



Javni štipendijski, razvojni,  
invalidski in preživninski  
sklad Republike Slovenije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD



Univerza v Ljubljani  
*Pedagoška* fakulteta

Modularni verižni eksperiment

# Modul gravitacijski slalom

Tehnična dokumentacija

*Eva Markelj  
Maja Hladnik  
Matija Čufer  
Mitja Juvan*

mentorji:  
dr. Jurij Bajc  
dr. Irena Drevenšek Olenik  
Žiga Novak  
Matej Perčič  
dr. Katarina Susman  
dr. Saša Ziherl

## **PO KREATIVNI POTI DO ZNANJA 2016/2017**

Projekt sofinancirata Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport in Evropska unija iz  
Evropskega socialnega sklada.<sup>1</sup>

27. julij 2017

---

<sup>1</sup> Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa za izvajanje evropske kohezijske politike v obdobju 2014-2020 kot neposredna potrditev operacije "Odprt, odziven in kakovosten sistem visokega šolstva - Projektno delo z gospodarstvom in negospodarstvom v lokalnem in regionalnem okolju Po kreativni poti do znanja 2016-2020"

## Vsebina

Uvod.....	3
Napotki za branje.....	3
Ogrodje .....	3
Sprožilo.....	11
Elementi klanca .....	15
Elementi ravnega dela .....	15
Slika 1: Sestavljeno ogrodje.....	4
Slika 2: Montaža ogrodja.....	4
Slika 3: Spodnji del sprožila .....	11
Slika 4: Srednji del sprožila .....	12
Slika 5: Držalo srednjega dela sprožila .....	12
Slika 6: Postavitev zgornjega dela sprožila .....	13
Slika 7: Zgornji del sprožila .....	13
Slika 8: Looping.....	15
Slika 9: Različno visoki distančniki .....	16
Slika 10: Klanec.....	16
Slika 11: Višje sprožilo .....	17
Slika 12: Nižje sprožilo.....	17
Slika 13: Magnetni top .....	18
Slika 14: Vijuga.....	18
Slika 15: Žleb.....	19

## Uvod

V okviru projekta Modularni verižni eksperiment smo ustvarili člen z imenom Gravitacijski Slalom. Verižni eksperiment deluje tako, da vsak njen člen požene naslednjega s povezovalno kroglico.

Ustvarili smo platformo, ki je razdeljena na dva dela, na nagnjeni in na ravni del. Za vsak del smo izdelali različne elemente, ki se jih v člen lahko vključi na različne načine. Elemente se da med seboj tudi poljubno povezovati. Platforma in elementi so izdelani večinoma iz lesa. Za podstavke pa smo za boljšo stabilnost uporabili kamen.

Dokumentacija ter fotografije v dokumentu so namenjeni lažjemu reproduciranju platforme. Izdelovalec bo v dokumentu pridobil vse informacije, potrebne za izdelavo.

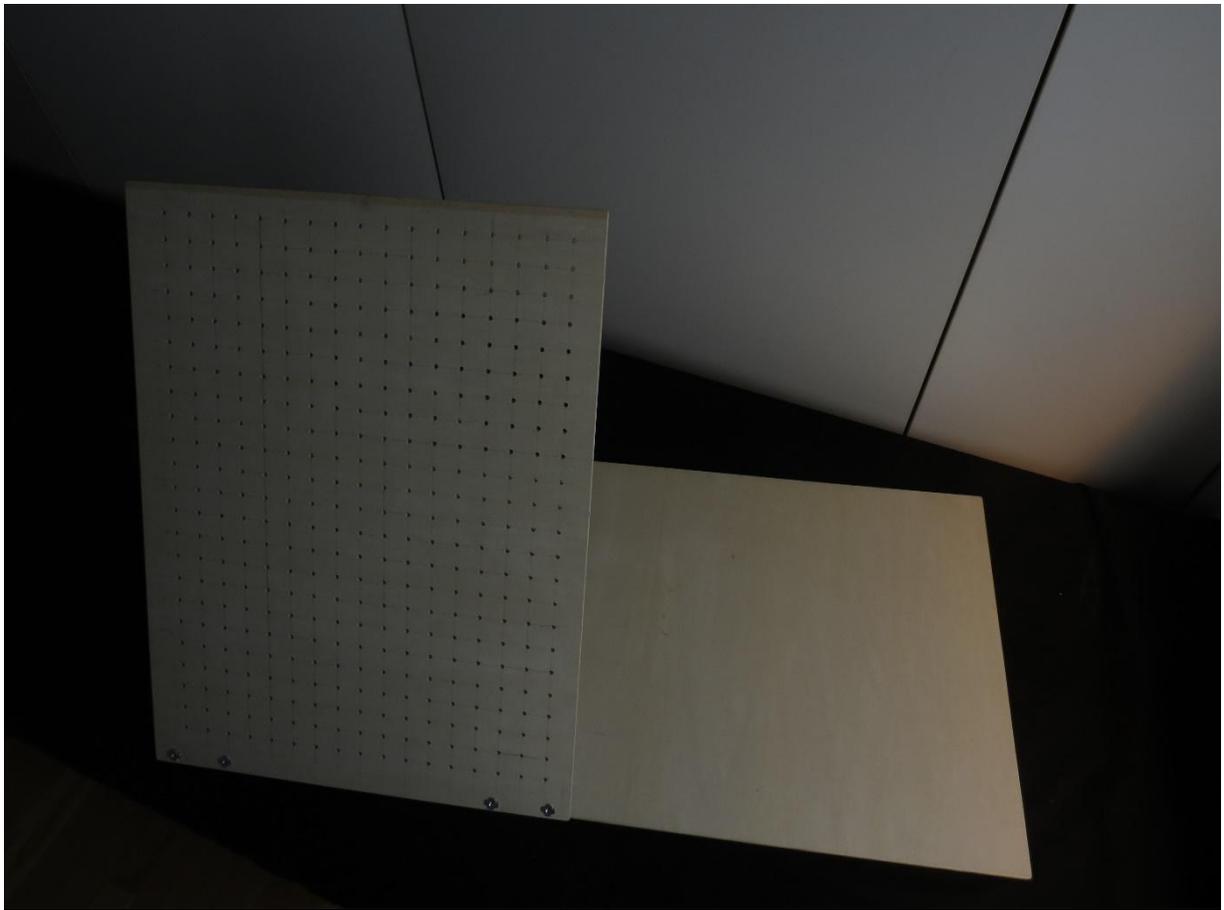
## Napotki za branje

Dokument zajema načrte ter fotografije posameznih sestavnih delov. Za lažjo predstavbo so na začetku posameznega sklopa zbrane fotografije izdelanih elementov, v nadaljevanju tehniška dokumentacija.

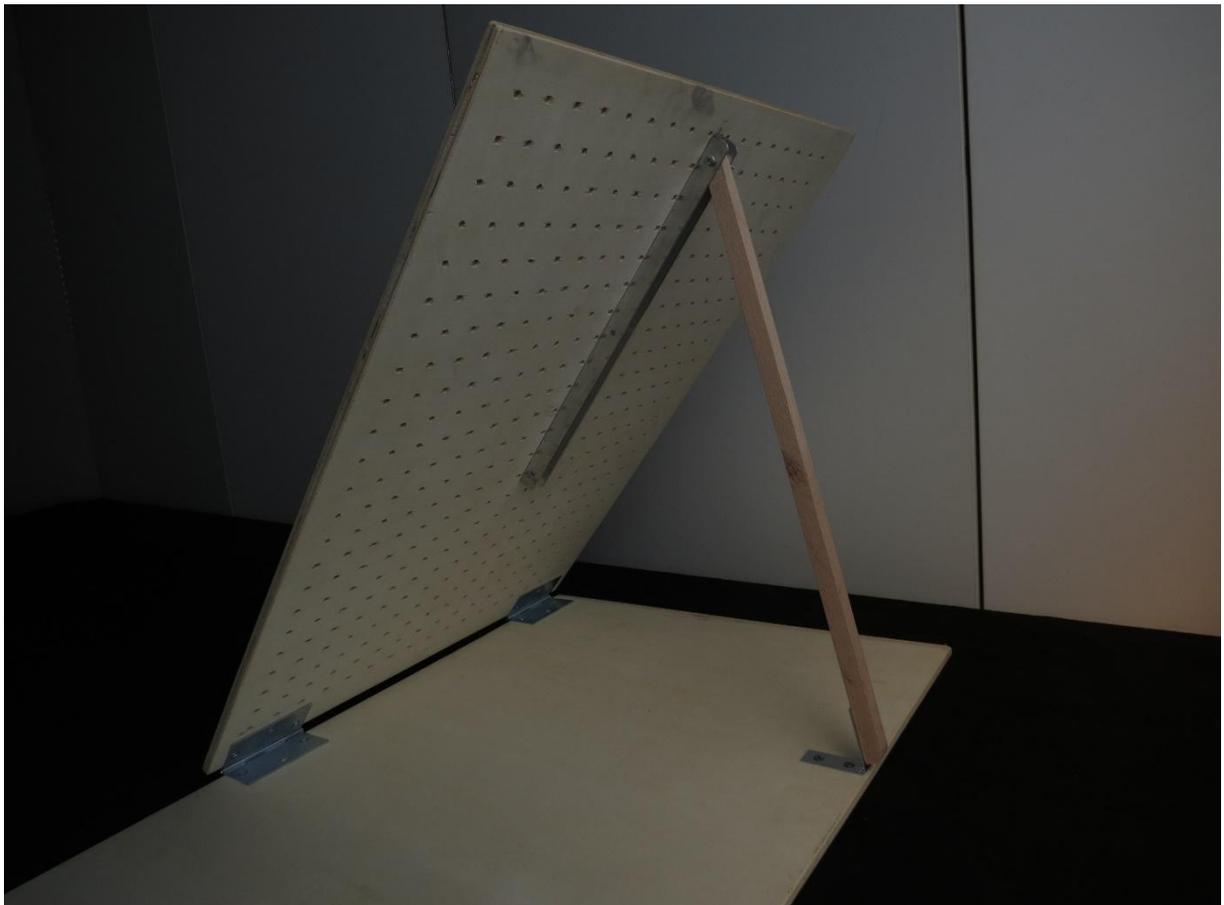
Dokumentacija je v skladu z standardi. Mere so podane v *mm* (milimetrih). Premer je zapisan z izrazom  $\phi$ . Kjer je predmet ploskoven je debelina podana s  $t$ . Prerezi so označeni s šrafuro. Kjer je potrebno, je element narisani v več pogledih. Pretežno enodimenzionalni predmeti so navidezno skrajšani s prostoročno črto. Za spajanje posameznih elementov uporabljamo lesne moznike premera  $6\text{ mm}$  dolžine  $22\text{ mm}$ , pri čemer so mozniki lahko tudi druge dolžine. Kjer je potrebno, smo moznike zalepili z lepilom Mekol. Izvrtine na platformi in tudi na elementih nagnjenega dela so v vzorcu mreže  $32\text{ mm} \times 32\text{ mm}$ . Dodatne obrazložitve so podane v vsakem sklopu.

