve třetí variantě bylo potřeba velmi mnoho materiálu na výrobu samotných žebřin. Dále je konstrukce stabilnější díky propojení hlavních součástí dopomocnými prvky. Nevýhodou pro pokročilé uživatele se však mohou stát právě dopomocné elementy, které jim mohou při některých cvicích (např. při přehoupávání se mezi hrazdami) zavazet.

Co se mobility hřiště týče, stabilnější verze se jistě jeví nepřenosná verze, zakotvená v zemi, která však je pravděpodobně lehce složitější pro údržbu. Naproti tomu realizace nepřenosné verze je o něco složitější, jelikož je potřeba sestavu pevně zakotvit do země a přitom myslet na různé ochrany, např. před hnilobou atd. Což také může vést ke zvýšení nákladů.

Spoje tyčí ke sloupům byly navrženy dva - tyč přímo svařená ke kusu pásové oceli stejného materiálu a tyč vložená s přesahem do krátké trubky, v tomto případě by trubka byla svařena k pásové oceli. Druhá varianta je nutná při použití rozdílného materiálu pro tyč a pásovou ocel, ale je i možná pro použití materiálů stejných. Je totiž lehčí pro údržbu při určitém poškození a opotřebením tyče tyč vyměnit jednoduchou demontáží, vyměněním tyčí a opětovnou montáží konzolí ke sloupům. Je to však řešení složitější. Jednodušší a klasicky používané je první řešení spoje.

### 5.2 Porovnání materiálů

Použitý materiál se porovnává z několika aspektů, nejdůležitější je samozřejmě pevnost, cena, údržba a odolnost proti přírodním vlivům. Kombinovaná konstrukce z kovu a dřeva bude mít zcela jistě jiné nároky na údržbu než konstrukce pouze kovová. Nicméně by bylo vhodné zmínit ještě jedno srovnání a to estetické – pocitové. Při diskuzi s cvičenci kalisteniky bylo překvapivě zaregistrováno, že dávají přednost kombinovaným konstrukcím před konstrukcí pouze z jednoho druhu materiálu, v tomto případě před celokovovými. Důvodem bylo, že působí pocitově chladněji, naopak dřevěné konstrukce působí jako více v souladu s přírodou.

V případě dřeva je nutné počítat s nižší mezí pevnosti, než má ocel (i když dub je jeden z nejtvrdějších a nejpevnějších dřevin), a proto je vhodnější zvolit průměry dřevěných tyčí větší. Jelikož u hrazd je vhodnější úchop menší, není vhodné pro ně volit dřevěný materiál kvůli bezpečnosti, u bradel však větší průměr problém netvoří, naopak pro velmi pokročilé cvičence vytváří nové možnosti (např. procvičení jiného úchopu), proto není vyloučeno využít dřevěný materiál pro bradla. U sloupů je

možné dřevěný materiál použít bez problémů, mohou totiž mít libovolný objem, jelikož funkčnost cvičení jím není ovlivněna.

Lano je jako materiál pro hrazdu nestandardní, avšak v porovnání s ocelí i dřevem je výhodnější díky jednoduché údržbě, navíc poskytuje možnosti pro vylepšení rovnováhy, jelikož kalistenistické cvičení na něm bude jistě obtížnější. Je potřeba pro něj vybrat jiný způsob uchycení než pro dřevěný a ocelový materiál.

### 5.3 Ekonomické vyhodnocení

Jelikož byla zvolena varianta II nepřenosná konstrukce, ekonomické porovnání vychází právě z té. Ceny jsou vybrány z několika e-shopů určených k vážnému (závaznému) objednání níže uvedených materiálů a zprůměrovány.

Bylo vybráno ekonomické porovnání především dle použitého materiálu pro podpory, jelikož ty tvoří největší množství materiálu. Porovnávají se korozivzdorné profily se dřevěnými hranoly. Po konzultaci se zákazníkem se také porovnává použití lana při vynechání jedné hrazdy. Jednotlivé náklady na prvky jsou uvedeny v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Přehled nákladů na jednotlivé prvky.

