



LJUDSKA UNIVERZA JESENICE

E – PRIROČNIK

# VERIŽNI EKSPERIMENT V VRTCU

## Vsebina

1.	SPLOŠNI DEL .....	2
1.1	Ime programa .....	2
1.2	Utemeljenost programa .....	2
1.3	Ciljna skupina programa .....	4
1.4	Cilji programa .....	5
1.5	Obseg aktivnosti .....	5
2.	POSEBNI DEL.....	6
2.1	Izvajalci Verižnega eksperimenta in njihova posebna znanja .....	6
2.2	Vsebina .....	6
2.2.1	Kaj je Verižni eksperiment? .....	6
2.2.2	Izvedba Verižnega eksperimenta v vrtcu? .....	6
3.	NAVODILA ZA IZDELAVO RAZLIČNIH VERIŽNIH ČLENOV .....	8
3.1	Navodila za izdelavo verižnega člana OLIMPIJSKE IGRE 2020 .....	8
3.2	Navodila za izdelavo verižnega člana VESELE FRNIKULE .....	17
3.2.1	Skrivnostne steze .....	22
3.2.2	Marjanca .....	26
3.2.1	Žerjav .....	28
3.1	Navodila za izdelavo verižnega člana NA STENI IN NA TLEH .....	30
3.1.1	Verižni eksperiment na steni .....	33
3.1.2	Verižni eksperiment na tleh .....	36
3.1.3	Spiralni klanec iz papirnatih krožnikov .....	39
3.2	Navodila za izdelavo verižnega člana SANKANJE NA KLANCU .....	44
3.2.1	Nosilni stebri .....	50
3.2.2	Ravna proga .....	51
3.2.3	Povezovalni člen .....	51
3.2.4	Ravna proga s pravokotnim izhodom .....	52
3.2.5	Proga v obliki S .....	52
3.2.6	Spiralna proga .....	53
3.2.7	Skakalnica in luping .....	55
3.2.8	Križišče in usmerjevalec .....	56
3.2.9	Vdrti stožec .....	58
3.2.10	Spirala na stožcu .....	59
3.2.11	Poševna strmina .....	60

## 1. SPLOŠNI DEL

### 1.1 Ime programa

Ime programa je **Verižni eksperiment v vrtcu**.

### 1.2 Utemeljenost programa

Potrebo po programu utemeljujemo takole:

Strategija Evrope 2020 za pametno, vzdržno in vključujočo rast poziva k razvoju spretnosti in posledično doseganju ekonomske rasti. Prvi izziv, ki ga naslavlja program, so slabo razvite temeljne tehnične spretnosti kar pri petini učencev v EU. Osnovna znanja so bistvena tako za učenje, pridobivanje specializiranih temeljnih veščin, kakor tudi za osebni razvoj. Okvir ET 2020 priznava vse večji pomen posameznih veščinam v dobi gospodarstva, ki temeljijo na znanju. Sedanja neuskklajenost znanj in spretnosti ogroža inovacijsko sposobnost EU. Povpraševanje po visokokvalificiranem kadru narašča, potreba po inženirjih je vse večja. Demografski trendi, tehnološki razvoj, digitalizacija, naraščajoči pritiski na okolje ter drugi globalni trendi zahtevajo stalno pridobivanje znanj in spretnosti za življenje skozi celotni življenjski cikel. Zato je pomembno, da učenje skozi vse življenje zajame čim širšo populacijo, pri čemer sta ključni kakovost in dostopnost, s posebno skrbjo za prikrajšane skupine. Učinkovit in kakovosten izobraževalni sistem, katerega namen je priprava posameznika na uspešno delo, kakovostno življenje in sodelovanje v družbi, je osnovni pogoj za konkurenčno gospodarstvo in družbeno blaginjo.

Ključno je povezovanje znanosti, izobraževanja in gospodarstva za izmenjavo in prenos znanja. Stopnja izobraženosti med mladimi strmo narašča, kar je z vidika zagotavljanja potreb gospodarstva, ki bo po napovedih v prihodnje čedalje bolj povpraševalo po visoko izobraženi delovni sili, pozitiven trend. Vendar pa so med ponudbo in povpraševanjem po delovni sili številna strukturna neskladja.

Ta so posledica vrzeli med pridobljenimi znanji in spretnostmi ter različnimi potrebami delodajalcev, kar vodi v neučinkovito alokacijo delovne sile. To ovira povečevanje produktivnosti, odpira vprašanja uporabe spretnosti, hkrati pa pomeni tveganje za beg možganov. Zmanjševanje vrzeli v znanju in spretnostih prispeva tudi k nižjemu tveganju socialne izključenosti posameznikov.

Tehnološki razvoj prinaša čedalje hitrejša spremembe v gospodarstvu s spremembo proizvodnih procesov in poslovnih modelov ter ustvarjanjem novih proizvodov in storitev. Nekateri tradicionalni poklici izginjajo, nastajajo pa novi poklici in nova delovna mesta, ki zahtevajo nova znanja in veščine.

Razvijanje osnovnih tehničnih, matematičnih, znanstvenih spretnosti pri predšolskih otrocih so dober temelj na katerem otroci gradijo kakovostno znanje, ki temelji na razumevanju, in njihovih izkušnjah. Otroci ob vodenem raziskovanju svoje zamisli primerja z novimi, drugačnimi izkušnjami, razmišlja o naravnih pojavih, o predmetih, snoveh. Pri tem raziskovanje v predšolskem obdobju ne more in ne sme 'iti mimo' poznavanja intuitivnih pojmov, otrokovih naivnih predstav in razlag pojavov in procesov, ki potekajo in so sestavni del naravnega okolja. Če želimo razvijati otrokove temeljne tehnične spretnosti jih spodbujati pri odločanju za inovacije, potem jim moramo nuditi možnost eksperimentiranja, tako da bodo izpostavljeni izzivom in večino dela opravili samostojno. Eksperimentalno delo otrokom omogoča, da s pomočjo svojih zamisli nadgradijo svoje znanje in pridobivajo nove spretnosti. Na ta način je možno doseči višjo stopnjo zanimanja otrok za naravoslovje, ne le med kasnejšim osnovnošolskim šolanjem, temveč tudi pri izbiri in odločitvi za usmerjenost v tehnične poklice.

Drugi izziv, ki ga obravnava program, je hitro staranje prebivalstva. Generacijska vrzel je opredeljena kot globoka kulturna vrzel med generacijami. Večgeneracijsko učenje pa je eno najpomembnejših načinov za premagovanje te vrzeli in vodi v solidarnost ter zaupanje.

Medgeneracijsko sodelovanje je nastalo kot pobuda zaradi vse večjih razlik med generacijami, ki vodijo v vse bolj opazno medsebojno nepoznavanje mlajših in starejših generacij. Velike razlike v znanju in vrednotah namreč lahko pomenijo vse večji prepad med generacijami, hkrati pa ovirajo pretok znanja, ki bi obogatil tako ene kot tudi druge. Prizadevanja, da bi starejše čim dlje obdržali v položaju socialne vključenosti, zahteva sobivanje ljudi različnih starosti in sožitje različnih generacij.

Za razliko od sožitja in solidarnosti, pomeni sodelovanje med generacijami aktivno in enakovredno delo z namenom doseganja istih ciljev. Generacije tako preko sodelovanja pri opravilih, projektih, nalogah ustvarjajo trdne in vredne vezi ter poznanstva, ki koristijo vsem sodelujočim. Zato je pomembno, da se že danes potrudimo pri ustvarjanju okoliščin, kje se generacije srečujejo kot enakovredni akterji.

Razvoj Slovenije bo v prihodnje močno odvisen od sposobnosti njenega odzivanja in prilagajanja na trende in izzive v globalnem okolju. Trendi kažejo na korenite spremembe zlasti v demografskih gibanjih, pritiskih na ekosisteme, tekmovalnosti za svetovne vire in gospodarskem razvoju. Sodelovanje in povezanost na svetovni, evropski in nacionalni ravni ter čezmejno sodelovanje so tako čedalje pomembnejši. Slovenija postopoma napreduje na področju kakovosti življenja in gospodarskega razvoja, zmanjšujejo se tudi nekateri pritiski na okolje. Kljub temu na številnih področjih gospodarskega, družbenega in okoljskega razvoja precej zaostaja za najrazvitejšimi državami, pri čemer so zaostanki posameznih regij različni. Nadaljnje razvojne možnosti tako omejujejo nizka produktivnost, neprilagojenost demografskim spremembam, nadaljnje čezmerno obremenjevanje okolja in nizka učinkovitost države pri spodbujanju razvoja. Izjemno pomembna za izrabo razvojnih potencialov je tudi vpetost Slovenije v mednarodno poslovno in družbeno-politično okolje.

Demografske spremembe v Evropski uniji (EU) bodo v naslednjih desetletjih verjetno zelo pomembne, saj velika večina modelov za prihodnje demografske trende kaže, da se bo prebivalstvo EU še naprej staralo zaradi stalno nizke stopnje rodnosti in daljše življenjske dobe. Čeprav ima migracija pomembno vlogo pri populacijski dinamiki evropskih držav, sama skoraj zagotovo ne bo popolnoma spremenila trenutnega trenda staranja prebivalstva, s katerim se soočajo številna območja EU. Socialne in gospodarske posledice, povezane s staranjem prebivalstva, bodo verjetno občutno vplivale na Evropo tako na nacionalni kot na regionalni ravni. Zaradi nizkih stopenj rodnosti se bo na primer zmanjšalo število študentov, ki se izobražujejo, zmanjšalo se bo število delovno aktivnih oseb, ki bi podpirale ostalo prebivalstvo, in zvišal se bo delež starejših oseb (nekateri izmed njih bodo potrebovale dodatno infrastrukturo, storitve zdravstvenega varstva in prilagojena stanovanja). Te strukturne demografske spremembe bi lahko vplivale na zmogljivost vlad, da povečajo davčne prihodke, uravnotežijo svoje finance ali zagotovijo ustrezne pokojnine in storitve zdravstvenega varstva.

Slovenija se sooča z demografskimi spremembami, ki bodo imele velik vpliv na prihodnji razvoj družbe in kakovost življenja. Kažejo se v povečevanju števila starejših od 55 let, nizki rodnosti in v zmanjševanju prebivalstva v starostni skupini 20–64 let, kar je sedanja opredelitev delovno sposobnega prebivalstva. Glede na projekcije v zvezi s prebivalstvom se bo proces njegovega staranja v prihodnje še pospešil, delež prebivalstva, starejšega od 65 let, pa se bo s približno 19 % v letu 2017 do leta 2060 povečal na približno 30 %. Demografske spremembe torej vodijo v relativno hitro zmanjševanje zmogljivosti aktivnega prebivalstva, kar zaradi pomanjkanja ustrezne delovne sile lahko tudi pomembno zmanjša sposobnost za hitrejši gospodarski napredek, ki je pogoj za nadaljnje izboljšanje življenjskega standarda prebivalstva.

### **1.3 Ciljna skupina programa**

Verižni eksperiment v vrtcu je namenjen:

#### **a.) Predšolskim otrokom,**

ki že v predšolskem obdobju ob medgeneracijskem sodelovanju, usvajajo osnovne tehnične, znanstvene spretnosti, s katerimi razvijajo zanimanja za tehnične poklice. Otrok je v obdobju do 6. leta starosti na tako imenovani predoperativni stopnji. To je čas, ko razvije sposobnost načrtovanja svojih dejanj in že lahko predvideva kaj se bo zgodilo z nekim predmetom, spoznavni razvoj pa zajema bistvene spremembe v razvoju spomina. Zato je pridobivanje osnovnih tehničnih, matematičnih, znanstvenih spretnosti otrok v tem obdobju zelo pomembno, saj je tudi pomnjenje večje. Preko sodelovanja z upokojenimi mentorji otroci pridobivajo pomembne medgeneracijsko komunikacije spretnosti, ki spodbuja pozitiven odnos z starejšimi. Tako predšolski otroci kot upokojeni mentorji, pa se povezujejo v dragoceni izkušnji učenja drug od drugega. Medgeneracijsko sodelovanje je pomemben vidik učenja, v katerem predšolski otroci prevzemajo določene izkušnje in znanje starejših ter doživljajo prijetne skupne trenutke. Otroci pa s svojo igrivostjo, neposrednostjo in odprtostjo, prispevajo k izboljšanju kvalitete življenja starejših.

#### **b.) Starejšim mentorjem,**

ki bodo pridobili znanje s področja predšolske vzgoje in otroške pedagogike, kar jih bo opolnomočilo za mentorstvo predšolskih otrok. Imeli bodo priložnost pridobivati novo znanje in praktične spretnosti hkrati pa izmenjevati dobre prakse in vpeljevati inovacije v člene Verižnega eksperimenta. Povezovanje in sodelovanje med generacijami povečuje medgeneracijsko sožitje ter medsebojno razumevanje. Izmenjava in prenos izkušenj ter znanj, medsebojna pomoč, druženje, učenje in širjenje socialne mreže pripomore tudi k večji socialni vključenosti starejših in zmanjšanje njihove osamljenosti. Starejši mentorji se ob primernem usposabljanju za kakovostno življenje v pokoju, spontano odločajo za prostovoljne ure in vključitev v katero od aktivnosti, ki razvija, nadgrajuje njihove interese, hobije.

#### **c.) Vzgojiteljem v vrtcu,**

ki bodo pridobili spretnosti za izdelavo člena. Usvajali bodo tako teoretično kot praktično znanje o medgeneracijskem sodelovanju le –to pa jim bo omogočilo uvajanje različnih medgeneracijskih dejavnosti v vrtcu. Pridobili bodo veščine in kompetence za sodelovanje z organizacijami za izobraževanje odraslih in društvi upokojencev, ter pridobivali znanje kako spodbujati uvajanje prostovoljnega dela v vrtčevske aktivnosti.