## Ogrodje

Tako spodnja kot tudi nagnjena plošča sta izdelani iz vezane plošče. Uporabljeni tečajji so podani z načrtoma, uporabili bi lahko tudi druge podobnih mer, pri čemer je potrebno paziti na zadostno trdnost končane konstrukcije. Za spajanje smo uporabili vgrezne lesne matice M6 in M5 s pripadajočimi vijaki s ploščato glavo. Za izdelavo letve smo uporabili bukov masivni les. Vodilo smo izdelali iz aluminijastega profila, katerega smo zaradi vizualnega efekta tudi dodatno spolirali. Vodilo smo na nagnjeno ploščo prilepili z kavčukovim lepilom, ter dodatno učvrstili z manjšimi vijaki.



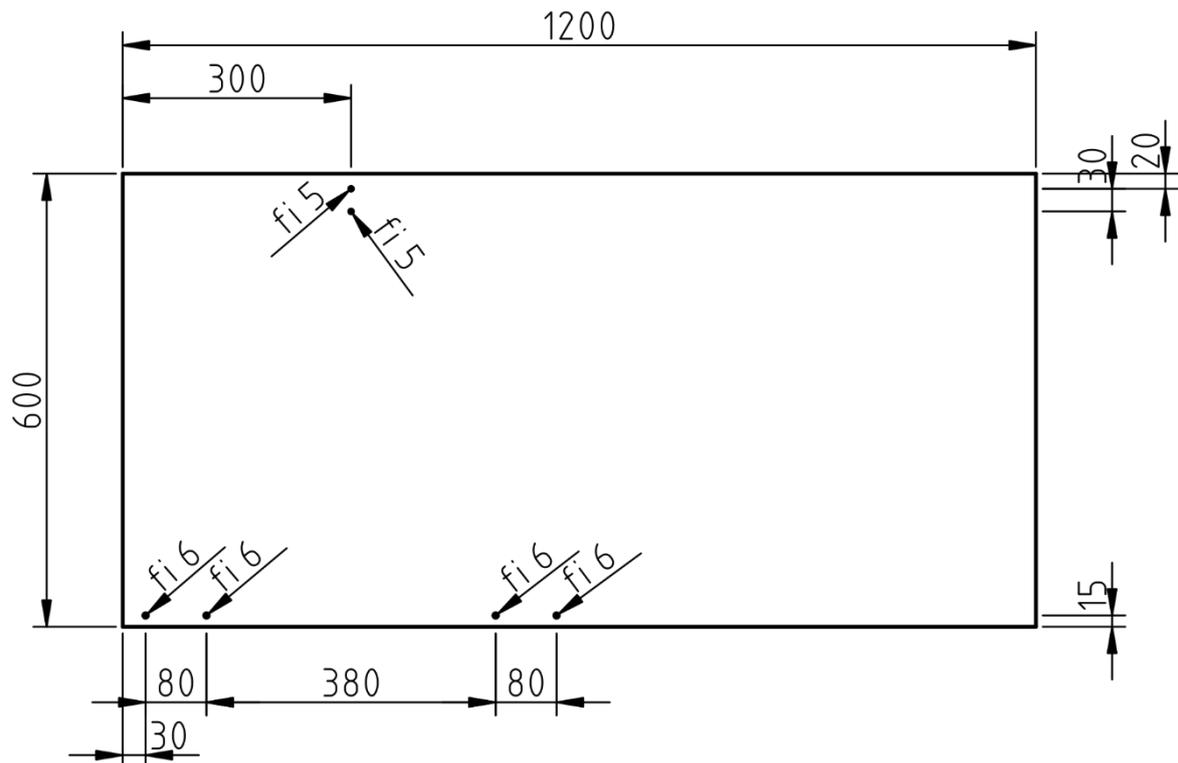
*Slika 1: Sestavljeno ogrodje*



*Slika 2: Montaža ogrodja*

t = 10

Vezana plošča, vse izvrtine so skoznjo.



22.6.2017

Mitja Juvan

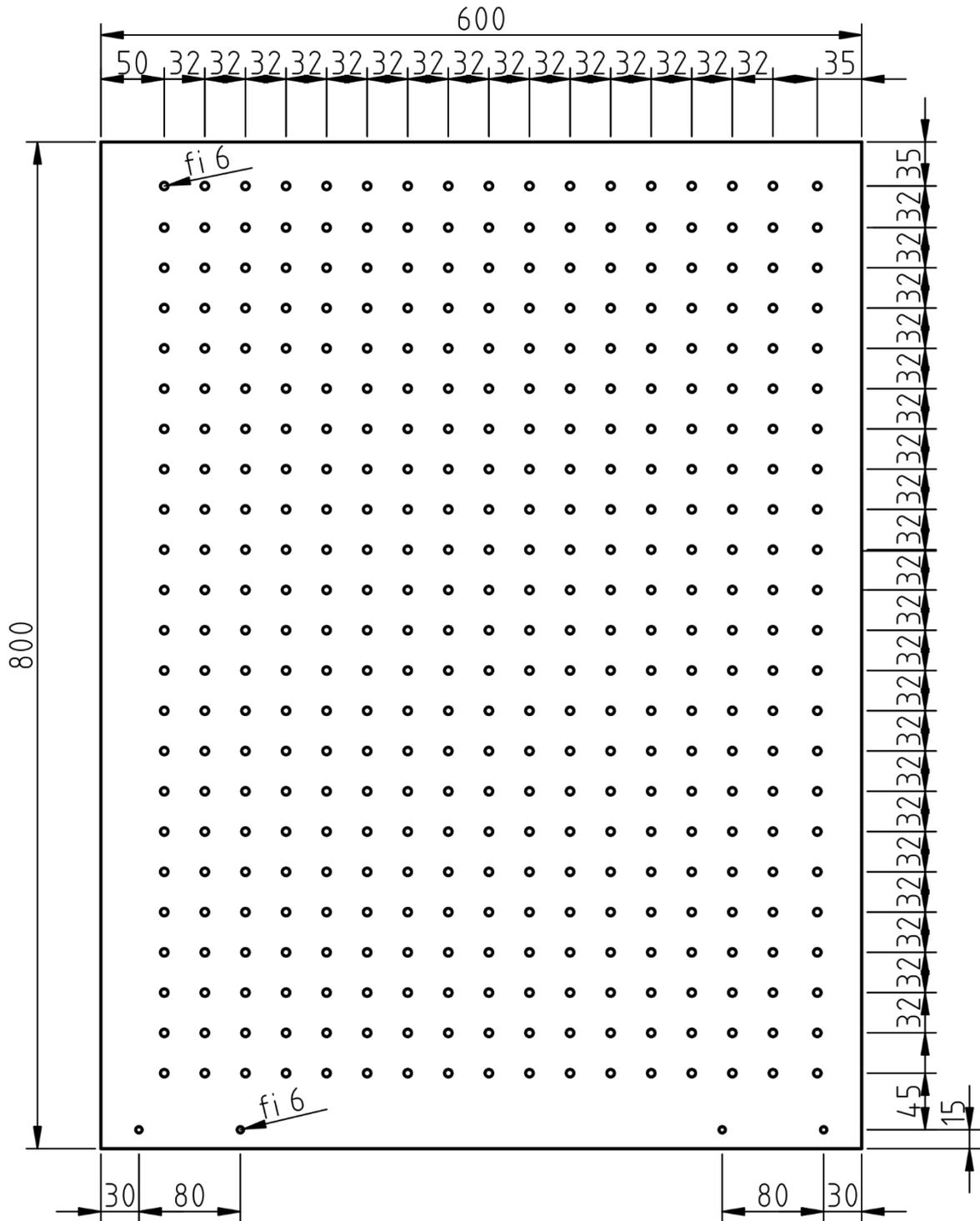
(UL, PeF, Move)

M 1:10

Platforma: spodnja plošča

t = 10

Vezana plošča, vse izvrtine so skoznjo.



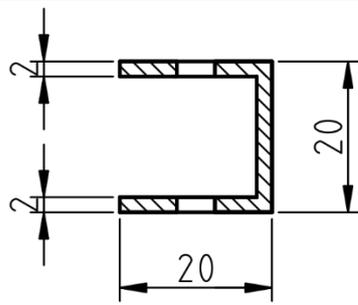
22.6.2017

Mitja Juvan

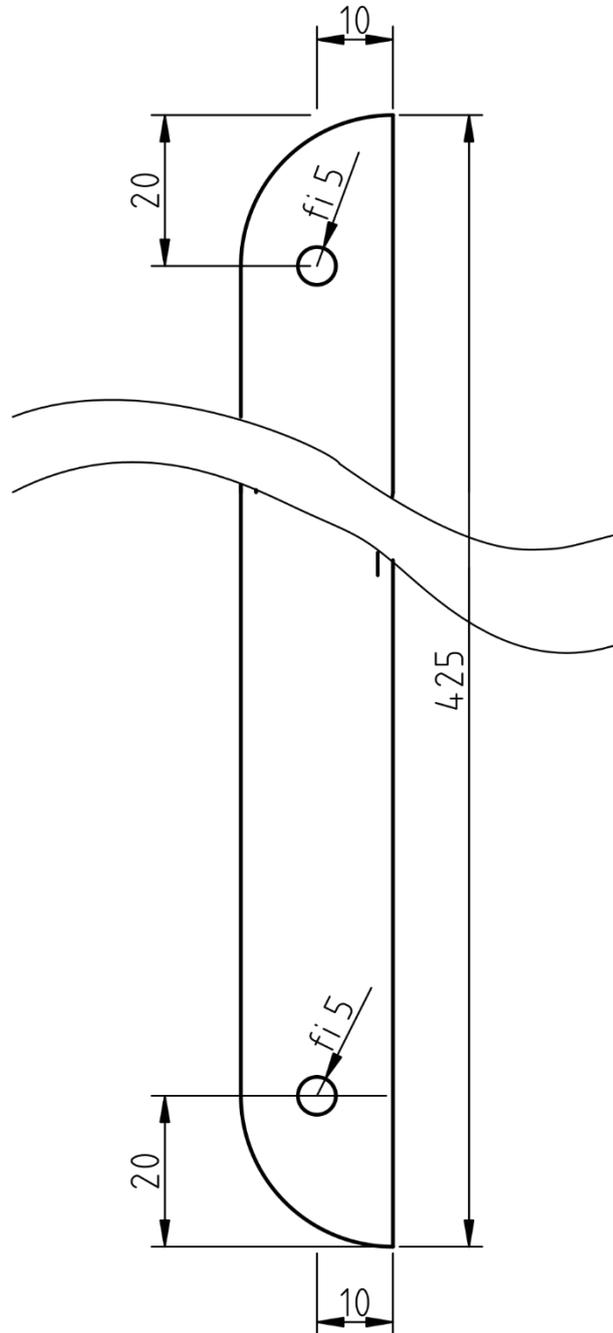
(UL, PeF, Move)

M 1:5

Platforma: nagnjena plošča



Pritrjeno na  
nagnjeno ploščo  
35 od vrha, ter  
280 od zunanjega  
robu naprave