Materiál/Prvek	Množství $n_x$	Jednotková cena bez DPH $N_{x1}$
Hranoly letní dub 100x100 [mm]	12,4 m	~250 Kč/m
Korozivzdorná ocel 100x100 [mm] (t = 5 mm)	12,4 m	~1850 Kč/m
Korozivzdorná ocel Ø40 [mm]	3 m	~1070 Kč/m
Korozivzdorná ocel Ø50 [mm]	2,5 m	~1680 Kč/m
Pletené lano Ø48 [mm] 8mi pramenné	1 m	~290 Kč/m
Pásová korozivzdorná ocelová tyč 60x5 [mm]	1,92 m	~253 Kč/m
Mosazná průchodka do dřeva (uchycení lana)	2 ks	325 Kč/ks
Zemní vrut U Délka 700 [mm], 100x60x100 [mm]	6 ks	~193 Kč/ks
Šroub M16x1,5 délka 120 [mm] pozinkovaný	28 ks	~17 Kč/ks
Matice M16x1,5 pozinkovaná	28 ks	~3 Kč/ks

Podložka pod šroub M16 pozinkovaná	28 ks	~0,7 Kč/ks
Šroub M10x1,5 délka 150 [mm] pozinkovaný	30 ks	~7 Kč/ks
Matice M10x1,5 pozinkovaná	30 ks	~1,1 Kč/ks
Podložka pod šroub M10 pozinkovaná	30 ks	~0,4 Kč/ks

Celkové náklady na prvky vycházejí ze vztahu (5.1):

$$N_{c_p} = \sum n_p * N_{p1} \text{ [Kč]} \quad (5.1)$$

Kde:  $n_p$  [ks], [m] - počet prvků ve vhodných jednotkách,  
 $N_{p1}$  [Kč] - jednotková cena za prvek.

Stanovení dílčích cen materiálů:

Poté cena sloupů při použití materiálu dřeva letního dubu činí:

$$N_{sd} = 6 * 250 = 1500 \text{ Kč}$$

Cena sloupů při použití korozivzdorných profily je:

$$N_{sk} = 6 * 1850 = 11100 \text{ Kč}$$

Cena korozivzdorných tyčí:

$$N_t = 3 * 1070 + 3,5 * 1680 = 9090 \text{ Kč}$$

Cena za korozivzdornou pásovou ocel:

$$N_p = 1,92 * 253 = 485,75 \text{ Kč}$$

Cena za šrouby M16x1,5; matice M16x1,5; podložky pod šroub M16:

$$N_{16spoj} = 28 * 17 + 28 * 3 + 28 * 0,7 = 579,6 \text{ Kč}$$

Cena korozivzdorných tyčí při nahrazení jedné hrazdy lanem:

$$N_{tL} = 2 * 1070 + 3,5 * 1680 = 8020 \text{ Kč}$$

Cena za korozivzdornou pásovou ocel při použití lana:

$$N_{pL} = 1,68 * 253 = 425,04 \text{ Kč}$$

Cena za šrouby M16x1,5; matice M16x1,5; podložky pod šroub M16 při použití lana:

$$N_{pL} = 24 * 17 + 24 * 3 + 24 * 0,7 = 496,8 \text{ Kč}$$

Cena za pletené lano:

$$N_L = 1 * 290 = 290 \text{ Kč}$$

Cena za mosazné úchytky do dřeva pro zakotvení lana:

$$N_p = 2 * 325 = 650 \text{ Kč}$$

Cena za zemní vruty U:

$$N_U = 6 * 193 = 1158 \text{ Kč}$$

Cena za šrouby M10x1,5; matice M10x1,5; podložky pod šroub M10:

$$N_p = 30 * 7 + 30 * 1,1 + 30 * 0,4 = 255 \text{ Kč}$$

Stanovení celkových nákladů:

Celkové náklady na hřiště při použití dřevěných podpor a všech tyčí jako ocelových:

$$N_{Cp1} = 1500 + 7410 + 485,75 + 579,6 + 1158 + 255 = 11389 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na hřiště při použití ocelových podpor a ocelových tyčí:

$$N_{Cp2} = 11100 + 7410 + 485,75 + 579,6 + 1158 + 255 = 20989 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na hřiště při použití dřevěných podpor a namísto jedné hrazdy pletené lano:

$$N_{Cp3} = 1500 + 6340 + 425,04 + 496,8 + 290 + 650 + 1158 + 255 = 11115 \text{ Kč}$$

## 5.4 Celkové posouzení nákladů na hřiště

Podle výpočtů uvedených v podkapitole 5.3 je patrné, že dle finančních nákladů je výhodnější použít jako materiál sloupů dřevo letního dubu. Oproti použití korozivzdorných ocelových profilů totiž vycházejí celkové náklady na hřiště téměř o polovinu levněji. Dubové dřevo je navíc známé svou vysokou trvanlivostí až 15 let bez nutnosti chemických úprav.