Odkrivanje novih, inovativnih metod za motiviranje starejših mentorjev za aktivno vključevanje v predšolske dejavnosti pa bo pripomoglo k krepitvi medgeneracijskega sodelovanja. Za razvijanje prijateljskih odnosov med generacijami ima vrtec kot institucija pomembno vlogo. Ob pomoči strokovnih delavcev, ki s čutom za vzgojo poskrbijo za interakcijo otrok z starejšimi občani, se mimogrede izoblikujejo povsem nove oblike sožitja generacij in odnosov.

#### **d.) Izobraževalcem odraslih.**

Tudi izobraževalci odraslih bodo pridobivali znanje in praktične spretnosti za izdelavo člena Verižni eksperiment. Razvijali bodo kompetence za delo s predšolskimi otroki, starši in starimi starši, ter krepili medgeneracijsko sodelovanje, ki je pomembno za obstoječe in nadaljnje delo s tema dvema ciljnim skupinama. Izobraževalci odraslih z vključevanjem v aktivnosti Verižnega eksperimenta, pridobivajo pomembne izkušnje za sodelovanje z vrtci in nevladnimi organizacijami. Povezovanje z društvi upokojencev pomembno širi mrežo

prostovoljcev, saj so prav njihove življenjske izkušnje in znanje eden izmed temeljev s katerim bogatimo delovanje organizacije izobraževanja odraslih ter dosegamo različne ciljne skupine.

Izobraževalci odraslih bodo primere dobre prakse Verižnega eksperimenta lahko širili med druge izobraževalce odraslih, kar bo povečalo število in kakovost medgeneracijskih dejavnosti v organizacijah za izobraževanje odraslih in število mentorjev prostovoljcev.

#### **1.4 Cilji programa**

- razvijati matematične, znanstvene in ročne spretnosti pri predšolskih otrocih, jih seznanjati z fiziološkimi pojavi in jih preko usvojenega znanja navduševati za tehnične poklice.
- spodbuditi starejše mentorje, vzgojitelje in izobraževalce odraslih, da pri predšolskih otrocih povečajo zanimanje za tehnične poklice.
- razvijanje komunikacijskih spretnosti in pozitivnega odnosa do starejših ter spodbuditi učenje drug od drugega in tako krepiti medgeneracijsko sodelovanje.
- spodbujati razvoj prostovoljstva med starejšimi in preprečevati zdrs v socialno izključenost.
- ozaveščati o pomembnosti trajnostnega razvoja, saj pri izdelavi verižnih členov spodbujamo k ponovni uporabi različnih materialov.
- širiti Verižni eksperiment v vrtcu, kot primer dobre prakse medgeneracijskih dejavnosti, ki povezujejo področje izobraževanja odraslih in predšolske vzgoje.

#### **1.5 Obseg aktivnosti**

Program traja 60 ur.

Priporočeno je, da se ure programa razporedijo znotraj posameznega šolskega leta. Delavnice naj potekajo enkrat tedensko, največ 1,5 ure.

Za lažje načrtovanje lahko ure porazdelite glede na posamezen sklop izdelave člena (npr. 15 ur/ člen).

## 2. POSEBNI DEL

### 2.1 Izvajalci Verižnega eksperimenta in njihova posebna znanja

**Starejši mentorji** verižnega eksperimenta, ki imajo strokovna znanja fizike, matematike, tehnike in naravoslovja ter imajo znanje s področja pedagogike. Kot mentorji delujejo lahko tudi drugi starejši, ki imajo dobro razvite ročne spretnosti in jih navdušuje delo z otroki.

**Vzgojitelji v vrtcu**, ki imajo znanja iz načrtovanja, organizacije in izvajanja vzgojno-izobraževalnega dela, dela s starši, starimi starši. Potrebujemo temeljno znanje predšolske pedagogike in razumevanje otrokovega razvoja. Prav tako morajo imeti znanja s področja motivacije predšolskih otrok.

**Izobraževalci odraslih**, ki imajo znanja s področja poznavanja ciljnih skupin (npr. značilnosti ciljne skupine starejših), s področja medgeneracijskega sodelovanja, s katerim povezujejo vzgojitelje in ciljno skupino starejših. Izobraževalci odraslih naj bodo opremljeni tudi z znanji za spremljanje in prepoznavanje izobraževalnih potreb ter prilagoditev izobraževalne ponudbe.

## 2.2 Vsebina

### 2.2.1 Kaj je Verižni eksperiment?

Verižni eksperiment je skupek naprav, ki se poganjajo ena za drugo, tako da prejšnja naprava sproži delovanje naslednje, po principu podiranja domin. Povezovalni člen med napravami verižnega eksperimenta je standardizirana kovinska kroglica, premera 2 cm. Kroglica, ki potuje med sosednjima elementoma, se po koncu delovanja ene naprave odkotali do sosednje naprave in sproži njen »eksperiment«. VERIŽNI EKSPERIMENT je poimenovan zato, ker so naprave med seboj sklenjene v verigo.

Verižni eksperiment izvajamo lahko v različnih okoljih: v učilnici, na igralnih površinah, na šolskih taborih, tudi na javnih prireditvah. S kančkom domišljije lahko uporabimo vsak teren za postavitve verižnega eksperimenta v naravi.

### 2.2.2 Izvedba Verižnega eksperimenta v vrtcu?

Priporočamo, da v aktivnosti verižnega eksperimenta vključite otroke iz drugega starostnega obdobja, starih 5 let, ki so tik pred vstopom v šolo. Fina motorika, sposobnost zaznavanja in razvoj intelektualnih sposobnosti so razviti do te mere, da lažje sodelujejo pri danih opravilih, kot mlajši predšolski otroci.

Delovanje verižnega eksperimenta otrokom najprej čim bolj predstavimo. Najbolj uspešni bomo, če jim fizikalne pojave prikažemo preko igre s pripomočki, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju in jih otroci poznajo. Tako si bodo lažje zapomnili povezavo vzrok- posledica, kasneje, ko bomo člene izdelovali, pa bodo otroci lažje sodelovali. Povezanost verižnega člena lahko prikažemo na različne načine. Lahko npr. izvajamo igro v krogu, tako da zastavimo vprašanje, ko nanj odgovori prvi otrok, se le-ta dotakne drugega otroka, z dotikom mu sporoči, da on odgovarja naslednji. Izredno priljubljena je tudi igra podiranja domin. Otroci na manjši razdalji in v poljubne strani postavljajo domine, nato pa s potiskom prve, podrejo postavljeno verigo. Dogajanje naj spremlja razlaga mentorja (ki mora biti otroku razumljiva), s katero opisuje fizikalne pojave. Postopoma v igro vključujemo ročne spretnosti kot so zabijanje žebeljev, vijačenje vijakov, rokovanje z drugim različnimi orodji.

Priporočljivo je, da aktivnosti Verižnega eksperimenta izvajamo z manjšim številom otrok (do 10), da lahko vsi otroci aktivno sodelujejo in izrazijo svojo osebnost ter razmišljanje. Na delavnicah naj bodo prisotni 3- 4

odrasli (1 mentor na 3 otroke), ki otrokom svetujejo in jih vodijo k rešitvam, kadar naletijo na oviro pri izdelavi verižnega člana. Manjše delovne skupine otrok znotraj ene delavnice naj bodo sestavljene tako, da se otroci v skupini lahko izmenjavajo glede na interese, vrsto aktivnosti in prijateljske odnose. Menjavo otrok naj izvaja le vzgojiteljica, ki pozna otroke. Izkušnje kažejo, da je dobro, da otroci po 20 minutah zamenjajo dejavnost, da se koncentracija še lahko obdrži, zato je pomembno, da delavnica Verižnega eksperimenta vključuje več različnih delovnih kotičkov in da so posamezne delovne faze prepletene tudi z igro.

Pomembno je, da z dogajanjem spodbujamo otrokovo radovednost in željo po raziskovanju, zato otroke zaposlimo s konkretnimi deli, katere izvajamo in načrtujemo po predlogih otrok (mentor pri tem spodbuja njihovo kritično mišljenje).

Materiali iz katerega so narejeni posamezni elementi naj bodo preprosti in poceni. Zaželeno je, da se uporablja čim več odpadnega materiala iz gospodinjstev, trgovine ali obrti. Pri tem moramo biti pozorni, da so elementi iz katerih se gradi naprava, dovolj trdni za večkratno uporabo, enostavno popravljivi ali nadomestljivi, predvsem pa dovolj zanimivi in ne preveč zahtevni za izgradnjo, saj je pomembno, da jih gradimo skupaj z otroci.

Ko člen izdelamo, ne pozabimo na proslavljanje. Priredimo izreden dogodek na katerem izdelani člen zaženemo, na dogodek pa povabimo tudi druge otroke, starše, stare starše, vzgojitelje.

Velikokrat se tisti, ki na delavnicah Verižnega eksperimenta ne sodelujejo, nad njim navdušijo ravno takrat, ko člen vidijo in ga lahko zaženejo.



### 3. NAVODILA ZA IZDELAVO RAZLIČNIH VERIŽNIH ČLENOV

#### 3.1 Navodila za izdelavo verižnega člana OLIMPIJSKE IGRE 2020

##### Prostor

Prostor naj omogoča delo v skupinah. Vsaka skupina potrebuje 6 miz (lahko šolske klopi): 2 mizi dolžine 1 m do 1,5 m in širine 0,5 m do 1 m ter 5 stolov in 4 mize, kamor bomo odlagali skupno orodje in skupni material. Da ne bi prišlo do poškodb miz, naj se površina miz zaščiti z odpadnim kartonom od škatel. Pripravi naj se nekaj starih časopisov, ki jih bomo uporabili med barvanjem in pri preprečevanju širjenja prahu v okolico.

##### Skupno orodje in material

Skupno orodje in material naj bo na mizah na razpolago vsem skupinam. Ko ga skupina potrebuje, ga vzame in po uporabi vrne nazaj. Vsaka skupina bo gradila svoj člen. Zaželeno je, da je skupina ustvarjalna in pri izdelavi išče in vdela svoje rešitve.

Potreben material in orodje, ki ga bo ena skupina potrebovala za izdelavo člana Olimpijske igre 2020:

##### Orodje

Vrtalnik



Razni svedri za les in kovino, od 1 mm do 7 mm.  
Svedri od 1 mm do 5 mm naj bi bili podvojeni.



Žaga lisičji rep - majhni zobje žage



Kovinska ročna žaga in listi za kovinsko žago



Močne škarje za karton



Patex termo pištola + naboji lepila



Kladivo (200 g)



Klešče



Kombinirke



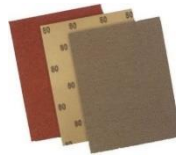
Različni izvijači (običajni in križni)



Ploščate pile (za les in za železo)



Brusni papir za les (grobi in fini)



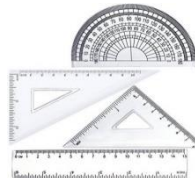
Fen za topel zrak



Meter (2 m)



Trikotniki, ravnila



Spona



Kotno ravnilo



Svinčnik



Električni razdelilec



Olfa nož



Razni čopiči za barvanje:

tanki: 1 mm, 3 mm, 5 mm

debeli: 1 cm, 3 cm, 5 cm

### Material – skupno za en člen

#### **Osnovna škatla**

deska 100 cm x 50 cm, debeline okoli 2 cm,

4 letve dolžine 50 cm in 4 letve dolžine 100 cm. Širina letve je med 4 in 6 cm in debelina med 1 do 1,5 cm.

4 stebri višine 50 cm in preseka 4 cm x 4 cm, lahko tudi 5 cm x 5 cm.,

#### Pripomba:

V Merkurju se lahko kupijo plošče, letve in stebri. Letve so dolžine 2 m (koristno je kupiti kakšno več, ker jih bomo lahko uporabili pri gradnji, če ne bomo imeli dovolj ostankov pri mizarju).

Za stebre prodajajo kvadratne profile dolžine 2 m.

Plošča stirodurja, debeline okoli 4 cm

Plastični žleb profila U širine 2,5 cm in dolžine 2,5 m. Plastični žlebovi profila U različne dolžine (lahko so ostanki od električne napeljave) in notranje širine okoli 2,5 cm ali več. Skupna dolžina 1,5 m.

Lesene letvice kvadratnega ali pravokotnega preseka različnih dimenzij in različnih dolžin (lahko so ostanki pri mizarju).

Lesena deska debeline 1 cm in velikosti okoli 50 cm x 50 cm. Lahko je tudi iverka ali lesenitna plošča ali vezana plošča.

Žica za obroč pri košu debeline okoli 1 mm. Ne sme se preveč zvijati – skupna dolžina 3 m.

Lahko se uporabijo tudi plastični obročki z odprtino okoli 4 do 7 cm.

Plastična mreža (lahko je odpadek od pakiranih živil).

Cev iz trde plastike, premera okoli 2,5 cm do 3 cm. Skupna dolžina naj bi bila 2 m.

Opomba: pri Merkurju se lahko kupijo že zavite cevi, ki jih uporabljajo pri odtokih.

Lesni vijaki različne velikosti (od 1 cm do 7 cm)

Žblji različnih velikosti (od 1 cm do 5 cm)

Lepilo za les - mekol

Barve (črna, bela, rdeča, rumena, modra) – najboljše na vodni osnovi.