Poliran aluminij

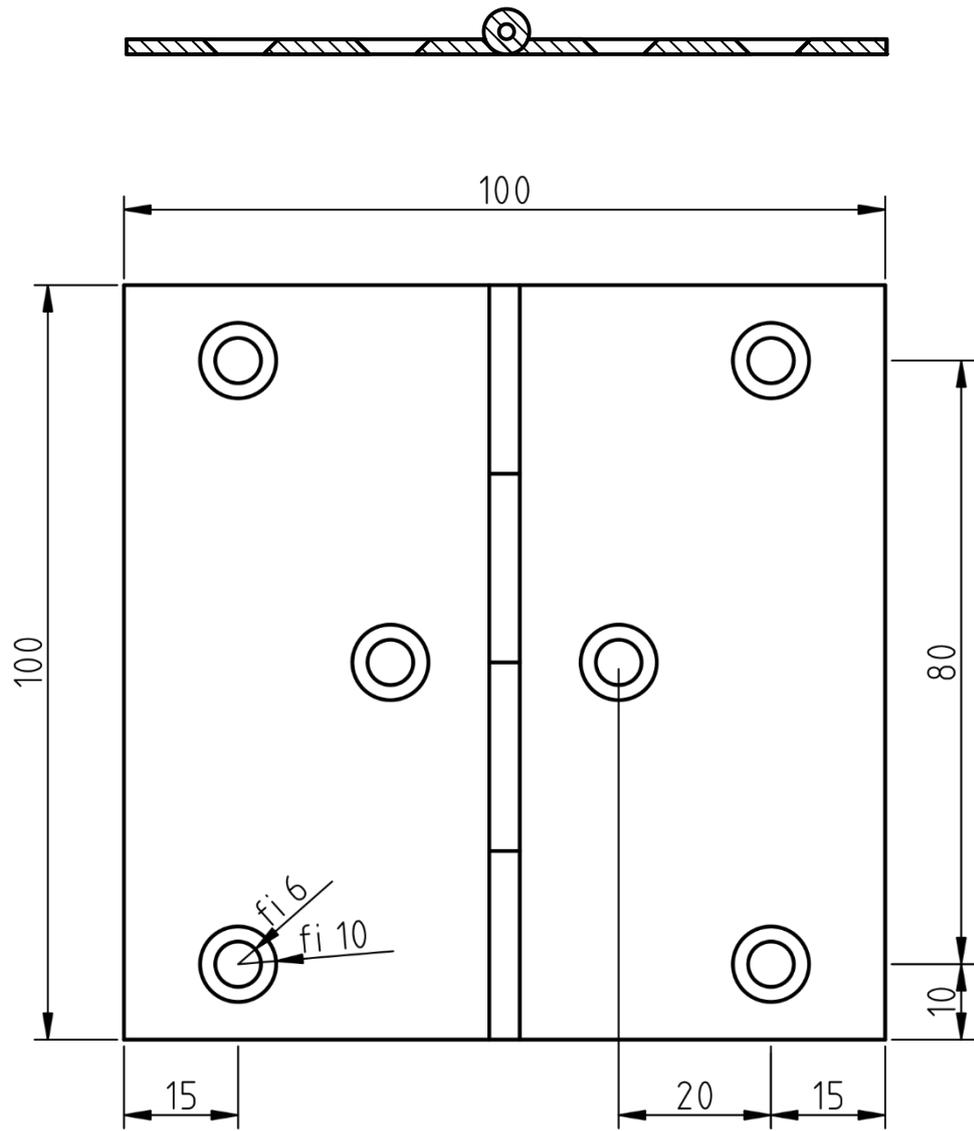
22.6.2017

Mitja Juvan

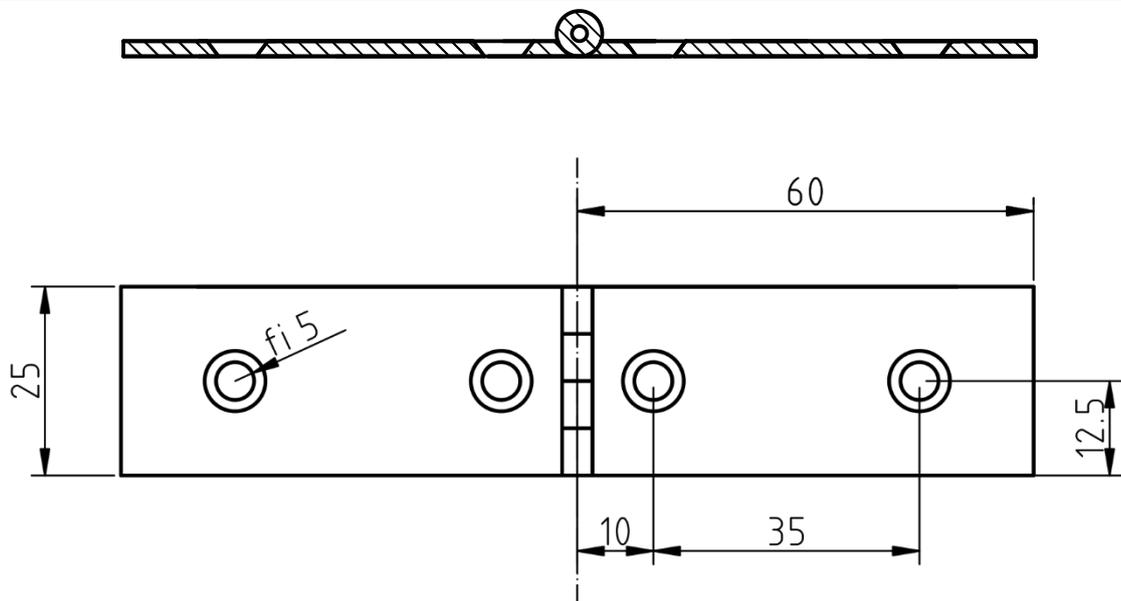
(UL, PeF, Move)

M 1:1

Platforma: vodilo



22.6.2017	Mitja Juvan (UL, PeF, Move)
M 1:1	Platforma: tečaja



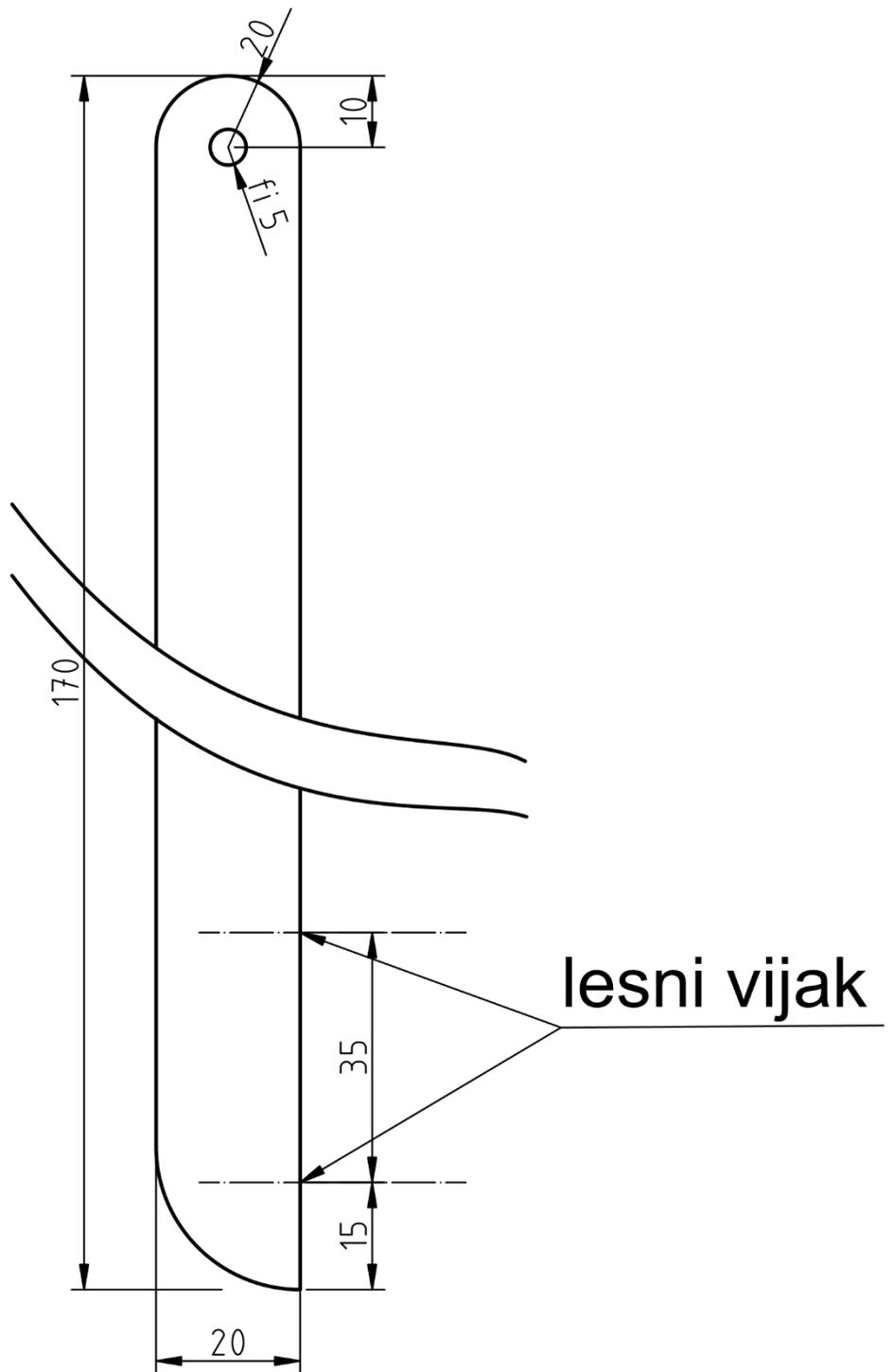
22.6.2017

Mitja Juvan (UL, PeF, Move)