Využití lana namísto jedné hrazdy vychází levněji než použití všech prvků jako ocelových. Díky rozšíření konstrukce lanem se tedy hřiště může stát všestrannou sestavou cvičebních prvků pro kalisteniku a navíc se sníží náklady.

Při ekonomickém posuzování nejsou zahrnuty náklady na technologické procesy a montáž hřiště. Pokud by byla konstrukce vytvářena pro veřejné prostory, pak by její výroba a montáž byla samozřejmě svěřena profesionální firmě. Dle konzultace se zákazníkem se však bude jednat o hřiště pro soukromé účely. Prováděné procesy, jako například vyvrtání děr do dřeva, jsou jednoduché a nástroje nutné pro jejich provedení se většinou nacházejí v domácích dílnách. Zručný člověk je schopný tyto činnosti provést sám, což může vést k dalšímu ušetření celkových nákladů.

---

## 6 DISKUZE

Hřiště bylo dle požadavků zákazníka a dle možností navrženo tak, aby bylo stabilní, určené pro všestranné použití při cvičení kalisteniky a aby bylo sestaveno z kvalitního materiálu, přitom cenově dostupné. Při návrhu bylo myšleno i na to, že ne každý je zkušený sportovec a proto byly navrženy dopomocné prvky a nízká hrazda. Při návrhu sestavy je také snaha o použití netradičního materiálu, který by ho tvořil zajímavější.

Při navrhování hřiště nebylo myšleno na menší děti, tedy jedna z nevýhod hřiště je ta, že je určené pouze pro dospělé jedince.

Oproti předváděným konstrukcím je mnohem menší, a díky jeho velikosti může občas vzniknout problém s nízkou kapacitou hřiště, co se hrazd a bradel týče. Avšak kalistenika se řadí mezi sporty, které je možné cvičit kdekoliv a kdykoliv, takže pokud vedle místa, kde se hřiště nachází bude volný prostor, je možné využít kalistenistické cviky, ke kterým nejsou potřeba žádné cvičební elementy, například kliky či sedlehy.

Dle všech aspektů, podle kterých se na konstrukci hřiště hledí, je tedy vhodná nepřenosná varianta II s dřevěnými podporami, které jsou mnohem levnější než ocelové profily. Podpory jsou k zemi připevněny za pomoci zemních vrutů s U patkou. Dále je vhodné použití lana namísto jedné hrazdy pro zvýšení možností cvičení a také dle ekonomického posouzení levnější.

---

## ZÁVĚR

Návrh hřiště určeného pro cvičení s vlastní vahou těla byl navrhován tak, aby hřiště bylo funkční jak z pohledu kalisteniky, tak aby jeho konstrukce byla stabilní a jeho životnost co nejdelší za použití nízkých nákladů.

Při vytváření ideálního hřiště dle specifikací zákazníka se porovnávalo několik variant z hlediska funkčnosti, kapacity a ceny použitého materiálu. Dále bylo porovnáváno hledisko mobilizace sestavy, použití různých materiálů na jednotlivé prvky dle životnosti, bezpečnosti, funkčnosti z hlediska kalisteniky.

Jako nejvýhodnější byla vybrána nepřenosná varianta, jelikož oproti přenosné má lepší stabilitu. Je tvořena třemi hrazdami různých výšek, bradlami s dopomocnými prvky. Materiál tyčí je korozivzdorná ocel, jelikož se jeví jako nejvhodnější z hlediska pevnosti a odolnosti vůči atmosferickým vlivům. Zakotvení tyčí k podporám je navrženo za pomoci přivaření ke konzolím a následným připojením k podporám šroubovými spoji, podporami ze dřeva letního dubu, jež se vyznačuje dlouhou životností a odolností vůči atmosferickým vlivům; toto spojení se jeví jako pevnější než spojení tyče a konzole s trubkou. Zakotvení konstrukce do země je navrženo za pomoci zemních vrutů s U patkami; toto řešení se jeví jako stabilní a zároveň odolné vůči různým nežádoucím procesům (hniloba atd.). Vhodné a ekonomicky výhodné se ukázalo i použití pleteného lana s vynecháním jedné hrazdy.