Vrv (za rolete) debeline okoli 1 mm in dolžine okoli 2 m
Odpadne plastične steklenice z ustjem premera večjim od 2,5 cm, da gre skozi kroglica premera 2 cm in jogurtovi lončki
Različne plastične ali kovinske kroglice premera od 1 cm do 3 cm (lahko so tudi iz zbirke Mercator Ledeno kraljestvo).

<b>Dodatni material</b>
Zakrivljena cev premera okoli 2,5 cm in skupne dolžine okoli 20 cm – lahko se uporabi tudi odvodna cev.
Plastična okrogla cev premera okoli 2,5 cm in dolžine 30 cm
Lesena kocka za oporo pri brusnem papirju
Stare krpe za čiščenje

### Osnovni načrt za izdelavo člana Olimpijske igre 2020

Člen smo zasnovali tako, da bodo vsa predvidena dogajanja povezana skupaj v leseni škatli dimenzije: 100 cm x 50 cm x 50 cm. S takšno zasnovo bo naprava vedno hitro pripravljena za uporabo in delovanje. Velikost škatle je izbrana glede na velikost prtljažnika osebnega avta, da lahko napravo enostavneje prevažamo kar v prtljažniku avta. V osnovno škatlo bomo vgradili delujoče elemente, ki naj bi predstavljali posamezne izbrane športe: tek, košarko, kolesarjenje, hokej, smučarski skoki, smučarski slalom, kegljanje. Po želji si bo lahko ekipa izbrala tudi svoje športe in svoji izbiri bo prilagodila dogajanja. Tudi dimenzije osnovne škatle niso obvezne in jih ekipa lahko spremeni.

Program izdelave člana namenoma dopušča spremembe osnovnega načrta. Pri delu z otroki je zaželeno, da se načrt prilagodi vsaki skupini glede na znanje in spretnosti otrok in mentorjev, njihovo zanimanje, želje, ideje. Pri izdelavi naj se upoštevajo kulturne, nacionalne in etnološke značilnosti dežele. S svobodo izbire se razvija ustvarjalna domišljija otrok in jih vzpodbuja, da uresničujejo svoje ideje.

Glede morebitnih sprememb načrta se dogovorite in si narišite skico svojega člana. Skica naj čimbolj natančno opisuje dogajanje v členu in potrebne elemente.

Z izdelavo naprave se bodo otroci pod nadzorstvom starejših naučili uporabljati osnovno orodje: kladio, klešče, izvijače, žago, pilo, brusni papir. Z oblikovanjem posameznih delov naprave si bodo urili ročne spretnosti in spoznavali različne lastnosti materiala in naravne zakone gibanja.

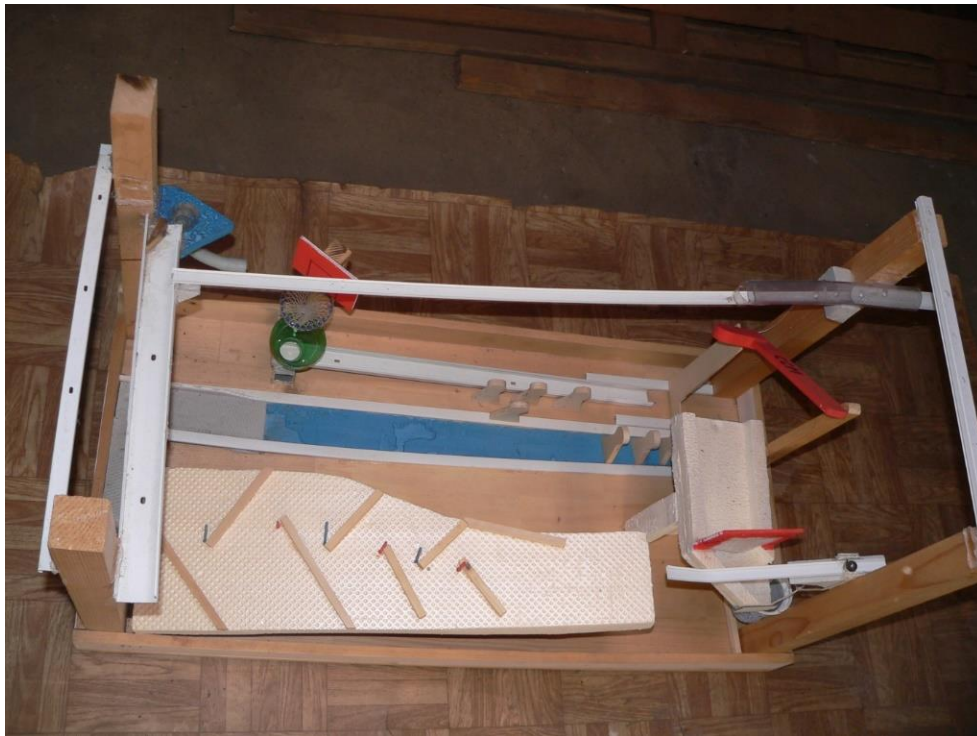
## Navodila za izdelavo osnovne škatle

Osnovna deska (100 cm x 50 cm) se lahko kupi v trgovini ali pa se jo izreže iz večje plošče. Lahko se uporabi tudi iverna plošča (tudi iz odsluženega pohištva). Debelina deske naj bo vsaj 1,5 cm in iz obdelanega lesa, ki se ne bo kasneje zvijal. Dimenzije škatle so priporočljive, niso pa obvezne in jih lahko skupina prilagodi sebi primerno.

Na vse štiri vogale pritrdimo od spodaj z vijaki (dolžine 5 do 7 cm) pokončne stebre. Zadošča en vijak v sredino stebra. Pri umeščanju stebrov moramo paziti, da so odmaknjeni od robov toliko, kolikor je debelina letvic, ki bodo povezovala stebre med seboj. Pred zavijanjem stebrov z vijaki je koristno stični površini namazati z lepilom. Letvice, ki povezujejo stebre, postavimo na osnovno desko, tako da bo ostala osnovna ploskev škatle še vedno 100 cm x 50 cm. Debelina letvic naj bo vsaj 1 cm, širina pa vsaj 3 cm. Letvice zalepimo na osnovno ploskev in jih še privijemo od spodaj z vijaki. Z vijaki privijemo letvice tudi k pokončnim stebrom, da zagotovimo trdnost stebrov. Po želji lahko pred zavijanjem letvic na steber namažemo vmesne ploskve z lepilom. Osnovna škatla je končana. Pustimo, da se lepilo posuši. Oblika škatle je narobe obrnjena miza.

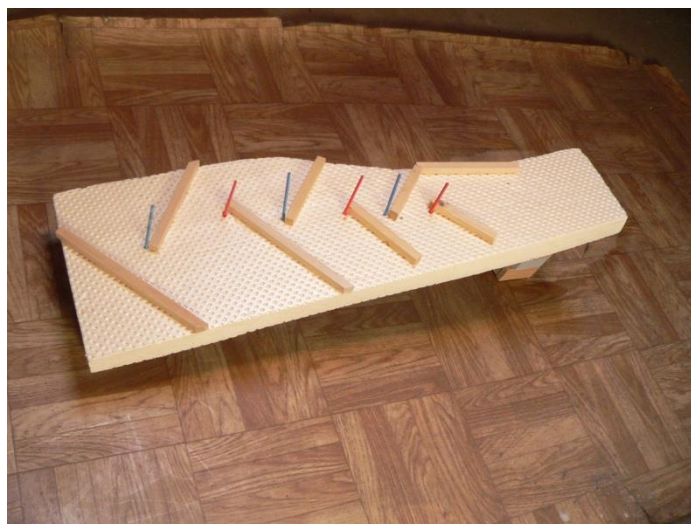
Opozorilo: da glavice vijakov ne bodo gledale iz osnovne ploskve in povzročale praske na podlagi, moramo izvrtano luknjo razširiti na začetku s širšim svedrom, da se v vdrtini skrije glavica vijaka. To lahko opravimo že kar ročno.

**Navodilo za izdelavo osnovnega člana Olimpijske igre 2020.**



Odlična skica omogoča lažje delo pri graditvi člana in prepreči kasnejše podiranje že narejene konstrukcije. Istočasno nam omogoča, da si razdelimo delo in lahko posameznik izdeluje le določen element ali del člana.

Člen začnemo običajno graditi pri elementu, ki zavzema največ prostora. V našem primeru je to smučičšče. Narejeno je iz stirodura. Odrežemo ploščo 65 cm x 20 cm, nanjo zalepimo poševno letvice. Na podlagi preizkušanja hitrosti kroglice izberemo naklon in prilepimo ustrezne nastavke pod ploščo, ki zagotavljajo stabilnost klanca in konstanten naklon.



Iz plastičnega žleba oblikujemo skakalnico. Za upogibanje uporabimo topel fen. Za nagib in zavoj skakalnice se odločimo sami glede na obliko in dolžino skoka, ki naj ga ima kroglica. Pazimo, da ni skok previsok, ker potem kroglica skače po smučišču – mora se kotaliti. Iz lesa naredimo ustrezno oporo za skakalnico, da jo lahko pritrdimo na pokončni steber. Na začetku skakalnice ob strani žleba izvrtamo luknjico, skozi kateri potegnemo vrvico, ki zadržuje kroglico v mirovanju preden skoči. Da se kroglica skotali po skakalnici, je potrebno povleči vrvico iz lukenj. To smo rešili preko plastičnega lončka, ki je obešen na drugi konec vrvice. Ko pade vanj kroglica iz hokejskega gola, pade lonček navzdol zaradi teže kroglice in potegne vrvico iz obeh stranskih luknjic skakalnice.



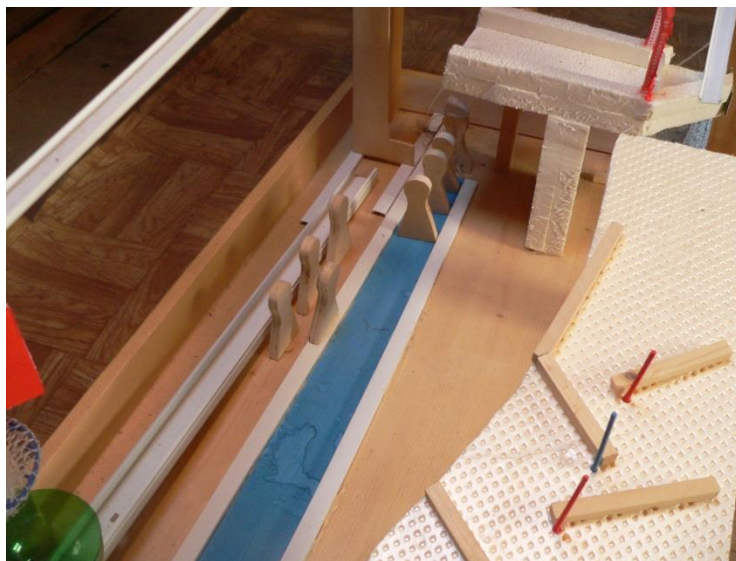
Hokejsko igrišče naredimo iz lesa, lahko pa tudi iz stirodura. Velikost igrišča je 20 cm x 13 cm. Igrišče podaljšamo za golom še s kanalom za odvod kroglice v plastični (jogurtov) lonček, ki je pritrjen z vrvico. Na nasprotni strani gola naredimo v igrišču luknjico, kamor postavimo kroglico (predstavlja hokejski pak). Kroglico v gol udari hokejska palica, ki je nihajno vpeta na stebru nad kroglico. Hokejsko igrišče dvignemo nad osnovno ploskvijo škatle, da lahko lonček pade na tla in potegne vrv iz luknjic in sprostí kroglico v žlebu, da se zakotali po skakalnici. Igrišče je nekoliko nagnjeno proti голу, da se kroglica lažje in sigurno kotali v gol.



Hokejsko palico moramo premakniti iz ravnovesne lege in jo podpremo z leseno letvico. V našem primeru je višina letvice 24 cm. Ko kroglica pade skozi koš, se po klancu skotali do lesene letvice in jo spodmakne izpod hokejske palice, zato palica zaniha in udari kroglico v gol.



Klanec (predstavlja kolesarsko progo) naredimo iz plastičnega žleba, ki je širok 3 cm in dolg v našem primeru 60 cm. Na začetku klanca pritrdimo odrezan lijak plastične steklenice, da kroglica iz koša pade sigurno v žleb.



Nad lijakom naredimo koš, ki je pritrjen na lesenem stebričku. Višina koša je poljubna, pri nas je 16 cm nad klancem. Obroč koša je lahko kovinski ali plastičen. Uporabi se lahko odpadni material. Njegov premer pri nas je 7 cm, da je večja verjetnost, da kroglica pade v koš. Košu smo dodali plastično mrežico. Uporabili smo odpadno plastično embalažo.



Met na koš nam predstavlja zakrivljena plastična cevka. Z zakrivljenostjo cevke in njeno lego dosežemo, da kroglica vedno prileti v koš. Pravilno lego ugotovimo s poskušanjem. Zakrivljeno cevko pritrdimo kar na pokončni vogalni steber. Nosilec cevke izdelamo iz stirodurja, lahko tudi iz lesa. Z natezno vrvico, ki jo napnemo približno na zavoju cevke, lahko spreminjamo naklon cevke in s tem smer leta kroglice na koš.



Preko plastičnih žlebov (predstavljajo tekaško stezo za maraton) speljemo prejeto kroglico na vходу naprave do odprtine nosilca zakrivljene plastične cevi pred košem. Sprejem kroglice v napravo smo naredili na višini 44 cm. Zaradi lažje povezave s predhodnim členom smo za sprejem uporabili plastično cev z notranjim premerom 3 cm in pomičnim polkrožnim žlebom s premerom 2,5 cm in dolžino 12 cm. Ker smo za met na koš uporabili pretanko cev, smo že takoj na vходу morali zamenjati večjo kroglico (premer 2 cm) za manjšo (premer 1,2 cm). Večjo kroglico smo po trku z manjšo ustavili na mestu s plastično folijo.