M 1:1

Platforma: tečaj

t = 15



22.6.2017

Mitja Juvan

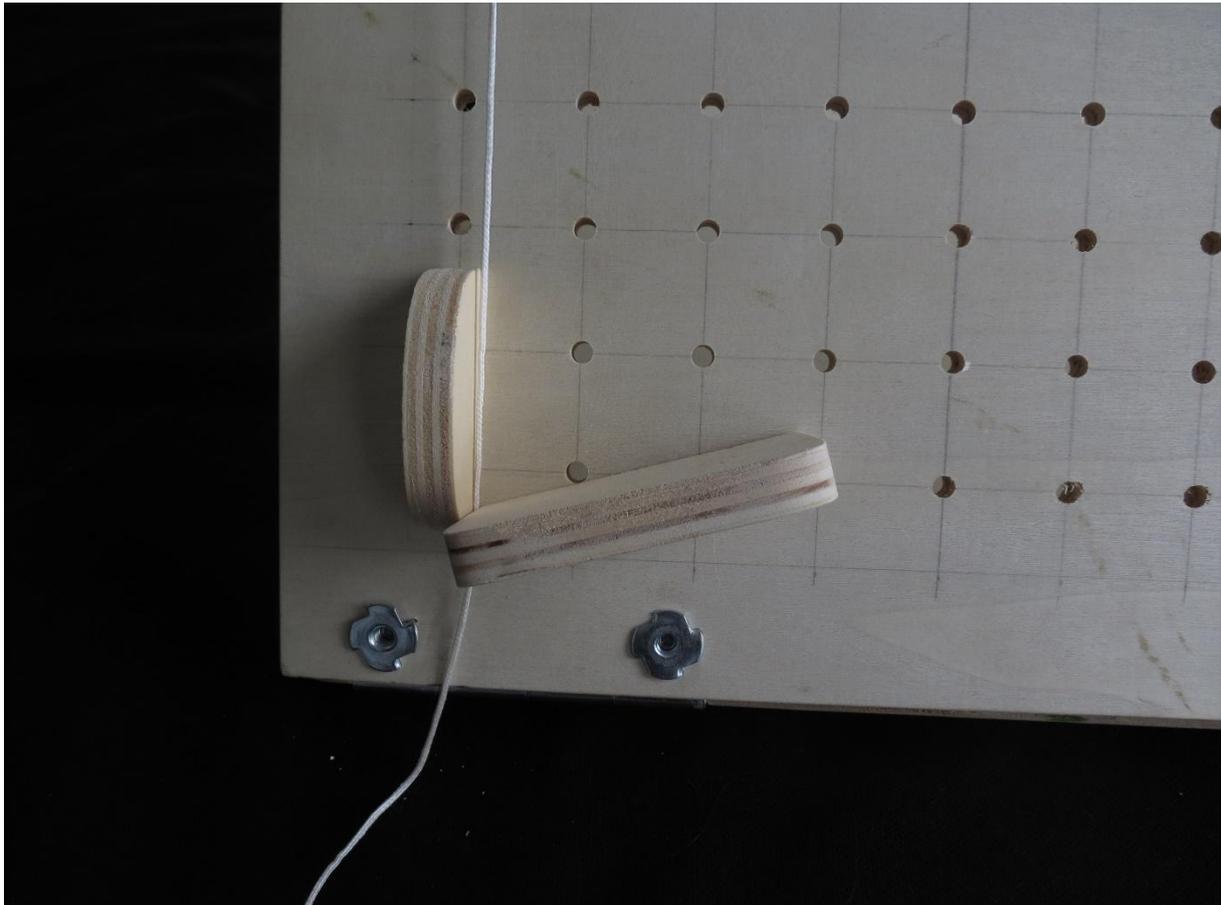
(UL, PeF, Move)

M 1:1

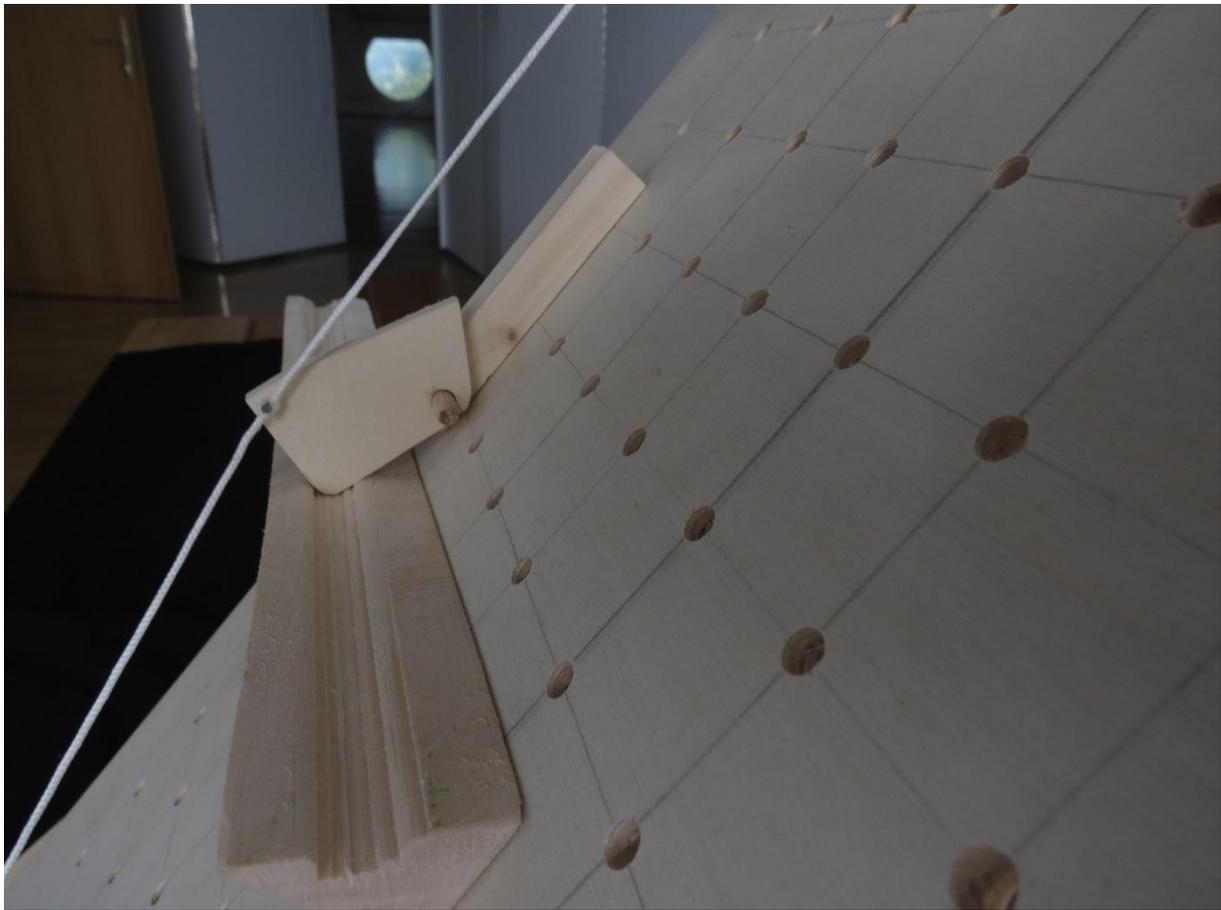
Platforma: letev

## Sprožilo

Sprožilo potrebujemo, da kroglica zapusti člen na pravi višini. Iz spodnjega dela nagnjene plošče prenese gibanje na višino 45 cm. Sprožilo je sestavljeno iz treh sklopov. Spodnjega, kjer prileti žogica in prenese preko vrvice sunek sile na zapornico, ki spusti žogico na pravi višini. Pri tem je potrebna dodatna sila uteži, ki pomaga dvigniti zapornico. Za manjše trenje v vrtilščih je potrebno z brusnim papirjem dodatno zbrusiti mozničke.



Slika 3: Spodnji del sprožila



*Slika 4: Srednji del sprožila*



*Slika 5: Držalo srednjega dela sprožila*



*Slika 6: Postavitev zgornjega dela sprožila*



*Slika 7: Zgornji del sprožila*



## Elementi klanca

Na klancu smo uporabili enostavne letvice prereza  $15\text{ mm} \times 15\text{ mm}$  različnih dolžin. Za pritrjevanje smo uporabili dva moznika. Na eno stran smo zalepili moznik, na drugo pa smo naredili zarezo dolžine nekaj centimetrov. Širina zareze je enaka premeru moznika, saj lahko tako letev montiramo pod različnimi koti.

Drug element je v obliki črke C izdelan na enak način kot ravna letev.

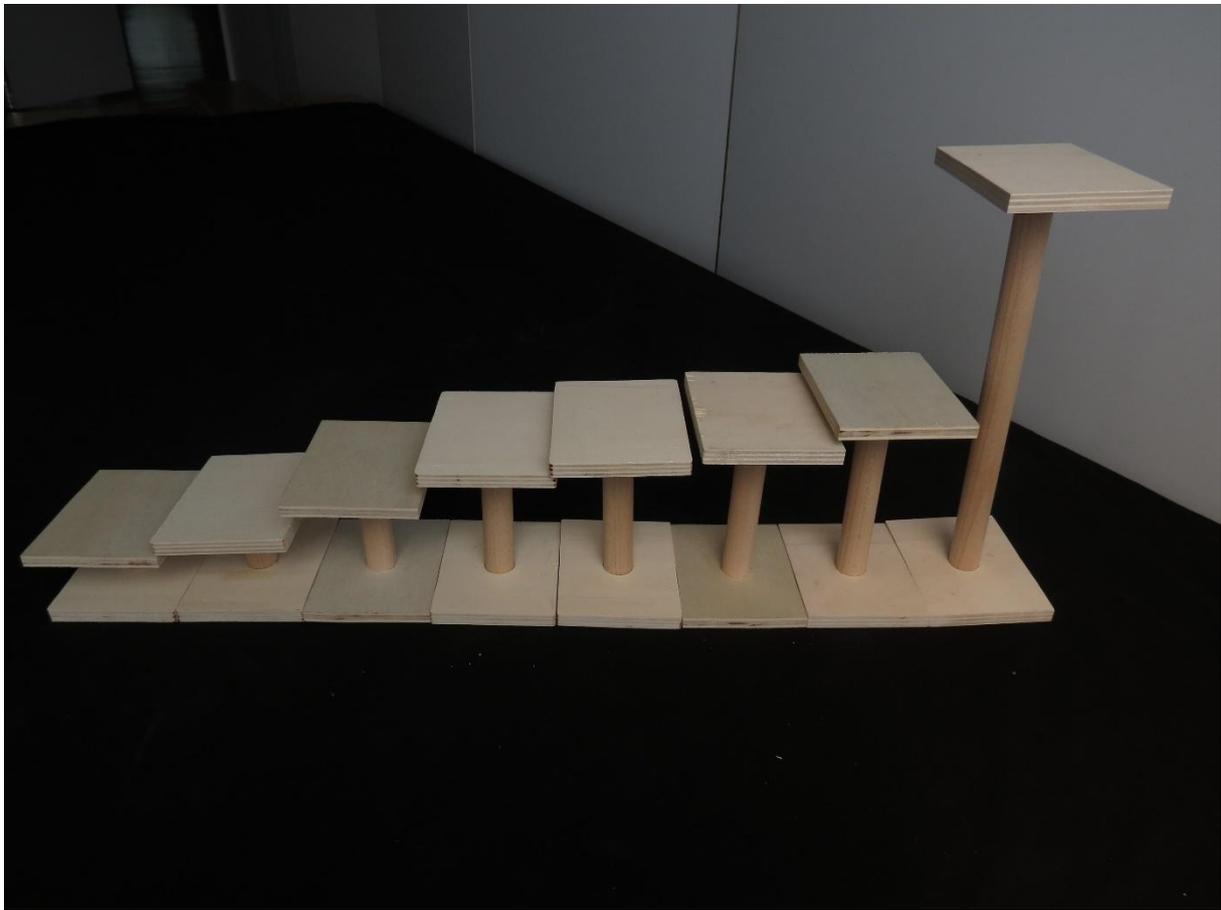
Tretji element pa je looping podan na Sliki 8. Možnih je več izvedenk različnih mer. Distančnike smo uporabili zaradi lažje montaže poklopca, kot tudi boljšega lovljenja kroglice.