Z ekonomického hlediska je výhodnější využití této varianty narozdíl od varianty se žebřinami a s podporami z korozivzdorných ocelových profilů; bylo dosaženo téměř 45 % úspor nákladů.

---

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Dřevo [online] [vid. 2017-04-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%99evo>
2. Dub letní [online] [vid. 2017-04-07]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Dub\\_letn%C3%AD](https://cs.wikipedia.org/wiki/Dub_letn%C3%AD)
3. Tvrdost Dřeva [online] [vid. 2017-04-05]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Tvrdost\\_d%C5%99eva](https://cs.wikipedia.org/wiki/Tvrdost_d%C5%99eva)
4. NOVÁK P. Mechanické vlastnosti dřeva domácích dřevin [online] [vid. 2013-05-03]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/mechanicke-vlastnosti-dreva-domacich-drevin>
5. KLOUDA P. Základní vlastnosti dřeva [online] [vid. 2009-07-23]. Dostupné z: <http://strechy-klouda.eu/files/prezentace/zakladni-vlastnosti-dreva.pdf>
6. Drsnost obrobeneho povrchu [online] [vid. 2011-03-24]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/drsnost-obrobeneho-povrchu/>
7. Technické informace - korozivzdorné oceli [online] . Dostupné z: [https://www.heyman.cz/media/useruploads/files/cz/technische\\_angaben/korozivzdorne\\_oceli.pdf?f=1](https://www.heyman.cz/media/useruploads/files/cz/technische_angaben/korozivzdorne_oceli.pdf?f=1)
8. Kalistenika: cvičení převzaté od starověkých řeků [online] [vid. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.siluetadoleta.cz/clanky/kalistenika-cviceni-prevzate-od-starovekych-reku/>
9. Kalisthenika [online] [vid. 2014-05-22]. Dostupné z: <https://doformy.wordpress.com/2014/05/22/kalisthenika/>
10. Hodnoty mezi pevnosti, kluzu, únavy a dovolených napětí pro ocel [online] [vid. 2013-07-30]. Dostupné z: <http://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/hodnoty-mezi-pevnosti-kluzu-unavy-a-dovolenych-napeti-pro-ocel>
11. 48mm Pletené Polypropylenové lano [online]. Dostupné z: <http://www.cordage.cz/cordage/eshop/6-1-LANA-18-120-mm/0/5/129-48mm-Pletene-Polypropylenove-lano>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
E	MPa	Youngův modul pružnosti
$R_m$	MPa	Mez pevnosti v tahu
$\sigma_{oc}$	MPa	Mez únavy v ohybu
$N_{10spoj}$	Kč	Cena za spojovací prvky M10
$N_{16spoj}$	Kč	Cena za spojovací prvky M16
$N_{16spojL}$	Kč	Cena za spojovací prvky M16 při použití lana
$NC_p$	Kč	Celkové náklady na hřiště
$NC_{p1}$	Kč	Celkové náklady na hřiště 1
$NC_{p2}$	Kč	Celkové náklady na hřiště 2
$NC_{p3}$	Kč	Celkové náklady na hřiště 3
$N_L$	Kč	Cena za pletené lano
$n_p$	ks, m	Počet prvků ve vhodných jednotkách
$N_p$	Kč	Cena za pásovou korozivzdornou ocel
$N_p$	Kč	Cena za mosazné úchytky na lano
$N_{p1}$	Kč	Cena za jeden prvek
$N_{pL}$	Kč	Cena za pásovou korozivzdornou ocel při použití lana
$N_{sd}$	Kč	Cena sloupů při použití dřev. materiálu
$N_{sk}$	Kč	Cena sloupů při použití korozivzdorných profilů
$N_t$	Kč	Cena za korozivzdorné tyče $\varnothing 40 + \varnothing 50$
$N_{tL}$	Kč	Cena korozivzdorné tyče při použití lana
$N_U$	Kč	Cena za zemní vruty U