Dokončati moramo še tek kroglice po smučanju. Po smučanju usmerimo kroglico na klanec iz stirodurja. Na sredini klanca postavimo v luknjici še dve kroglici. Kotaleča krogla ju zbije in vse tri kroglice se zakotalijo proti kegljem, ki jih prodre. Dodatne kroglice bi bile nepotrebne, če bi bil naklon klanca večji, da bi dobila ena kroglica dovolj energije za zbijanje kegljev. Napako smo naredili pri načrtovanju. Na zadnjem keglju je prilepljena vrv, ki teče do žleba, ki vodi v naslednji člen na višini 45 cm. Ko kegelj pade, potegne vrvico skozi luknjico v izhodnem žlebu in pripravljena kroglica se skotali v naslednji člen.

### 3.2 Navodila za izdelavo verižnega člena VESELE FRNIKULE

#### Orodje

Vrtalnik



Razni svedri za les in kovino, od 1 mm do 7 mm.  
Svedri od 1 mm do 5 mm naj bi bili podvojeni.



Žaga lisičji rep - majhni zobje žage



Kovinska ročna žaga in listi za kovinsko žago



Močne škarje za karton



Patex termo pištola + naboji lepila



Kladivo (200 g)



Klešče



Kombinirke



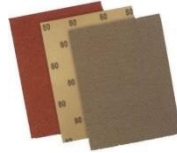
Različni izvijači (običajni in križni)



Ploščate pile (za les in za železo)



Brusni papir za les (grobi in fini)



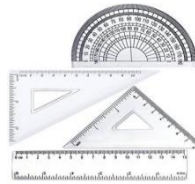
Fen za topel zrak



Meter (2 m)



Trikotniki, ravnila



Spona



Kotno ravnilo



Svinčnik



Električni razdelilec



Olfa nož



Razni čopiči za barvanje:


tanki: 1 mm, 3 mm, 5 mm


debeli: 1 cm, 3 cm, 5 cm



## Material

Potreben material in orodje, ki ga je potrebno pripraviti za vsak člen:

<b>Material za eno napravo</b>	
deska 80 cm x 50 cm, debeline 2 cm (podlaga za Skrivnostne steze)	
deska 50 cm x 50 cm, debeline 2 cm (podlaga za Marjanco)	
deska 50 cm x 25 cm, debeline 2 cm (podlaga za Žerjav)	
Opomba: glede na možno nabavo lahko dimenzije nekoliko odstopajo od napisanih .	
4 kom – steber dolžine 30 cm and premera 5 cm x 5 cm (za noge Marjance)	
Steber dolžine 60 cm and premera 5 cm x 5 cm (za Žerjal)	
Opomba: glede na možno nabavo dimenzije lahko tudi nekoliko odstopajo od napisanih.	
Plošča stirodurja ( 0,75 m <sup>2</sup> ) , debeline okoli 4 cm	
Lesene letvice premera 1 cm x 1 cm - skupna dolžina 12 m Lesene letvice premera 2 cm x 0,5 cm - skupna dolžina 6 m Lesene letvice premera 2 cm x 1 cm - skupna dolžina 12 m	
Lesene letvice premera 4 cm x 2 cm - skupna dolžina 6 m	
Plastični žleb z notranjim premerom 2,5 cm ali več. Skupna dolžina žleba okoli 4 m.	
Plastične ali lesene letvice kvadratnega ali pravokotnega preseka različnih dimenzij in različnih dolžin (najbolj uporabni 30 mm x 20 mm or 40 mm x 25 mm). To je lahko tudi odpadni material pri električnih instalacijah. Skupna dolžina naj bo 12 m.	
Tanka prožna vrv, debeline okoli 1 mm. Skupna dolžina 25 m. Lahko je vrv za okenske žaluzije.	
Leseni mizarški odpadki.	
Leseni vijaki različnih velikosti (from 1 cm to 6 cm).	
Žebliji različnih velikosti (od 1 cm do 5 cm). Za eno Marjanco potrebujemo okoli 250 žebeljev dolžine 4cm ali 4,5 cm.	
Različne odpadne plastične posode (sladoled, živila, skuta, smetana, jogurt, ...)	
Lesene kroglice z odprtino, premer 2,5 cm	
Različni plastični zamaški	
Odpadne prozorne plastenke s širokim grlom (premer 4 cm)	
Odpadne prozorne plastenke z ozkim grlom (premer 2,5 cm)	
Kovinska žica s premerom približno 2 mm in dolžino 6 m	

Platična palica, ki se lahko zvije. Lahko se uporabijo tudi pokrovi od večjih hobokov, premera 50 cm ali več.	
Plastične kroglice s premerom okoli 2,5 cm	
Lastike za zapiranje kozarcev.	
Plastelin	
Palčke od sladoleda	
Koristno je zbrati še kakšen drug material, ki ga zavržemo v gospodinjstvu, mi pa bi ga lahko uporabili pri izdelavi naprave (plastični jedilni pribor, odslužene igrače, slamce, itd.)	
2 kom tečajev za vrata, potrebne za spojitve Marjance in Skrivnostnih stez	
Za barvanje - barve (črna, bela, rdeča, rumena, modra). Priporočamo barve, ki se redčijo z vodo in so obstojne, ko se posušijo. Ne smejo biti škodljive za otroke.	
Odpadni karton in časopis za zaščito pohištva in tal ter odpadne krpe.	

Naprava je sestavljena iz treh samostojnih delov, ki jih lahko združimo v eno napravo:

### Skrivnostne steze



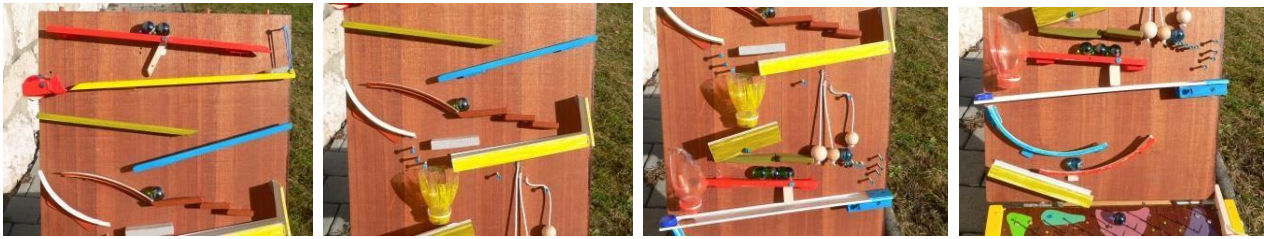
### Marjanca



### Žerjav



### 3.2.1 Skrivnostne steze



Pri izdelavi osnovne naprave smo uporabili desko iz iverke dimenzije 43 cm x 87 cm (uporabili smo dno omare, ki smo jo dobili na odpadu). Celotno konstrukcijo smo gradili pod kotom 65 stopinj. Vse dele elementa smo zasnovali tako, da sprememba kota bistveno ne spremeni delovanja elementa. Element deluje tudi, če se kot nagiba spremeni za 15 stopinj (večji ali manjši nagib). S poskusi ugotovimo naklon, pri katerem je delovanje naprave optimalno. Na spodnji del plošče smo namestili tečaje za vrata (panti), da otroci (konstruktorji) lahko preizkušajo spremembe delovanja naprave pri spremenjenem nagibu (od 10 stopinj do 90 stopinj).

Pri zasnovi konstrukcije smo načrtovali, da bi bila pot frnikule nepredvidljiva in bi se spreminjala glede na hitrost kroglice. Hitrost kroglice se spreminja s trki ob ovire, z nagibom in s kotaljenjem po različni podlagi. Da je pot kroglice resnično nepredvidljiva, se prepričamo z zaporednim kotaljenjem frnikul po isti začetni poti (drugi rumeni klanec). V ta namen smo na začetku poti (rdeči prvi klanec) pripravili v zbirniku več kroglic. Vsaka kroglica preko lesenega vzvoda sproži kotaljenje naslednje kroglice, ki je shranjena v zgornjem zbirniku. Čeprav vse kroglice začno na istem mestu, je njihova pot skozi napravo različna.



Kroglica se v začetku kotali po rumenem klanecu do podajalnika (rdeče barve). Naredili smo ga iz zamaška. Namen podajalnika je, da podaja posamezno frnikulo iz enega klanca na drugega in s tem prepreči kotaljenje več frnikul v skupini. Klance smo odmaknili od osnovne plošče, da se frnikule kotalijo po robu letvic v žlebu. Tako je manjša verjetnost, da nam frnikule zbežijo iz načrtovane poti. Če se slučajno to zgodi, se frnikula ujame spodaj na Marjanci.





Trk in kotaljenje na različnih podlagah prikažemo lahko na prvem zavitem klanecu, ki je iz trde, bele plastike (izrezan je iz roba pokrova hoboka za notranje barve). Če ta klanec obložimo z mehko podlago (s kljukico pripenjamo karton, blago, gumo, peno, ...) se odboj spremeni in frnikula izgubi več ali manj hitrosti. Posledično kroglica lahko doseže vrh klanca ali pa ne. Ko ne pride do vrha klančine, se odkotali nazaj proti stopnicam.



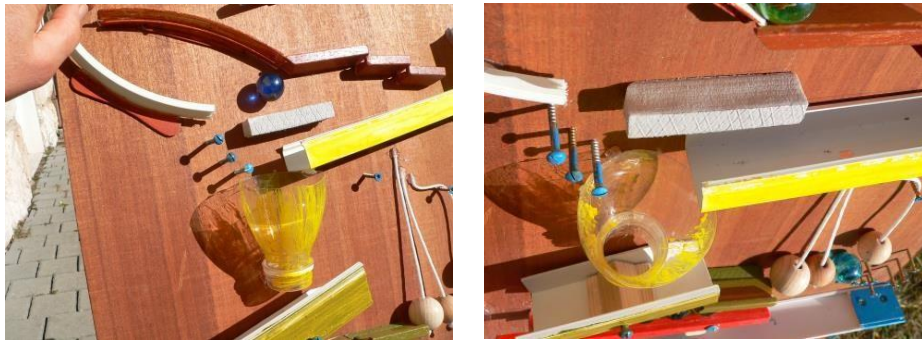
Pri stopnicah smo prvo stopnico namenoma nagnili nekoliko nazaj, da je nastal "žep" za frnikulo. Frnikula, ki se prikotali po klanecu, trči v mirujočo frnikulo in obstane, mirujoča frnikula pa se odkotali naprej (predstavitev fizikalne zakonitosti trka dveh enakih kroglic).



Plošča iz stirodurja (siva barva) pod plastičnim klanecem je nagnjena nekoliko nazaj, da se frnikula, ki je ob trku z mehko podlago stirodurja izgubila skoraj vso energijo, lahko odkotali nazaj v spodnjo "plastenko". Frnikula, ki se prikotali na stirodur pod ustreznim kotom, ohrani dovolj energije in ga samo preleti in pristane v plastičnem žlebu (rumene barve). Če ima dovolj energije, se zakotali celo nekoliko v klanec.



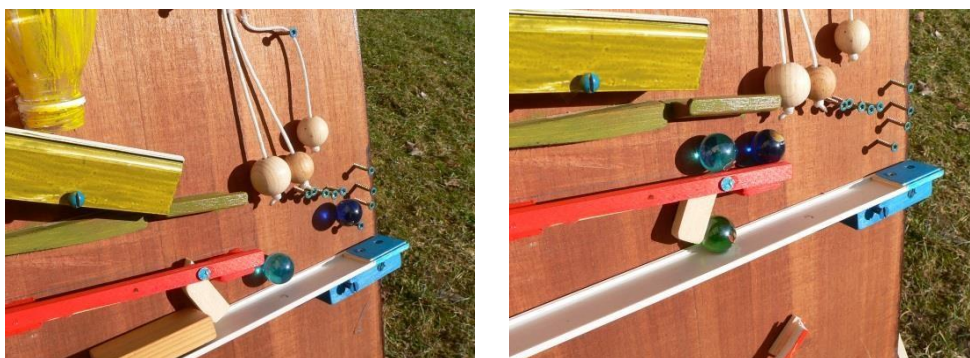
Iz rumenega žleba se frnikula zakotali v grlo plastenke, kjer nekaj časa kroži, če je priletela pod ustreznim kotom. Plastenka mora biti dovolj trdno prilepljena, da frnikula pri kroženju z nihanjem plastenke ne izgublja prehitro energijo.



Pod grlom plastenke je nihajna tehtnica, ki preusmeri frnikulo enkrat na eno stran, drugič na drugo. Preusmerjanje dosežemo s trikotno leseno ploščico, ki je na sredini tehtnice in pod sredino grla plastenke. S poševnimi stranicami trikotna ploščica preusmeri frnikulo na nasprotno stran nagiba nihajne tehtnice. Os tehtnice je spodaj na sredini plastičnega žleba (v težišču).



Troje nitnih nihali prikazuje prenos energije pri trkih med trdnimi telesi. Vodoravna sila pri trku frnikule ob lesene kroglice le te premakne in zato se odkotali kroglica, ki je postavljena na vijakih za nihali.



Frnikula po trku z leseno kroglico pade med nihali zaradi gravitacije na plastični žleb. Med kotaljenjem po žlebu premakne leseni vzvod, ki sprostí eno kroglico iz skladišča kroglic (rdeča klančina). Ta se odkotali v žleb in sprostí naslednjo frnikulo iz rdečega skladišča. Dogajanje se ponavlja, dokler so v skladišču frnikule.