Slika 8: Looping

## Elementi ravnega dela

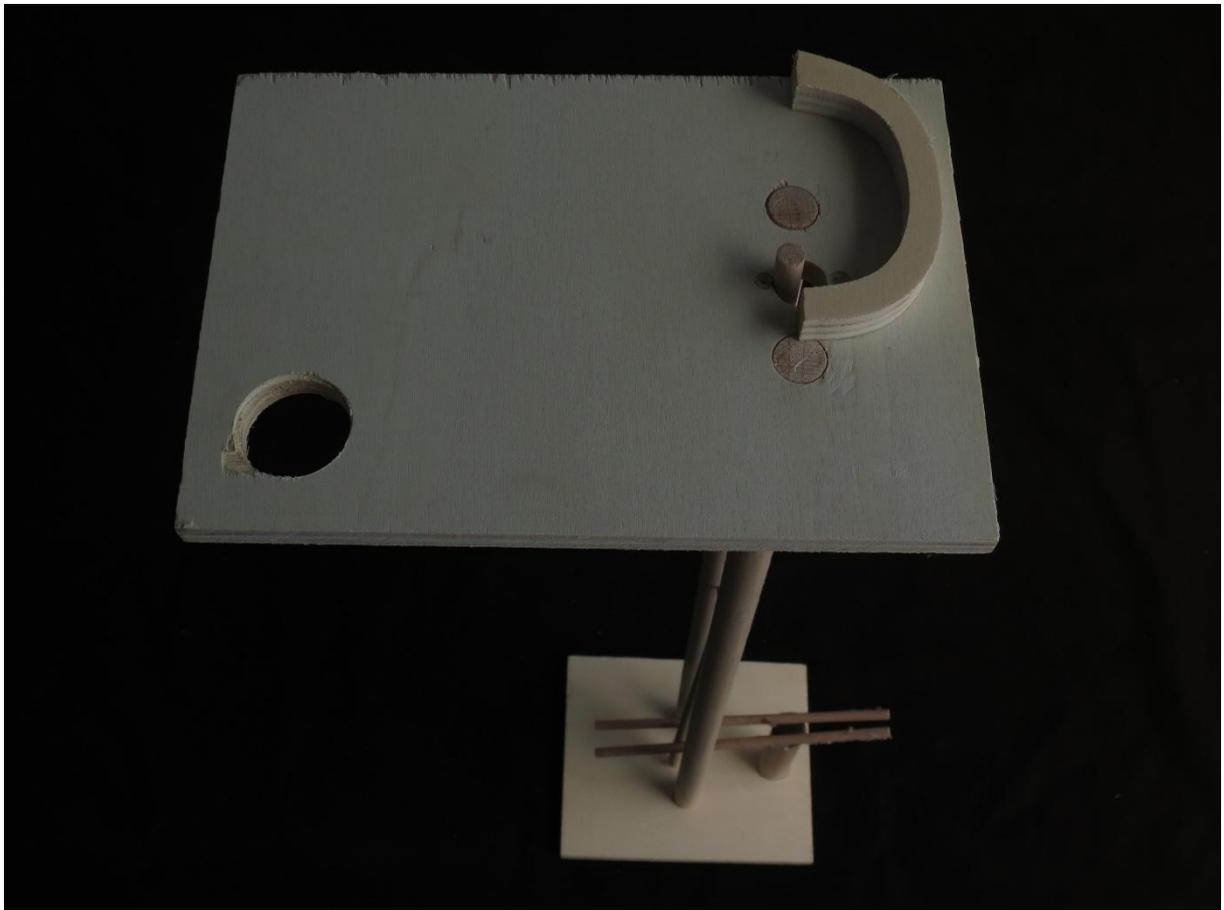
Elementi so izdelani pretežno iz vezane plošče in okroglih masivnih bukovih palic. Podstavki distančnikov so zaradi boljše stabilnosti izdelani iz kamna. Lesen del je nato vstavljen le s tesnim ujemanjem, brez lepljenja. Za magnetni top potrebujemo neodimski magnet v velikosti premera kovanca in debeline okrog  $1\text{ cm}$ .