## SEZNAM POUŽITÝCH POJMŮ V RÁMCI TĚLESNÉ VÝCHOVY

Název	Popis	Zabírající partie
Back Lever	Zavěšení se na hrazdu, kdy se tělo nachází ve vodorovné poloze Břicho směřuje k zemi.	Deltové svaly (ramena), široký sval záďový, prsní svaly
Dragon Flag	Jedná se o podobný cvik jako Human Flag, s rozdílem, že ruce jsou zapřeny u sebe, tělo je ve vodorovné poloze, avšak na rozdíl od Human Flag jsou rovnoběžně se zemí záda.	Deltové svaly (ramena), široký sval záďový a šikmé břišní svaly
Front Lever	Zavěšení se na hrazdu, kdy se tělo nachází ve vodorovné poloze. Záda směřují k zemi	Břišní svaly šikmé, široký sval záďový
Human Flag	Zapření těla o svislou tyč nebo o dvě vodorovné tyče a následně se tělo dostává do vodorovné polohy, směrem k zemi jsou boky	Deltové svaly (ramena), široký sval záďový a šikmé břišní svaly
Kalistenika	Cvičení s vlastní váhou těla, známe také jako street workout	-
Klik	Základní cvik, kdy jsou cvičencovi ruce natažené a zapřené o zem a postupně se tělo spouští dolů; poté se rukama snaží vytlačit nahoru do původní polohy	Tricepsová svaly, prsní svaly
Planche	Jedná se o vodorovnou polohu těla ve vzduchu na napnutých rukách.	Ramenní svaly, střed těla(břišní svaly, bederní svaly)
Předkopávání	Může být prováděno na bradlech i na hrazdě, jedná se o zvedání nohou do výše boků. Jednodušší varianta může být zvedání kolen	Břišní svaly
Sedleh	Tělo se nachází v leže a následně se snaží zvednout hlavu ke kolenům	Břišní svaly
Shyb	Základní cvik, také známý jako přítah, spočívá v zavěšení se na hrazdě a následném vytažení se alespoň bradou nad hrazdu	Bicepsová svaly, široký sval záďový, rombické svaly
Stojka	Jedná se o svislou polohu těla ve vzduchu na napnutých rukách.	Ramenní svaly, střed těla(břišní svaly, bederní svaly)

---

T-bar reverse dip	Náročný tricepsový klik. Cvičenec se rukama zapře o tyčku, a hlavou se snaží dostat až pod tyčku, a zpátky.	Tricepsové svaly
Výmyk	Cvičenec se zavěsí na hrazdu, pomocí švihů či síly vytáhne špičky alespoň do úrovně hrazdy, přitáhne se a překlopí se přes hrazdu	Při silovém výmyku břišní svaly, bicepsy, široký sval záďový.
Zvedání nohou či kolen ve visu	Jedná se o zavěšení na hrazdě a zvedání nohou či kolen se snahou zamezit rozhoupání.	Břišní svaly spodní a horní
Zvedání trupu (Hyperextenze)	Cvičenec leží stehy na lavičce, spouští trup až do úhlu 90° a náhle trup zvedá do původní polohy. Je vhodné mít určitým způsobem zapřené nohy.	Široký sval záďový

**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 Speciální cviky na hrazdě
- Příloha 2 Speciální cviky na bradlech
- Příloha 3 Speciální cviky na netradičních sestavách
- Příloha 4 Konstrukční řešení spoje ocelová tyč + ocelová konzole
- Příloha 5 Konstrukční řešení spoje dřevěná tyč + ocelová konzole
- Příloha 6 Výkres hřiště volené varianty