Plastični žleb je vpet le na enem koncu, da se upogiba, ko se po njem kotali kroglica. Upogib se veča, ko se frnikula oddaljuje od vpetja. Z odmikom prikazujemo povečevanje navora, če se ročica podaljšuje. Na koncu plastičnega žleba frnikula pade skozi odprtino. Prožnost plastike se spreminja s temperaturo, zato se pri nizkih temperaturah lahko dogodi, da je upogib premajhen in se kroglica ustavi ob grlu plastenke nad odprtino. V tem primeru moramo plastični žleb dodatno obremeniti z maso na koncu žleba (pri zamašku).



Na drugem koncu nihajne tehtnice lovi kotaleče frnikule na sredini odrezana plastenka in jih usmeri v odprtino žleba, ki je vpet le na enem koncu. Frnikule, ki slučajno ne padejo v plastenko, se ulove v žleb, ki vodi v rdeče skladišče kroglic.



Ko padejo frnikule skozi odprtino žleba, se frnikule kotale po krožni poti do spodnjega roba, kjer približno na sredini nadaljujejo pot po Marjanci. Spodnji del lahko zaključimo tudi na druge različne načine. Nekaj predlogov: frnikule potujejo med zamaški plastenk, frnikule potujejo med kratkimi nagnjenimi ploščicami, itd.



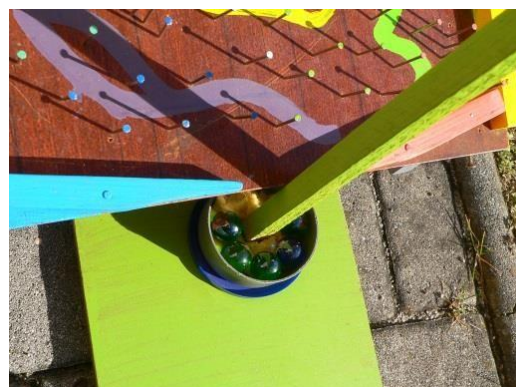
Ko izdelamo Skrivnostne steze in skrbno preizkusimo njihovo delovanje, jih pobarvamo v živahnih barvah. Tu moramo vključiti otroke, da pokažejo svojo ustvarjalnost. Pri barvanju pazimo, da z barvo ne spremenite bistveno karakteristik poti, po katerih se kotali kroglica.

### 3.2.2 Marjanca

V našem primeru smo za Marjanco uporabili desko iz iverice dimenzije 45 cm x 45 cm (uporabili smo vrata od dnevne omare, ki smo jo dobili na odpadu). Na rob deske smo navpično zabili dve letvici (višine 1 cm in širine 1,5 cm), ki preprečujeta uhajanje frnikul iz deske. V desko smo po predhodno narejeni skici zabili žeblice (dolžine 4 cm). Pri tem smo pazili, da je bila razdalja med sosednjima žeblicama večja od velikosti frnikul (2,7 cm). V našem primeru je bil premer največjih frnikul 2,5 cm. Marjanco tako lahko uporabljamo za vse frnikule, ki imajo premer manjši od 2,5 cm. Pri zabijanju žeblic moramo paziti, da ne napravimo "žep", kjer se bodo frnikule lahko ujele. Taki "žepi" se pogosto ustvarijo ob navpičnih stranskih letvicah, kjer je razdalja do letvic manjša od 2,5 cm. "Žepe" preprosto odpravimo z zabijanjem dodatnega žeblica ali z izpultitvijo odvečnega žeblica.



Na dnu Marjanca smo naredili poševne usmernike iz lesa, ki kroglico usmerijo v sredino. Na sredini smo pustili odprtino širine 5 cm. Skozi odprtino padajo frnikule v plastično škatlo. Tako preprečimo, da bi se frnikule nekontrolirano kotalile po prostoru. Nagib usmernikov je 15 stopinj glede na spodnji rob deske.



Na zgornjem robu smo pritrdili letvico, dolžine 20 cm in širine 5 cm, ki nudi oporo in trden stik s prvim delom Skrivnostne steze. Poleg deščice smo povezali Skrivnostne steze in Marjanco še s tečajji za vrata (panti), ki naredi povezavo trdno in nam dopuščajo spreminjati strmino (nagib) Skrivnostnih stez. Z leseno zaporo smo preprečili nekontrolirano snemanje tečajev (pantov).



Desko z žebli smo postavili na štiri noge, ki zagotavljajo stabilnost in trdnost konstrukcije. Stabilnost se lažje doseže s tremi nogami, a je zaradi velikosti Skrivnostnih stez ogrožena trdnost in stabilnost konstrukcije. Noge morajo biti močne. Po dve in dve nogi sta popolnoma enako veliki in priviti na isti višini, da se konstrukcija ne maje.

Spodnji rob Marjanca je pri nas 12 cm višja od podlage (lahko je tudi večja višina, ne sme pa biti manjša, ker nastopijo težave pri nadaljevanju naprave in pri lovljenju kroglic). Zgornji rob Marjanca je pri nas 22 cm višje od podlage. S tem smo ustvarili nagib Marjanca 14 stopinj. Pod kotom 14 stopinj moramo odrezati zgornji del vsake noge, ki jo privijemo na Marjanco. Tako bo spodnji del vsake noge stal pravokotno na podlago.

Vse dimenzije so podane le za orientacijo in jih lahko prilagodite sebi.

Ko izdelate Marjanco in skrbno preizkusite njeno delovanje, jo pobarvate v živahnih barvah. Tu lahko vključite otroke, da pokažejo svojo ustvarjalnost.

Marjanca nam omogoča razvijati ustvarjalnost otrok in bogatiti njihove tehnične izkušnje. Z raztegovanjem lastike med žebli in s postavljanjem različnih ovir med žebli spreminjamo tek frnikul skozi Marjanco.

Marjanco lahko uporabimo kot samostojno igralo in tudi kot družabno igro. Če odstranimo usmernike v spodnjem delu in namesto njih postavimo enako velike škatle ali predalčke, v katere se lovijo kroglice, lahko ugotavljamo verjetnost, da se bo kroglica ujela v določen predalček (spuščamo vedno iz istega mesta). Lahko se igramo tudi tako, da vsak igralec spusti kroglico iz izbranega mesta in napove, v kateri predalček bo frnikula priletela. Lahko tudi tekmujemo v zbiranju točk. Vsakemu predalčku dodelimo določeno število točk in potem vsak igralec sešteva točke v desetih poskusih.

### 3.2.1 Žerjav

Frnikulo moramo na koncu naprave oddati na višini 45 cm od podlage v naslednjo napravo. Od veliko različnih možnosti smo se mi odločili za model Žerjava, ker prikazuje lastnosti vzvoda. Vzvod lahko otrokom predstavimo z gugalnico in na njej pokažemo osnovne zakonitosti s spreminjanjem dolžine ročice.



Nosilec Žerjava smo privili na osnovno leseno ploščo 45 cm x 23 cm (dimenzije plošče niso pomembne, zagotoviti moramo stabilnost Žerjava). Mi smo uporabili za osnovno ploščo odpadno polico od omare iz iverke, za nosilec pa lesen tram, preseka 4 cm x 4 cm. Os vrtenja plastične cevi na nosilcu je 52 cm nad podlago – ko je obrnjena navzdol, je izhod iz cevi 45 cm nad podlago. Višino izhoda delno lahko spremenimo z vijakom, ki zaustavi gibanje cevi navzdol.

Dolžina plastične cevi je pri nas 32 cm, os vrtenja cevi pa je 19 cm od izhoda cevi. Os vrtenja smo pomaknili nazaj od sredine cevi za premer frnikule, kar ni bila dobra rešitev. Boljše bi bilo postaviti os vrtenja na sredo cevi, ker bi s tem lahko zmanjšali protiutež nasproti izhoda cevi. Os vrtenja smo izvrtali skozi sredino cevi, da je bila hkrati zapiralo za frnikule. Lahko naredimo neodvisno zapiralo na poljubni dolžini, če prestavimo os vrtenja cevi iz sredine na spodnji ali zgornji konec oboda cevi (ne skozi cev).



V posodo Žerjala na koncu Marjanca zberemo veliko frnikul, zato ni skrbi, da vzvod ne bi deloval. Na eno stran vzvoda smo privezali posodo s frnikulami, na drugo stran vzvoda pa plastično cev z notranjim premerom 2,9 cm (premer je lahko tudi nekoliko drugačen, a ne manjši od velikosti frnikul).

Ročici obeh strani vzvoda (rumena letev) sta pri nas enako dolgi (11 cm). Pri preizkušanju se je naknadno pokazalo, da bi Žerjal bolje deloval, če bi bila ročica na strani posode krajša, npr. za polovico, (6 cm), ker potem ne bi bilo potrebno dodatno obteževati vzvoda na strani plastične cevi.

Izdelava Žerjava je dober izziv za ustvarjalno domišljijo.

Ko izdelate Žerjav in skrbno preizkusite njeno delovanje, ga pobarvate v živahnih barvah. Tu lahko vključite otroke, da pokažejo svojo ustvarjalnost.

Končni izgled naše osnovne naprave je na sliki spodaj.



### 3.1 Navodila za izdelavo verižnega člena NA STENI IN NA TLEH

#### Orodje

Vrtalnik



Razni svedri za les in kovino, od 1 mm do 7 mm.  
Svedri od 1 mm do 5 mm naj bi bili podvojeni.



Žaga lisičji rep - majhni zobje žage



Kovinska ročna žaga in listi za kovinsko žago



Močne škarje za karton



Patex termo pištola + naboji lepila



Kladivo (200 g)



Klešče



#### Kombinirke



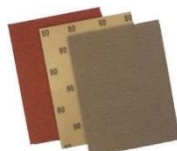
Različni izvijači (običajni in križni)



Ploščate pile (za les in za železo)



Brusni papir za les (grobi in fini)



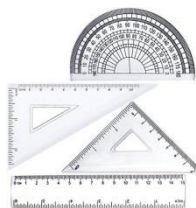
Fen za topel zrak



Meter (2 m)



Trikotniki, ravnila



Spona



Kotno ravnilo



Svinčnik



Električni razdelilec



Olfa nož



Razni čopiči za barvanje:

tanki: 1 mm, 3 mm, 5 mm

debeli: 1 cm, 3 cm, 5 cm





### **Osnovna ideja**



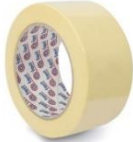
Elementi za verižni eksperiment so preprosti in poceni, z iznajdljivostjo lahko uporabimo tudi odpadni material od gospodinjstev, trgovine ali obrti. Verižni eksperiment na steni je zelo primeren za delo na šolskih taborih, lahko ga uporabimo pri različnih aktivnostih v učilnici in na igralnih površinah, tudi na javnih prireditvah. V družinskem krogu ga lahko izvajamo na piknikih. S kančkom domišljije lahko uporabimo vsak teren za postavitve verižnega eksperimenta v naravi. Zelo je primeren za demonstracijske in promocijske namene verižnega eksperimenta v javnosti.

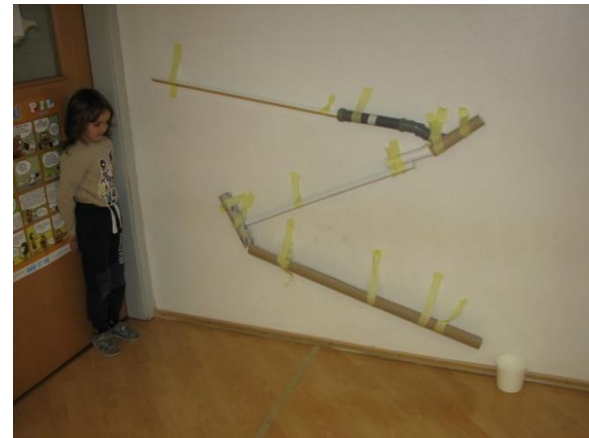
Predlagana izvedba verižnega eksperimenta je razdeljena na dve samostojni enoti:

- a.) verižni eksperiment na steni
- b.) verižni eksperiment na tleh

V praksi obe enoti lahko vedno kombiniramo med seboj in naredimo iz osnovnih elementov poljubno dolg verižni eksperiment.

### 3.1.1 Verižni eksperiment na steni

<b>Material</b>	
Kartonske cevi s premerom okoli 5 do 8 cm (lahko so različni premeri) in poljubne dolžine – skupna dolžina vsaj 60 m.	
Plastične cevi kvadratnega ali pravokotnega preseka različnih dimenzij (najbolj uporabni): širina 30 mm x višina 20 mm or 40 mm x 25 mm). To je lahko tudi odpadni material pri električnih ali elektronskih instalacijah. Skupna dolžina naj bo vsaj 30 m.	
Tanka in prožna vrv, ki se zvija, premera okoli 1 mm. Skupna dolžina 25 m. Lahko je vrv, ki se uporablja za notranje okenske žaluzije.	
Različne odpadne plastične posode (sladoled, živila, skuta, smetana, jogurt, ...)	
Različni plastični zamaški	
Odpadne prozorne plastične steklenice s širokim grlom (premer 4 cm)	
Odpadne prozorne plastične steklenice z ozkim grlom (premer 2,5 cm)	
Plastične (lahko tudi lesene) kroglice s premerom okoli 2,5 cm	
Elastike za zapiranje kozarcev	
Plastelin	
Škatle za zbiranje kroglic (lahko so od sladoleda)	
Lesni tesarski odpadki	
Kovinska žica, premera okoli 1 mm, ki se lahko zvija z roko. Skupna dolžina 30 m.	
Lepilni trak za zaščito stene pri barvanju – ko se odlepi od stene, ne sme poškodovati stene ali puščati lima na steni. Širina traku naj bo 3 cm.	
Odpadni karton in časopis za zaščito pohištva in tal ter odpadne krpe.	