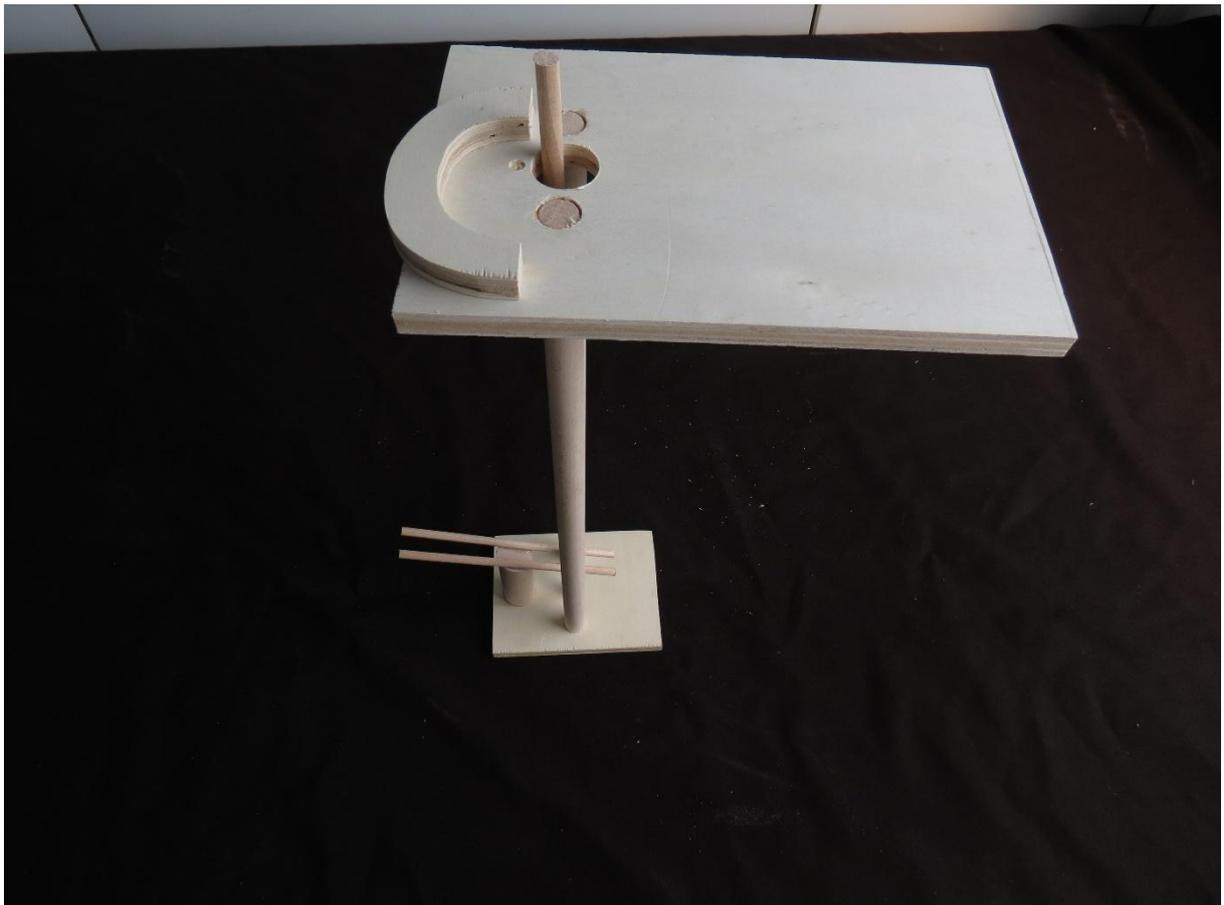
*Slika 9: Različno visoki distančniki*



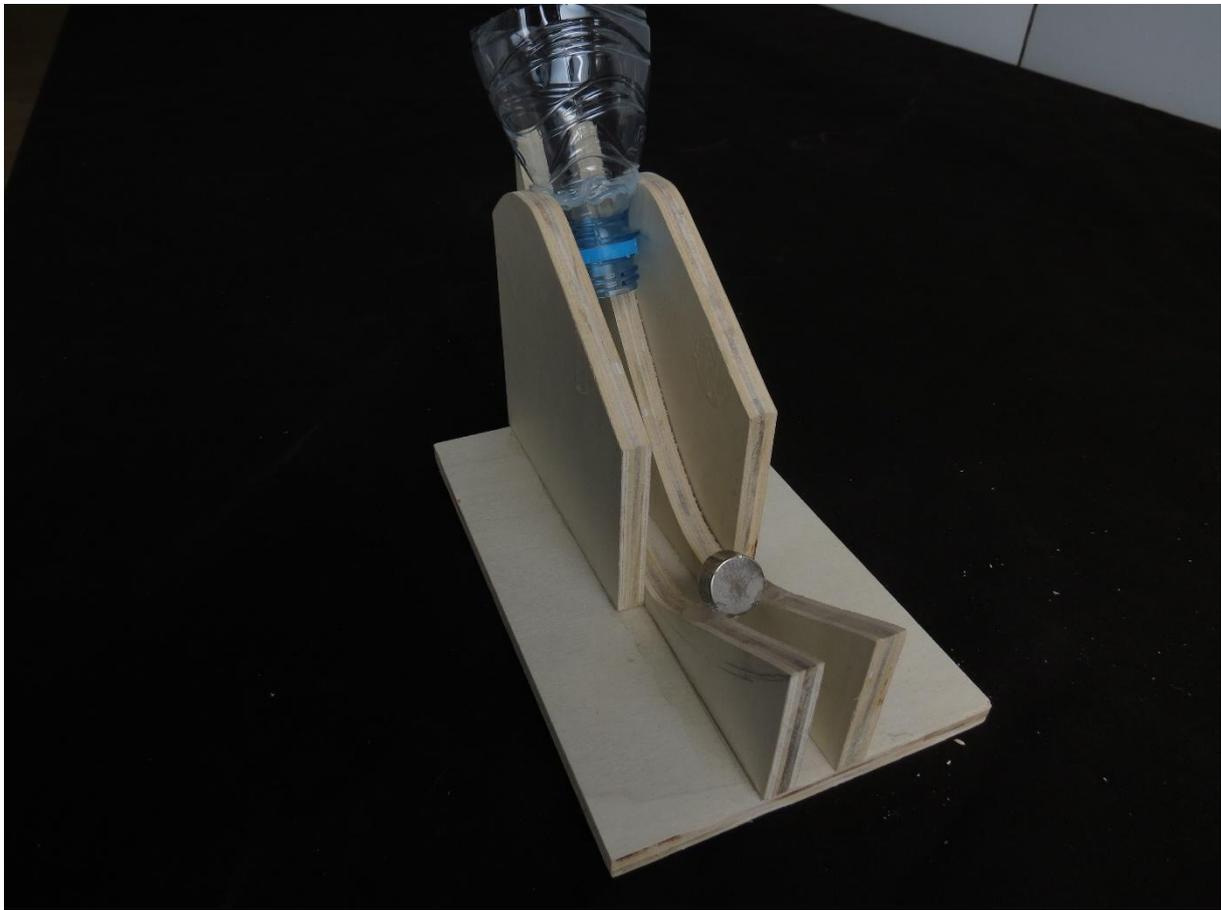
*Slika 10: Klanec*



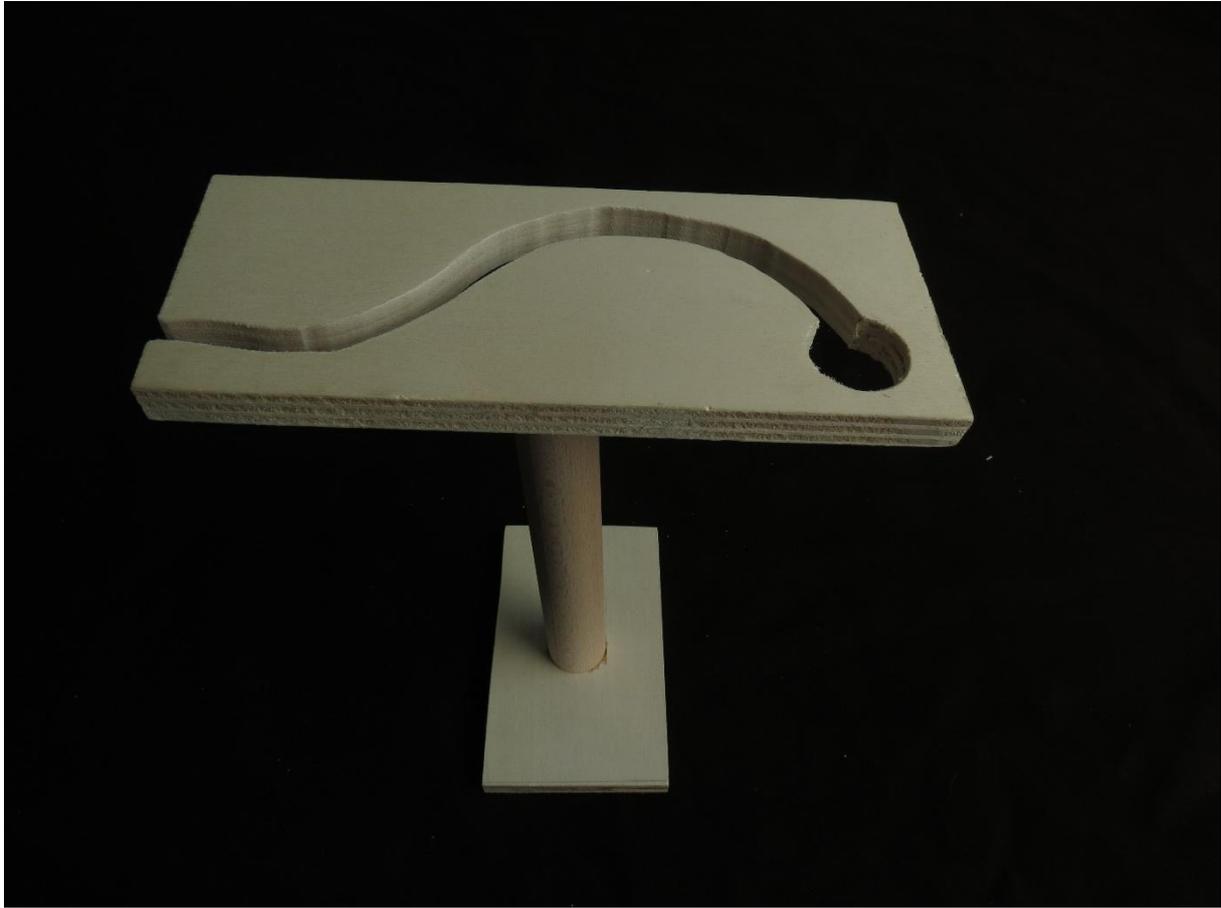
*Slika 11: Višje sprožilo*



*Slika 12: Nižje sprožilo*



Slika 13: Magnetni top

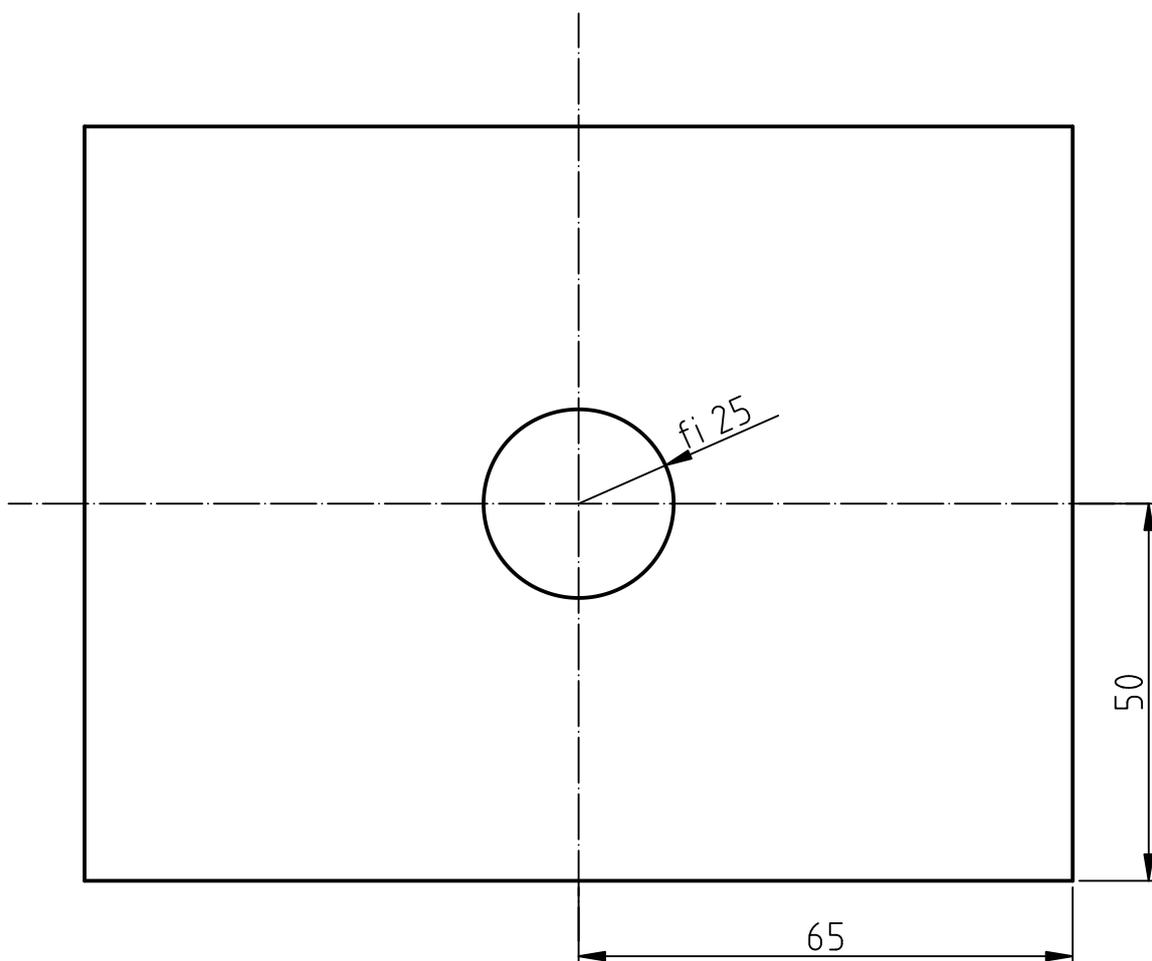


Slika 14: Vijuga



*Slika 15: Žleb*

# Kamen



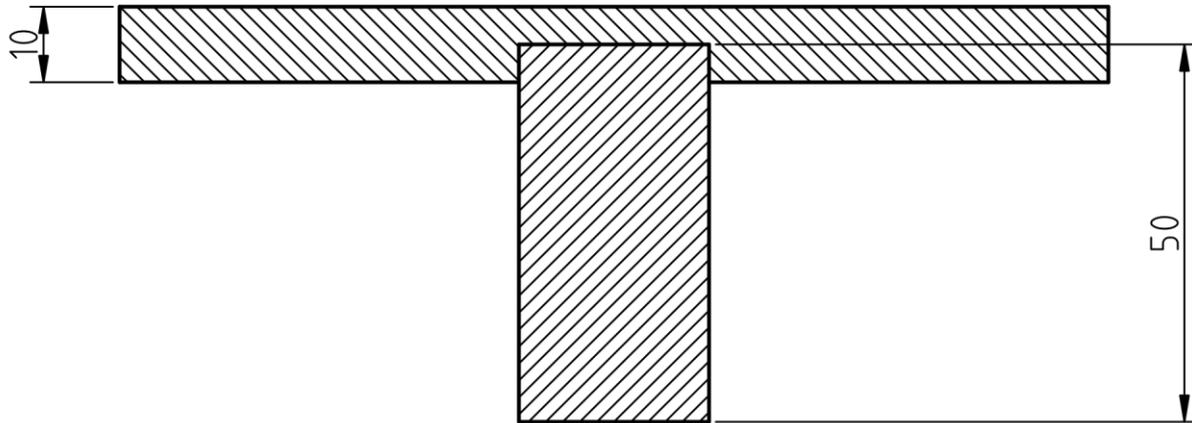
22.6.2017

Mitja Juvan

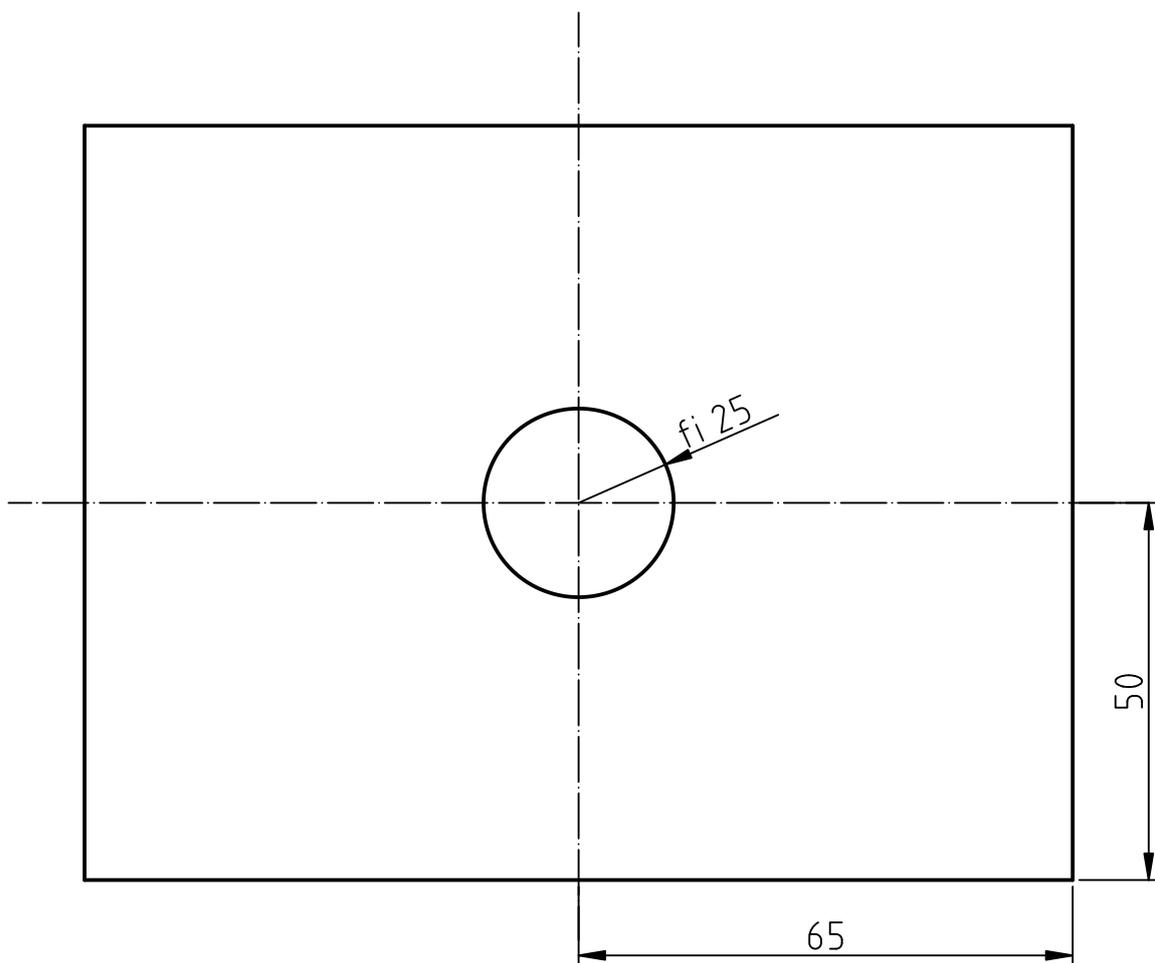
(UL, PeF, Move)