## Speciální cviky na hrazdě Back lever



## Front Lever



## Speciální cviky na bradlech

### Planche



### Stojka



## Speciální cviky na netradičních sestavách

### Dragon Flag



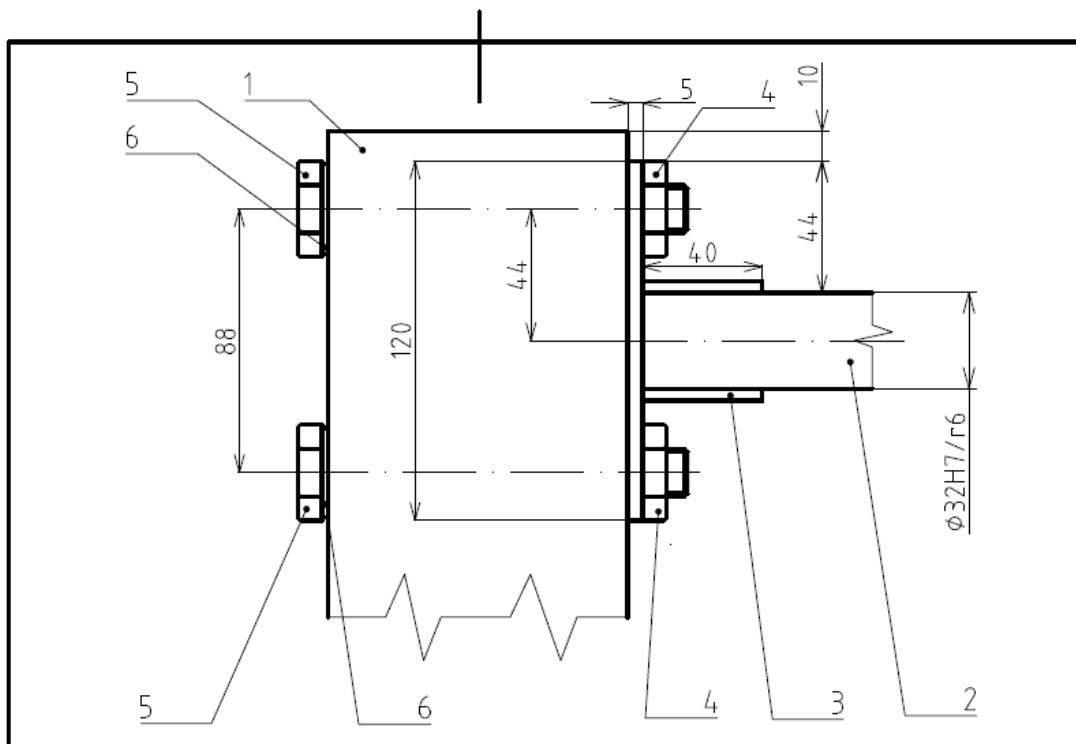
### Human Flag



Konstrukční řešení spoje ocelová tyč + ocelová konzole



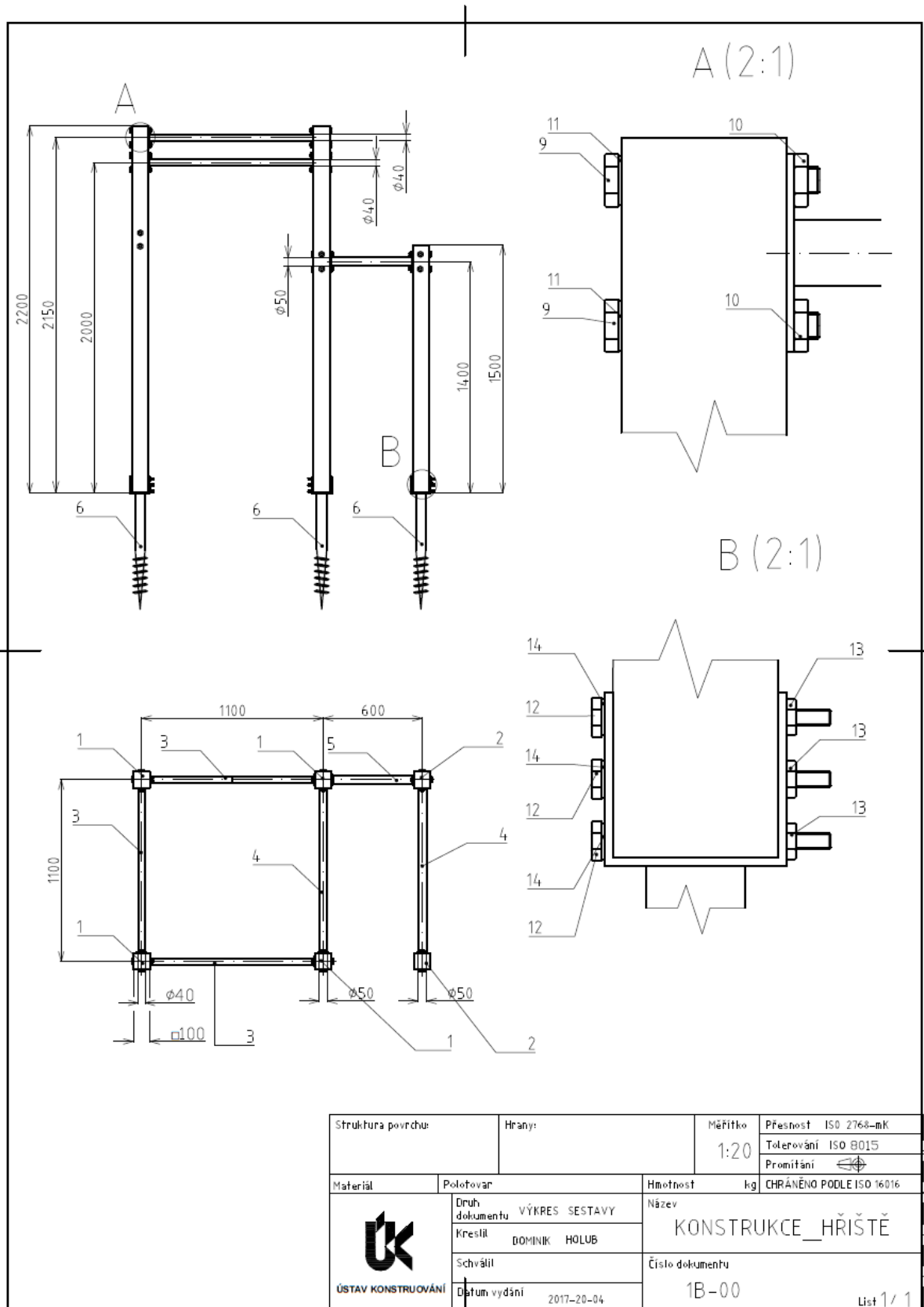
## Konstrukční řešení spoje dřevěná tyč + ocelová konzole