Verižni eksperiment na steni gradimo na navpični ravnini: zid, stena, paravan, kartonska ali iverna plošča, šolska tabla, ograja, podporni zid... Lahko uporabimo tudi poševno ravnino, to je klanec: betonsko ali asfaltno klančino, travno pobočje, snežno strmino, ..., tudi stopnice pridejo v poštev. Izbira je odvisna glede na možnosti, ki mu jih dopušča okolje in glede na elemente, ki so mu na razpolago.

Osnovni elementi so kartonske cevi in žlebovi, ki se med seboj razlikujejo po dolžini in po velikosti prečnega preseka. Za kartonske cevi lahko uporabimo cevi, ki jih dobimo kot odpadni material v tiskarnah (nanje je navit papir za tiskanje), trgovinah (nanje je navito tekstilno blago, plastične folije, talne obloge ali nakupovalne vrečke...), v tovarnah (nanje je navita zavijalna folija), ... Iz okroglih cevi si sami naredimo žlebove, če cevi prerežemo po dolžini na polovico (z žago, krožno žago ali kotno brusilko). Poleg okroglih lahko uporabimo kvadratne cevi in žlebove. Kartonske žlebove lahko nadomestimo tudi s plastičnimi. Običajno jih dobimo kot ostanke pri električarjih in elektronikih, lahko pa jih kupimo v tehnični trgovini.


Poleg cevi in žlebov uporabljamo še: lesene letve, plastenke, plastične jogurtove lončke, razne odpadne pakirne lončke, škatle, v katerih so bila pakirana živila, role od papirnatih brisač, ... Za verižni eksperiment na steni lahko uporabimo mnogo stvari iz odpadne embalaže v gospodinjstvu.

Za verižni eksperiment na navpični steni poiščemo navpično površino, kjer lahko cevi in žlebove zalepimo na steno. Površina ne sme biti prašna in preveč hrapava, ker potem lepilni trak ne prime. Navpično površino si lahko naredimo tudi iz lesene plošče ali kartona, ki jo pritrdimo navpično ob steno. Uporabimo lahko tudi samostoječe paravane. Za nosilce žlebov uporabimo lahko tudi stole in mize. Lepimo s pleskarskim lepilnim trakom, ki ne poškoduje stene in se po uporabi odlepi s stene brez poškodbe in brez puščanja sledi na podlagi. Pri pritrjevanju elementov na steni si pomagamo tudi z elastiko, vrvjo ali kovinsko žico, na katero obešamo elemente in obešene prilepimo na steno. Trdnost lepilnega traku je običajno kratkotrajna in po nekaj urah se obremenjeno lepilo samo odlepi. Zato narejeni verižni eksperiment ni trajen in ga na koncu delavnice podremo.

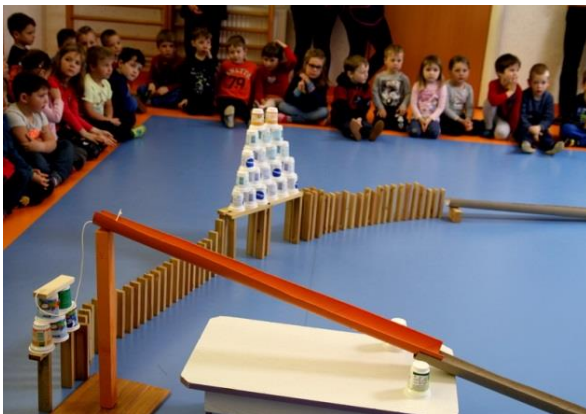
Uporabimo plastične ali lesene kroglice (težje kovinske kroglice hitro dobijo preveliko hitrost), ki naj imajo premer okoli 2,5 cm (da lahko gredo skozi grlo plastenk). V naravi lahko uporabimo tenis žoge, ker se majhne kroglice rade zgubijo med travo. Na začetku spustimo vedno le eno kroglico. Ta lahko potuje skozi celoten eksperiment. Otroci imajo raje več kotalečih se kroglic, zato lahko predvidimo, da na posameznih mestih začetna kroglica sproži v tek še kroglice, ki jih nastavimo na posameznih mestih v samem eksperimentu. Na koncu eksperimenta postavimo lovilno škatlo, da ne iščemo kroglic po prostoru.

Verižni eksperiment začnemo graditi na začetku, pri samem vrhu. Vsak nov element vključimo v trdno verigo šele, ko smo zadovoljni s tekom kroglice skozi dodani element. S poskušanjem iščemo pravi nagib in pravo povezavo s prejšnjim elementom. Nov element trdno prilepimo na podlago z lepilnim trakom ali ga pričvrstimo z elastiko ali z kovinsko žico ali z vrvjo. Pot kroglice ustvarjamo sproti in uporabljamo osnovne elemente, ki smo jih vnaprej pripravili. Koristno je narediti predhodno skico poti, še posebej pri timskem delu. Z risanjem skice vzbudimo pri otrocih začetno motivacijo in jih navajamo na timsko delo.

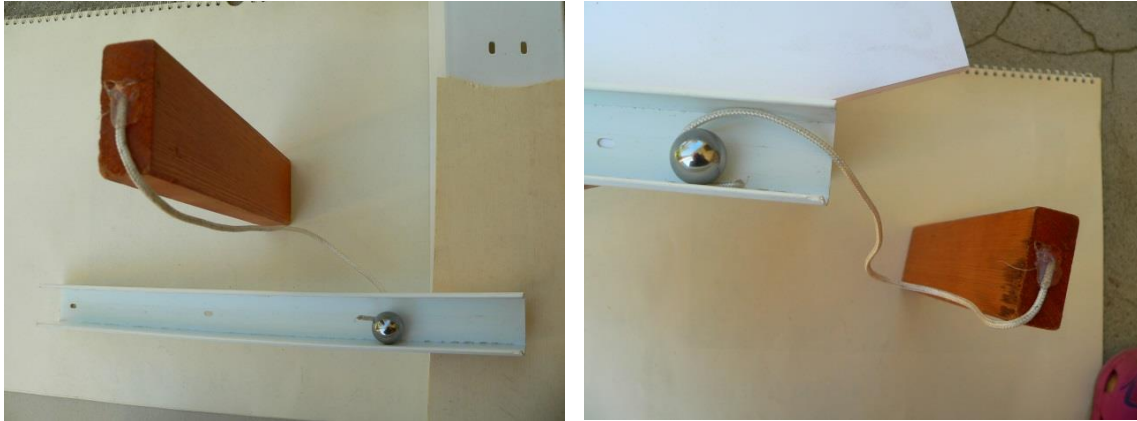
### 3.1.2 Verižni eksperiment na tleh

<b>Material</b>	
Tabla 30 cm x 30 cm, debeline 1 cm (nosilec kartonske cevi) Opomba: glede na možnosti pri nabavi lahko dimenzije nekoliko odstopajo od napisanih.	
Steber dolg 60 cm in presek 5 cm x 5 cm (nosilec kartonske cevi) Opomba: glede na možno nabavo dimenzije lahko tudi nekoliko odstopajo od napisanih.	
Lesene letvice presek 4 cm x 1,5 cm – skupna dolžina 6 x 25 m.  Opomba: glede na možno nabavo dimenzije lahko tudi nekoliko odstopajo od napisanih.	
Plastični lončki (jogurt, smetana, ...)	
Tanka prožna vrv, premera okoli 1 mm. Skupna dolžina 60 m. Lahko je vrv, ki jo uporabljajo za notranje okenske žaluzije.	
Lesni tesarski odpadki.	
Vijaki za les različnih velikosti (od 1 cm do 6 cm).	
Žebliji različnih velikosti (od 1 cm do 5 cm).	
Odpadni karton in časopis za zaščito pohištva in tal ter odpadne krpe.	



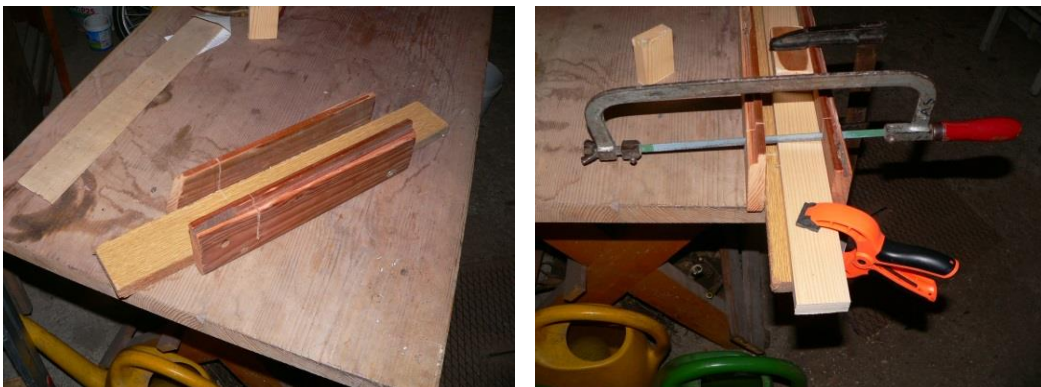


Za verižni eksperiment na tleh uporabljamo: velike lesene domine, prazne jogurtove lončke, kartonske žlebove in spiralni klanec iz papirnatih (plastičnih) krožnikov ter gibljivo vrv. Za postavitev klančin lahko uporabimo stole, kvadre ali pokončne stebre. Postavitev verižnega eksperimenta na tleh je prepuščena ustvarjalni domišljiji skupine. Koristno je, če pred postavitvijo narišemo osnovno skico. Domine lahko postavljamo pokončno, iz njih lahko zgradimo nadstropne zgradbe, polagamo nanje jogurtove lončke in druge elemente. Za sprožitev dvignjene kroglice, primer v nagnjeni cevi, uporabimo vrv, ki je prilepljena na domino. Ko domina pade, potegne za seboj vrv in z vrvjo ujeta kroglica se sprosti. Preko prilepljene vrvice na domino lahko sprožamo naprej tudi druge dogodke v verižnem eksperimentu.









Domine naredimo sami iz lesenih letev, preseka 4 cm x 1,5 cm (preseki lahko odstopa glede možnosti pri nabavi). Dolžina letve ni pomembna. Domine so bolj stabilne, če je les bolj gost, bolj trd. Iz letev nažagamo domine različne dolžine: 5 cm (5 kom), 10 cm (20 kom), 20 cm (50 kom), 30 cm (20 kom) in 40 cm (5 kom). Praktično so najbolj uporabne domine dolžine 20 cm.

Pri žaganju je pomembno, da odrežemo letve resnično pod pravim kotom. Če jih odrežemo postrani, ne bodo stabilne. Žagamo z žago za železo, ker ima majhne zobe in je majhna nevarnost, da se z njo otroci urežejo. Z njo je tudi lažje žagati pravokotno. Za pravokotno žaganje pripravimo lahko pripomoček, ki je iz lesa, še bolj uporaben pa je iz železa. To je pravokoten žleb, ki ima režo pravokotno na podlago. Letev vstavimo v žleb in jo pričvrstimo z mizarско spono skupaj z žlebom na podlago. Režemo na mestu, kjer je reža. Reža ne dovoli, da bi žagali postrani. Če se reža preveč razširi zaradi samega nenatančnega žaganja, naredimo ob njej novo režo.



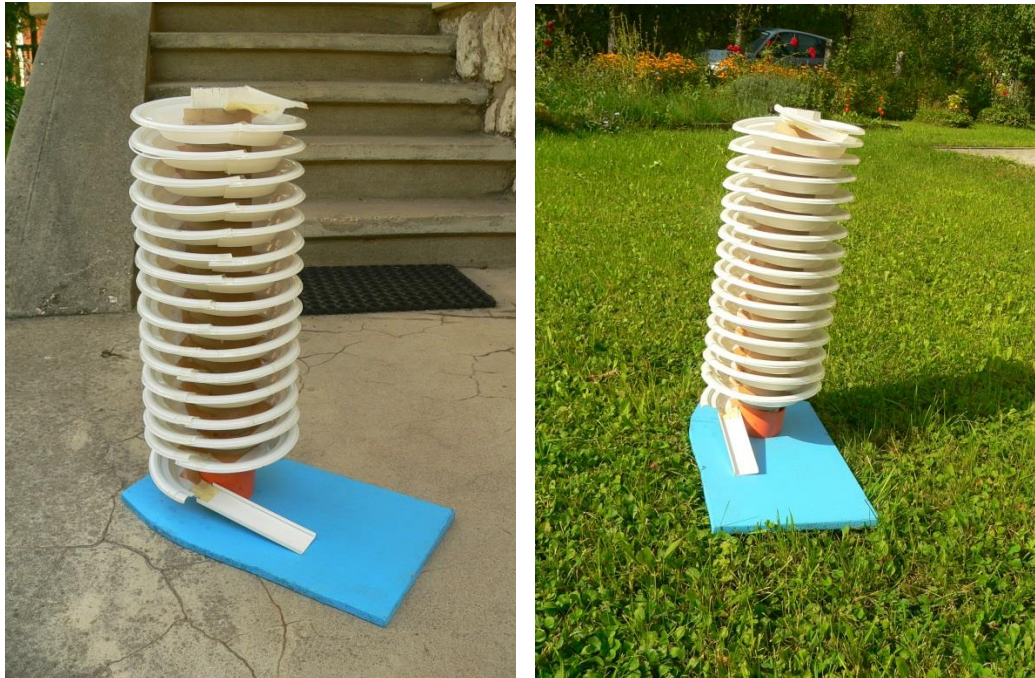
### 3.1.3 Spiralni klanec iz papirnatih krožnikov