M 1:1

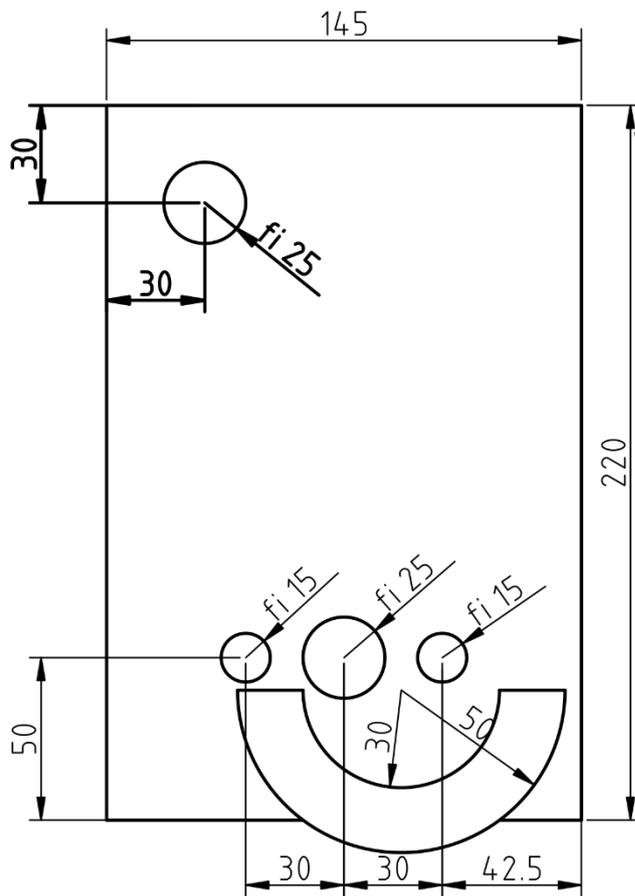
Platforma: podstavek



dolžine od 50 do 300 naraščajoče po 50

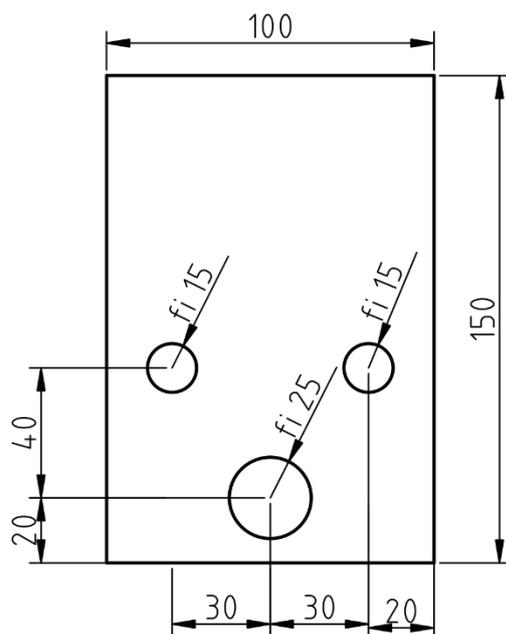


22.6.2017	Mitja Juvan (UL, PeF, Move)
M 1:1	Platforma: distančnik



$t = 10$

vse luknje skozi



- 2x palica fi 15 dolžine 580
- 2x palica fi 6 dolžine 125
- 1x palica fi 25 dolžine 75 odrezana pod kotom 33°
- 1x palica fi 8 dolžine 600 z vrtiščem na višini 300

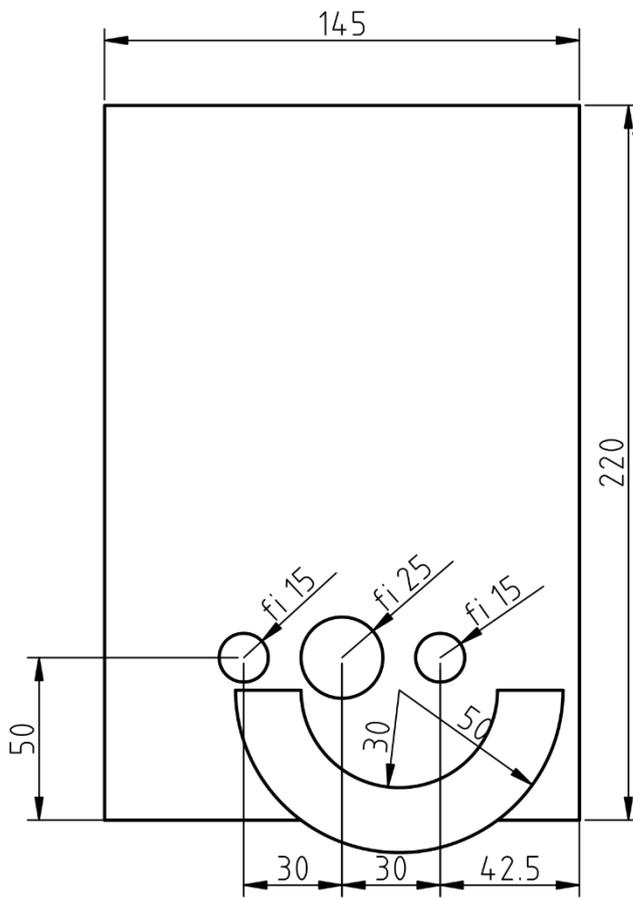
22.6.2017

Mitja Juvan

(UL, PeF, Move)

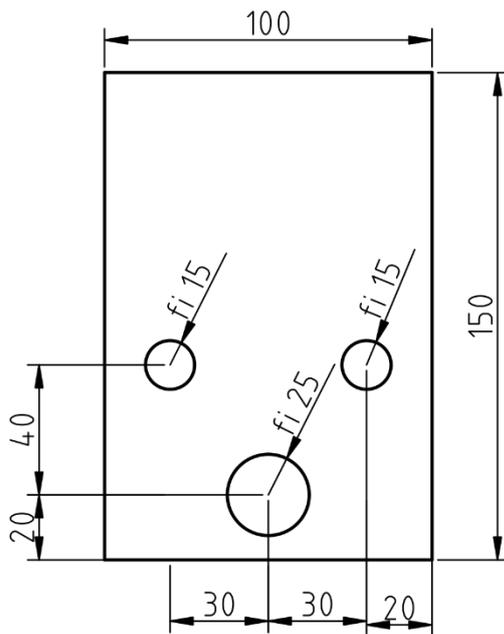
M 1:2

Platforma: višje sprožilo



$t = 10$

vse luknje skozi



- 2x palica fi 15 dolžine 430
- 2x palica fi 6 dolžine 125
- 1x palica fi 25 dolžine 75 odrezana pod kotom 33°
- 1x palica fi 8 dolžine 470 z vrtilščem na višini 200

22.6.2017

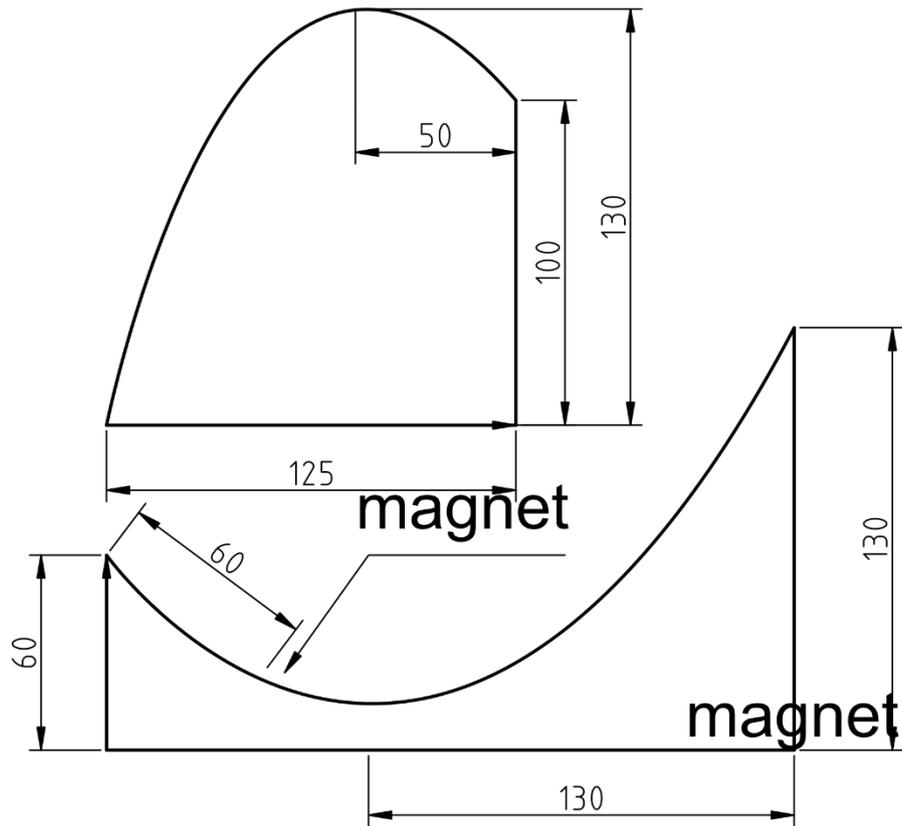
Mitja Juvan

(UL, PeF, Move)

M 1:2

Platforma: nižje sprožilo

t = 10



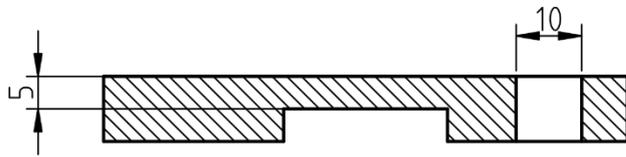
22.6.2017

Mitja Juvan

(UL, PeF, Move)