Číslo polož.	Název - označení Výkres - norma	Polotovár Materiál	Hmot.	J	Množ.
1	TRÁM LETNÍ DUB				x
2	DŘEVĚNÁ TYČ LETNÍ DUB				x
3	KONZOLE + TRUBKA -				x
4	MATICE M16x1,5 -				x
5	ŠROUB M16x1,5 -				x
6	PODLOŽKA POD ŠROUB M16 -				x

Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768-mk Tolerování ISO 8015 Promítání
Materiál	Polotovár	Hmotnost	kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY			
	Kreslil	DOMINIK HOLUB			
	Schválil				
	Datum vydání	2017-20-04			
Název			DETAIL_SPOJE		
Číslo dokumentu			2B-01		
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ			List 1 / 1		

Výkres hřiště volené varianty



Struktura povrchu:		Hrany:		Měřítko 1:20	Přesnost ISO 2768-mK
					Tolerování ISO 8015
					Promitání $\text{⌀}$
Materiál	Položovar	Hmotnost kg		CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
<p>ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ</p>	Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY		Název KONSTRUKCE_HŘIŠTĚ	
	Kreslil	DOMINIK HOLUB		Číslo dokumentu	
	Schválil			1B-00	
	Datum vydání	2017-20-04		List 1 / 1	

## Výkres hřiště volené varianty - kusovník

Číslo polož.	Název - označení Výkres - norma	Polotovary Materiál	Hmot.	J	Množ.
1	TRÁM 100x100x2200 -	-			4
2	TRÁM 100x100x1500 -	-			2
3	TYČ Ø40 SPOJENÁ S KONZOLEMI -	-			3
4	TYČ Ø50 SPOJENÁ S KONZOLEMI -	-			2
5	TYČ Ø50 SPOJENÁ S KONZOLEMI -	-			1
6	ZEMNÍ VRUT -	-			6
9	ŠROUB M16x1,5 L=120 -	-			32
10	MATICE M16x1,5 -	-			32
11	PODLOŽKA POD ŠROUB M16 -	-			32
12	ŠROUB M10x1,5 L=150 -	-			30
13	MATICE M10x1,5 ČSN 02 2562				30
14	PODLOŽKA POD ŠROUB M10 ČSN 02 2562				30
		Druh dokumentu KUSOVNÍK		Název	
		Kreslil DOMINIK HOLUB		KONSTRUKCE_HŘIŠTĚ	
		Schválil		Číslo dokumentu	
		Datum vydání 2017-20-04		1B-00.1	
List 1/2					