<b>Material</b>	
<p>Tabla 30 cm x 30 cm, debeline 1 cm (podlaga za spiralo) Opomba: glede na možno nabavo lahko dimenzije nekoliko odstopajo od napisanih.</p>	
<p>Steber dolžine 85 cm in presek 5 cm x 5 cm (opora) Opomba: glede na možno nabavo dimenzije lahko tudi nekoliko odstopajo od napisanih. Nujno je potrebno dimenzije stebra prilagoditi notranji odprtini kartonske cevi.</p>	
<p>Kartonaste cevi, premera okoli 8 cm in dolžine 80 cm</p>	
<p>4 kosi kovinskih kroglic s premerom 2,0 cm. Namesto kovinskih lahko uporabimo plastične ali lesene kroglice (hitrosti kotaljenja lažjih kroglic po spirali so manjše kot pri kovinskih). Opomba: glede na možno nabavo lahko dimenzije nekoliko odstopajo od napisanih.</p>	
<p>Prozorne plastične folije (lahko trda folija, ki jo uporabljajo za šopke v cvetličarni), dimenzije 70 cm x 70 cm. Če je ni možno dobiti, potem uporabimo 2 roli prozorne folije za ovijanje živil.</p>	
<p>60 papirnatih krožnikov (lahko tudi plastični) z visokim robom. Premer krožnika naj bo za okoli 8 cm večji od premera nosilne kartonske cevi (premer okoli 18 cm). Notranje dno krožnika mora biti gladko, brez grbin, ki bi zavirale kroglico..</p>	
<p>Lepilni trak širine 5 cm</p>	
<p>Šolsko šestilo za risanje krogov</p>	
<p>Olfa šestilo</p>	
<p>Prozorni lepilni trak širine 2 cm</p>	
<p>Bucike</p>	
<p>Sponke za papir</p>	
<p>Za barvanje – barve (črna, bela, rdeča, rumena, modra). Priporočam barve, ki se redčijo z vodo in so obstojne, ko se posušijo. Ne smejo biti škodljive za otroke.</p>	



Odpadni karton in časopis za zaščito pohištva in tal ter odpadne krpe.

Spiralni klanec iz papirnatih (lahko tudi plastičnih) krožnikov bomo uporabljali pri verižnem eksperimentu na tleh. V praksi je odlična samostojna igrača, ki pritegne otrokovo pozornost.



Za spiralni klanec iz papirnatih (plastičnih) krožnikov potrebujemo kartonsko cev premera okoli 8 cm in dolžine okoli 80 cm (dimenzije si lahko izberemo tudi drugačne). Potrebujemo 30 papirnatih (plastičnih) krožnikov z visokim stranskim robom, ki preprečuje kroglici, da skoči ven iz krožnika.

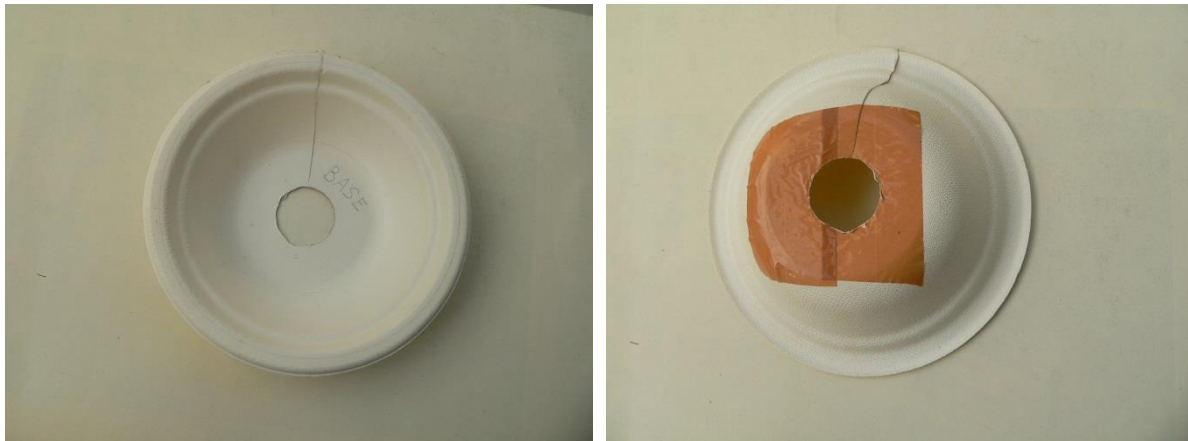
Premer krožnika naj bo za okoli 8 cm večji od premera kartonske cevi. Nosilni valj (kartonska cev) naj zavzema čim več sredine krožnika, tako da dobimo za pot kroglice širino 3 do 3,5 cm. Če je širina med valjem in obodom krožnika velika, se krožnik med kotaljenjem kroglice upogiba zaradi teže in kroglica zgublja na energiji (hitrosti). Pri prevelikih krožnikih je tudi stabilnost spirale slabša.

Priporočamo papirnate krožnike, ker so bolj čvrsti in odporni proti poškodbam, zato je trajnost spirale daljša. Plastični krožniki so krhki in se hitro lomijo pri sami izdelavi spiralnega klanca (rezanje središčne odprtine). Po letu dni plastični krožniki lahko razpadejo že sami od sebe zaradi staranja materiala. Čvrstost krožnikov povečamo, če združimo dva krožnika skupaj, a je zato tudi izdelava spirale bolj komplicirana (če združujemo krožnike, moramo ustrezno povečati hod). Lomljenje plastičnega krožnika pri rezanju središčne odprtine s škarjami zmanjšamo, če sredino krožnika prelepimo z lepilnim trakom.



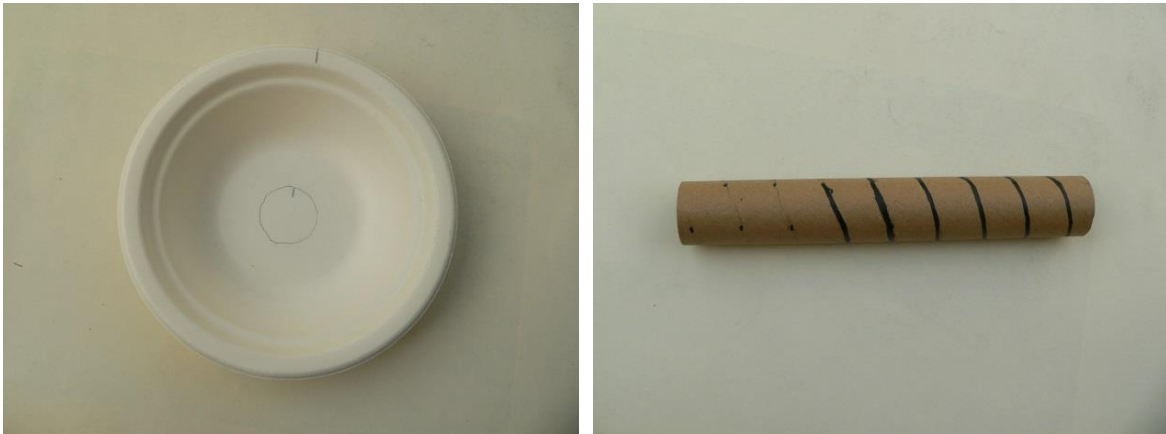
Na sredini krožnikov izrežemo odprtine, ki so večje od velikosti zunanega premera kartonske cevi za 3 – 5 mm. S tem se izognemo napetostim, ki povzročajo zvijanje krožnikov, kar je še posebej izrazito pri plastičnih krožnikih.

Odprtino najprej izrišemo s šestilom na enem krožniku. Pred tem s šestilom določimo središče krožnika s poskušanjem: če je šestilo zabodeno v središču, potem mora drugi krak šestila vseskozi drseti po zunanjem robu krožnika. Središče lahko določimo s konstruiranjem, a to je delo za matematike. Če središče odstopa za nekaj milimetrov od pravega središča, bo spiralni klanec nesimetričen, a bo še vedno deloval. Ko je krog narisani, na drugo stran krožnika (spodnja stran) nalepimo širok lepilni trak, da nam krožnik pri rezanju odprtine ne bo pokal. Ko izrežemo odprtino pri prvem krožniku, le to uporabimo za risanje krožnice pri vseh ostalih krožnikih. Krožnik z izrezano odprtino položimo na drug krožnik in izrišemo na njem krog. Ker smo središče določili le približno, je koristno, da na vsakem krožniku na krogu takoj določimo in označimo isto mesto, kjer bomo radialno prerezali krožnik. S tem si zagotovimo lepši končni izgled spiralnega klanca.



Vse krožnike z narisanim krogom prelepimo na spodnji strani s širokim lepilnim trakom in jih radialno prerežemo skozi označeno mesto in izrežemo središčni krog. Uporabimo lahko škarje ali olfa nož.

Z olfa nožem se lepo izrežejo krogi in pogosto ni potrebno lepiti spodnje strani krožnika z lepilnim trakom.



Pred lepljenjem krožnikov na kartonsko cev, narišemo na cev spiralo. Z lepljenjem krožnikov po spirali dosežemo, da so krožniki enakomerno oddaljeni med seboj in da pot kroglice vseskozi pada. Če odstopamo od spirale se nam lahko zgodi, da je pot kotanjasta in se v kotanji kroglica popolnoma ustavi, ali pa je razdalja med sosednjima krožnikoma premajhna in se kroglica na tem mestu ustavi (začepi).

Na kartonski cevi narišemo s svinčnikom spiralo, po kateri bomo lepili krožnike. Hod spirale (razdalja med sosednjima krožnikoma) naj bo 2,8 cm ali 3,2 cm pri kroglici s premerom 2,5 cm. Hod spirale mora biti vsaj 3 mm (še bolje 5 mm) večji od premera kroglice. Težje (kovinske) kroglice hitro dobivajo na hitrosti, zato naj bo hod čim manjši (strmina je manjša). Pri lažjih kroglicah (lesene) je hod lahko večji in je razdalja med krožniki lahko celo za 1 cm večja od premera kroglice. Zaradi prevelike hitrosti skačejo kroglice v spodnjem delu čez rob krožnika. To preprečimo z zmanjševanjem hitrosti (ovire na poti) ali s folijo, ki jo ovijemo na zunanjem delu spirale po obodu krožnikov.

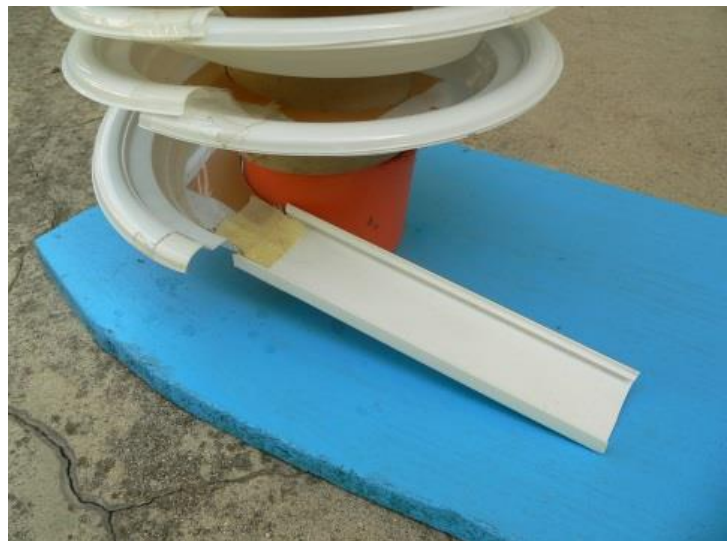
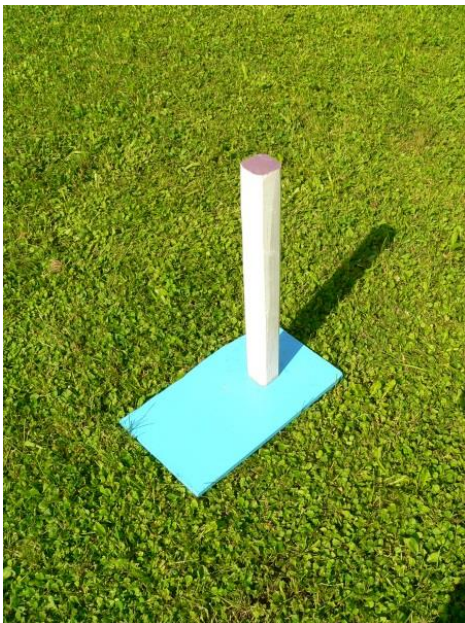
Pri risanju spirale si pomagamo s točkami. Vzdolž kartonske cevi narišemo od vrha točko na vsakem mnogokratniku razdalje 2,8 cm (hod): 2,8 cm ; 5,6 cm ; 8,4 cm ; ... (to je za naš konkretni primer). Na radialno nasprotni strani začnemo risati točke 1,4 cm pod vrhom (polovica hoda) in nadaljujemo zopet z mnogokratnikom hoda, to je večkratnikom 2,8 cm. Podobno naredimo točke na četrtnem delu kartonske cevi, le da začnemo na enem koncu 0,7 cm pod vrhom (eno četrtno hoda), na nasprotni strani pa 2,1 cm pod vrhom (tri četrtnine hoda). Narisane točke povežemo v spiralno črto.



Izrezane krožnike lepimo po spiralni črti na kartonsko cev s termo lepilom. Krožnik prilepimo tako, da z njim naredimo klanec s hodom (korakom) 2,8 cm (zadnji rob je za 2,8 cm nižji od sprednjega). Lepimo na spodnjem delu krožnika, da ne bi lepilo motilo kotaljenja kroglice. Ker lepimo na spodnjem delu krožnika, moramo začeti na zgornjem delu spirale in nadaljevati proti dnu. Na samem vrhu kartonske cevi ne lepimo krožnikov. Cev pustimo golo za okoli 2 cm, da jo lahko primemo in spiralo prestavljamo.