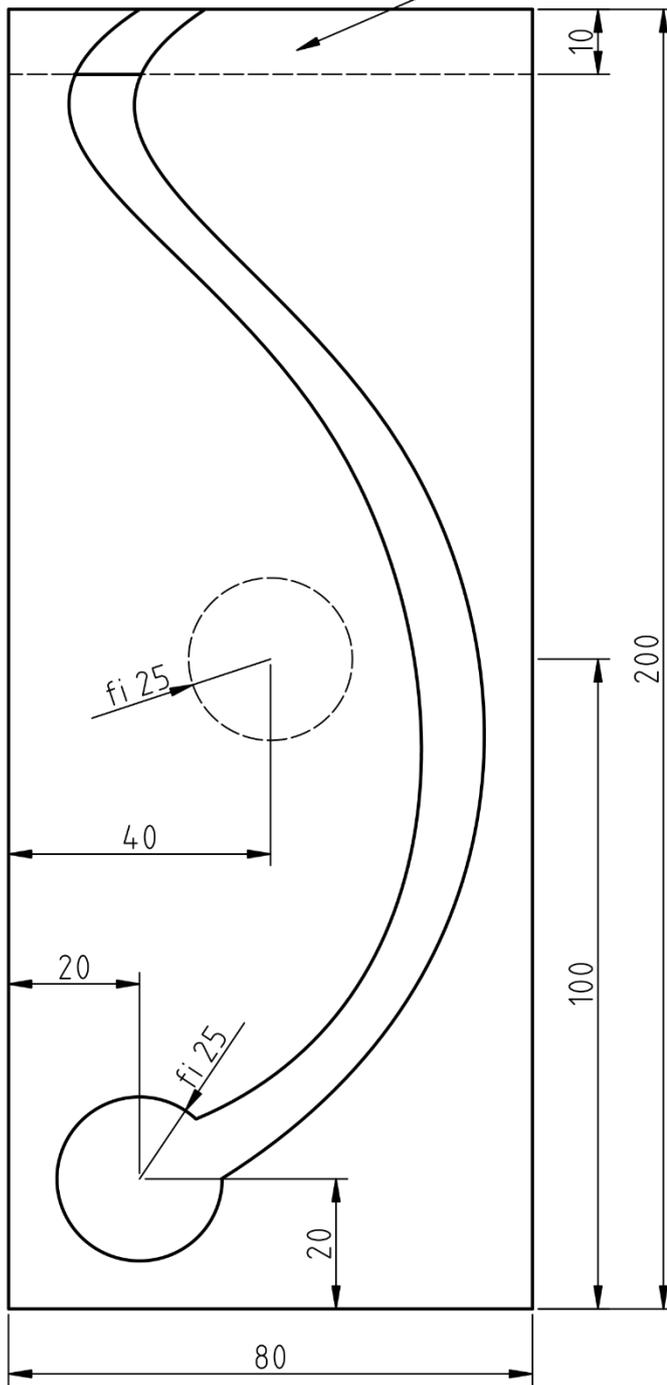
M 1:2

Platforma: magnetni top



t = 10

ojačitev 10 x 10 x 80



22.6.2017

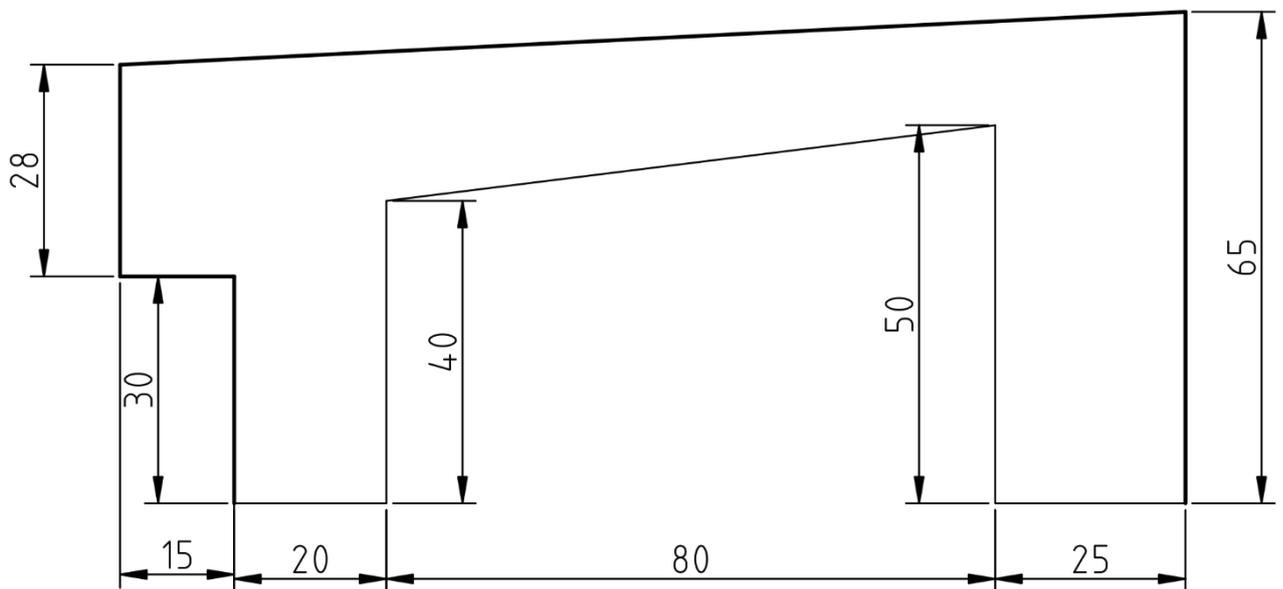
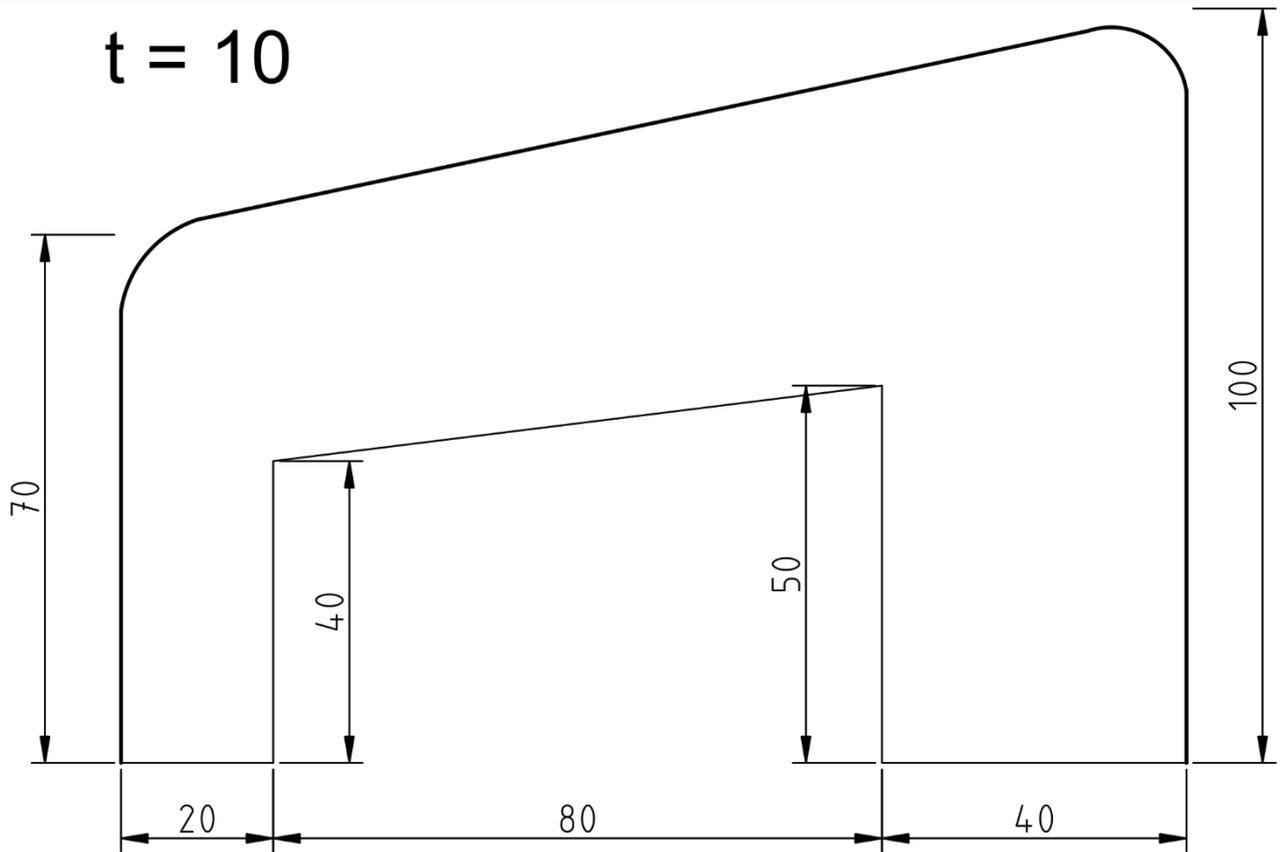
Mitja Juvan

(UL, PeF, Move)

M 1:1

Platforma: vijuga

t = 10



22.6.2017

Mitja Juvan

(UL, PeF, Move)

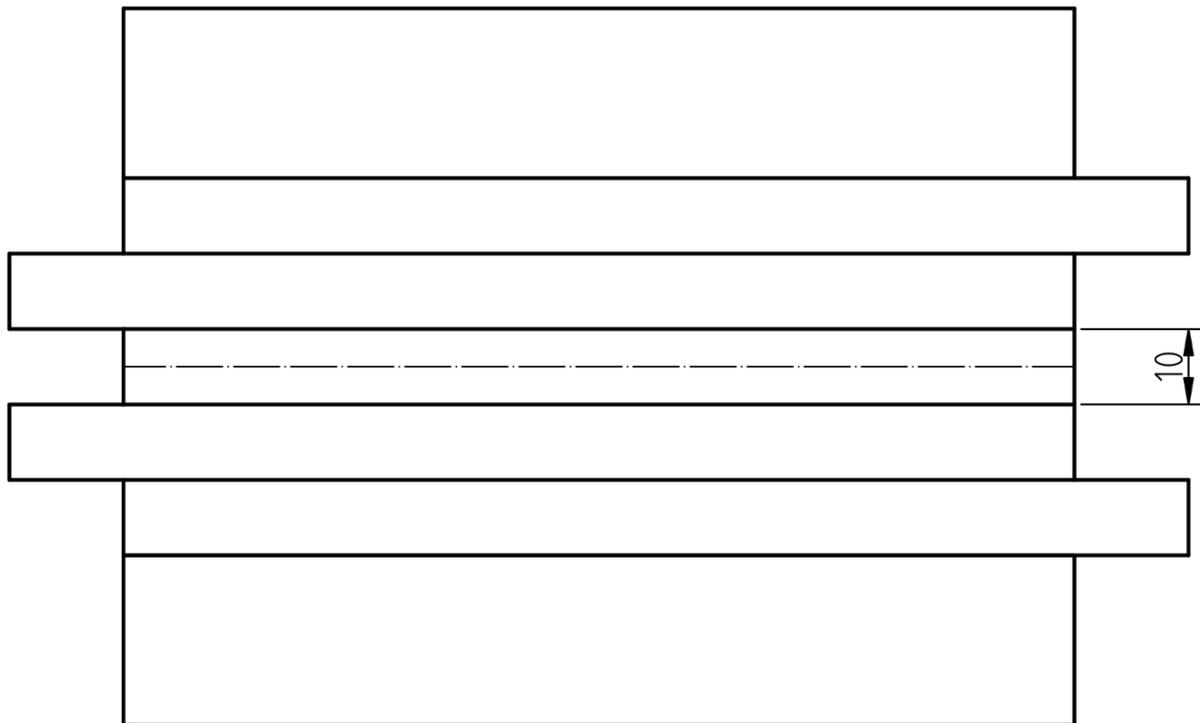
M 1:1

Platforma: žleb

$t = 10$



pogled sestavljenega žleba v tlorisu



22.6.2017	Mitja Juvan (UL, PeF, Move)
M 1:1	Platforma: žleb