Na dnu pustimo 5 cm kartonske cevi gole (ne lepimo krožnikov), da bomo lahko usmerjali kroglico naprej, ko se odkotali iz spiralnega klanca. Če pozabimo in krožnike nalepimo do samega dna, si pomagamo z obročem, ki ga izrežemo iz kartonske cevi, ki ima enak presek kot nosilna cev in ga položimo na samo dno pod spiralo. Ko končamo z lepljenjem in postavimo spiralni klanec v pravilno lego, mora vdrti del krožnika gledati proti vrhu, dno pa proti spodnjemu koncu cevi.

Dva sosednja krožnika se na robu spirale prekrivata v širini okoli 1 cm (zadnji konec prejšnjega krožnika je nad prvim koncem naslednjega krožnika v širini okoli 1 cm tako, da se kroglica pri kotaljenju ne more zaletavati v robove). Prekrivajoča dela zlepimo z lepilom za plastiko ali kar z lepilnim trakom (priporočamo prozoren lepilni trak), da povečamo trdnost spirale. Če zaradi hitrosti kroglica izskoči iz spiralnega klanca čez rob krožnika, problem rešimo tako, da obdamo zunanji del s prozorno folijo (lahko je debelejša, uporabna pa je tudi že prozorna folija za zavijanje živil). Za kotaljenje po klanecu v našem primeru uporabimo železno kroglico s premerom 2 cm. Uporabljamo lahko tudi druge kroglice, ki imajo premer manjši od razmika med sosednjimi krožniki (hod).



Konstrukcija potrebuje močno in stabilno oporo. Naredimo jo iz deske, debele okoli 1 cm in iz okroglega lesenega valja ali kvadratne letve, ki se tesno prilega z notranjostjo kartonskega valja. Dolžina lesenega valja (kvadratne letve) naj bo 5 cm daljša od kartonskega valja, v našem primeru je to 85 cm. Na desko, dimenzije okoli 30 cm x 30 cm privijemo valj ali kvadratno letvo, ki bo nosila spiralni klanec. Na izhodu spiralnega klanca kroglico usmerimo s pravokotnim žlebom naprej v zbiralnik kroglic ali pa v nadaljevanje verižnega eksperimenta. Žleb je prilepljen z lepilnim trakom, da mu lahko spreminjamo smer.

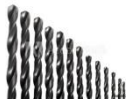
### 3.2 Navodila za izdelavo verižnega člana SANKANJE NA KLANCU

#### Orodje

Vrtalnik



Razni svedri za les in kovino, od 1 mm do 7 mm.  
Svedri od 1 mm do 5 mm naj bi bili podvojeni.



Žaga lisičji rep - majhni zobje žage



Kovinska ročna žaga in listi za kovinsko žago



Močne škarje za karton



Patex termo pištola + naboji lepila



Kladivo (200 g)



Klešče



Kombinirke



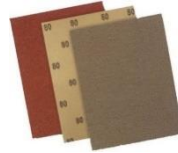
Različni izvijači (običajni in križni)



Ploščate pile (za les in za železo)



Brusni papir za les (grobi in fini)



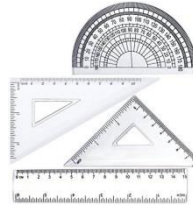
Fen za topel zrak



Meter (2 m)



Trikotniki, ravnila



Spona



Kotno ravnilo



Dolgo ravnilo dolžine 40 ali 50 cm (lahko je tudi lesena ali plastična letev brez merila). Koristno je, če je njena širina 3 cm.



Svinčnik



Električni razdelilec



Šolsko šestilo za risanje krogov



Olfa šestilo







Razni čopiči za barvanje:

tanki: 1 mm, 3 mm, 5 mm

debeli: 1 cm, 3 cm, 5 cm



<b>Material</b>	
<b>Osnovna škatla</b>	
Deska 100 cm x 50 cm, debeline okoli 2 cm	
4 letve dolžine 50 cm in 24 letev dolžine 100 cm. Širina letve je med 4 in 6 cm in debelina med 1 do 1,5 cm.	
4 stebri višine 50 cm in preseka 4 cm x 4 cm, lahko tudi 5 cm x 5 cm.	
Trd papir iz katerega bomo izrezovali oporne stebre in žlebove. Rezali ga bomo na trakove širine 10 cm in 8 cm in 6 cm.	
Papir mora biti kompakten, a primeren za obdelavo (rezanje, upogibanje) in dovolj čvrst . Ustrezal bi že 200 g/m <sup>2</sup> fotokopirni papir, še boljši je šelehammer (200 g/m <sup>2</sup> ali 250 g/m <sup>2</sup> ). Predlagamo nabavo 50 listov v velikosti A4 formata in 50 listov formata A3 v različnih barvah.	
3 m <sup>2</sup> stirodur plošče debeline 1 ali 2 cm	
Plastične cevi kvadratnega ali pravokotnega preseka različnih dimenzij (najbolj uporabni): širina 30 mm x višina 20 mm ali 40 mm x 25 mm). To je lahko tudi odpadni material pri električnih ali elektronskih instalacijah. Skupna dolžina naj bo okoli 20 m.	
Tanka in prožna vrv, ki se zvija, premera okoli 1 mm. Skupna dolžina 25 m. Lahko je vrv, ki se uporablja za notranje okenske žaluzije.	
Različne odpadne plastične posode (sladoled, živila, skuta, smetana, jogurt, ...)	
Različni plastični zamaški	
Odpadne prozorne plastične steklenice s širokim grlom (premer 4 cm)	
Odpadne prozorne plastične steklenice z ozkim grlom (premer 2,5 cm)	
4 kosi kovinskih kroglic s premerom 2,0 cm	
15 kom plastičnih (lahko tudi lesene) kroglic s premerom okoli 2,5 cm	
Elastike za zapiranje kozarcev.	
Plastelin	

Škatla za zbiranje kroglic (lahko od sladoleda).	
Lesni mizarski odpadki, ki jih bomo lahko uporabili pri konstrukciji.	
Kovinska žica, premera okoli 1 mm, ki se lahko zvija z roko. Skupna dolžina 30 m.	
Žebliji različnih velikosti (od 1 cm do 5 cm)	
Vijaki za les različnih velikosti (od 1 cm to 6 cm)	
2 kosa prozornega lepilnega trak širine 2 cm	
Bucike	
Sponke za papir	
Za barvanje – barve (črna, bela, rdeča, rumena, modra). Priporočamo barve, ki se redčijo z vodo in so obstojne, ko se posušijo. Ne smejo biti škodljive za otroke.	
Odpadni karton in časopis za zaščito pohištva in tal ter odpadne krpe.	

### Osnovna ideja

Papir je široko uporaben material za oblikovanje in za izdelovanje raznih izdelkov. V vsakdanjem življenju ga veliko uporabljamo za različne namene, zato je lahko dostopen. Kvaliteta in vrsta papirja je različna in le s poskušanjem bomo odkrili tisto vrsto papirja, ki bo ustrezna za našo konkretno uporabo, v našem primeru za verižni eksperiment.

Odpadni papir, ostanke od embalaže, papirnate mape, stare koledarje, reklame,... lahko koristno uporabimo pri ustvarjalni dejavnosti verižni eksperiment. Tako odpadnemu papirju damo novo uporabno vrednost. Prav s tem ciljem je zasnovana naprava »Sankanje po klancu«. Naprava je zgrajena pretežno iz papirja, le posamezni deli, predvsem zaradi trdnosti in trajnosti konstrukcije, so zgrajeni iz drugih materialov.

Nekaj primerov »Sankanje po klancu« iz spleta: <https://www.pinterest.com/pin/499336677405717986/>





### Osnovni načrt

Člen smo zasnovali tako, da bodo vsa načrtovana dogajanja povezali skupaj v leseni škatli z dimenzijami: 100 cm x 50 cm x 50 cm. S takšno zasnovo bo naprava vedno hitro pripravljena za uporabo in delovanje. Poleg tega lesena škatla preprečuje poškodbe pri premikanju, zagotavlja trdnost in trajnost papirnate konstrukcije, ki jo sama po sebi ne bi imela.

Velikost škatle je izbrana glede na velikost prtljažnika osebnega avta, da lahko napravo enostavneje prevažamo kar v prtljažniku avta. V osnovni škatli povežemo med seboj posamezne elemente, ki bodo skupaj predstavljali sankiško stezo. Kroglice, ki se bodo kotalile po stezi, bodo predstavljale sanke. V danih navodilih so podane smernice le za izdelavo posameznih elementov, ki jih lahko med seboj poljubno povežemo.

### Navodila za izdelavo osnovne škatle

Osnovna deska (100 cm x 50 cm) se lahko kupi v trgovini ali pa se jo izreže iz večje plošče. Lahko se uporabi iverna plošča (tudi iz odsluženega pohištva). Debelina deske naj bo 1 cm ali več in iz obdelanega lesa, ki se ne bo kasneje krivil. Dimenzije osnovne škatle so priporočljive, niso pa obvezne in se jih lahko prilagodi.



Na vse štiri vogale osnovne deske pritrdimo od spodaj z vijaki (dolžine 5 do 7 cm) pokončne stebre. Zadošča en vijak v sredino stebra. Pri umeščanju stebrov moramo paziti, da so odmaknjeni od robov toliko, kolikor je debelina letvic, ki bodo povezovale stebre med seboj. Pred zavijanjem stebrov z vijaki je koristno stični površini namazati z lepilom. Letvice, ki povezujejo stebre, postavimo na osnovno desko, tako da bo ostala osnovna ploskev škatle še vedno 100 cm x 50 cm. Debelina letvic naj bo okoli 1 cm, širina pa vsaj 3 cm. Letvice zalepimo na osnovno ploskev in jih še privijemo od spodaj z vijaki. Z vijaki privijemo letvice tudi k pokončnim stebrom, da zagotovimo trdnost stebrov. Po želji lahko pred zavijanjem letvic na steber namažemo vmesne ploskve z lepilom. Osnovna škatla je končana. Pustimo, da se lepilo posuši. Oblika škatle je narobe obrnjena miza.

Opozorilo: da glavice vijakov ne bodo gledale iz osnovne ploskve in povzročale praske na podlagi, moramo izvrtano luknjo razširiti na začetku s širšim svedrom, da se v vdrtini skrije glavica vijaka. To lahko opravimo že kar ročno.

### Navodilo za izdelavo posameznih elementov

Vsi osnovni elementi so izdelani iz papirja, ki ima gostoto večjo od 200 g/m<sup>2</sup>. Tu ni upoštevan karton in zelo trd papir, ker se težko oblikuje. Najbolj uporaben je tako imenovani šeleshamer, ki je trden, prožen in zadrži obliko po oblikovanju. Tudi ni dovzeten na spremembe vlage v ozračju. Dobi se ga v različnih barvah, kar popestri izgled verižne naprave. Uporabimo lahko tudi odpadni papir, ki je ostanek različnih map, koledarjev, reklam, embalaže pri različnih izdelkih,...

V našem primeru oblikujemo stezo s širino 3 cm in stransko ograjo višine med 1 cm in 2 cm. Te dimenzije so ustrezne za kotaljenje kroglic s premerom do 2,5 cm. Za hitrejšo izdelavo prog si pomagamo z ravnilom širine 3 cm in dolžine vsaj 30 cm. Lahko si izdelamo tako ravnilo tudi sami iz lesene kvadratne ali pravokotne palice ali letve, ki ima eno stranico širine 3 cm. Priporočljiva dolžina je 50 cm. Uporabimo lahko tudi plastične late, ki jih uporabljajo pri elektroinstalacijah.

#### 3.2.1 Nosilni stebri

Nosilni stebri iz papirja zagotavljajo stabilnost konstrukcije. Lahko jih oblikujemo tudi iz tršega papirja ali celo kartona. Uporabimo lahko odpadno embalažo (tetrapak od mleka ali od sokov, plastične posode,...). Primerne so tudi okrogle kartonske ali plastične cevi. V navodilih se bomo omejili le na stebre iz papirja.

Priporoča se uporaba tristranih (prečni prerez je enakostraničen trikotnik) in štiristranih (prečni prerez je kvadrat) stebrov. Štiristrani stebri so trdnejši in uporabni tudi za prečne povezave ter za dodatne opornike. Tako tristrane kot štiristrane stebre izdelamo na enak način: pri tristranih imamo štiri vzporedne trakove, pri štiristranih pa pet.



Širina enega traku je lahko poljubna. Na primer: širina traku naj bo 2 cm. Širino 3 cm uporabimo, če speljemo stezo skozi stebre in prečne povezave. Od roba papirja narišemo pet vzporednih trakov širine 2 cm. Za risanje uporabljamo že izrabljen kemični svinčnik (kuli), da ne riše črt. Z njim trdno pritismo v papir, da naredi žleb in se zato papir bolje prepogiba (papir ne poka). Po narisanih črtah prepogibamo papir, da dobimo steber kvadratnega profila. Krajni ploskvi se med seboj prekrivata in s tem dobi steber trdnost. Na robu zalepimo in na spodnji strani stebra zarezemo po robovih okoli 3 cm v notranjost stebra. Nastale trakove zavijemo navzven in jih z lepilnim trakom prilepimo na podlago. Če je steber predolg, ga na zgornjem robu ustrezno skrajšamo. Če je steber prekratek, ga podaljšamo z drugim stebrom tako, da prilepimo spodnje trakove drugega stebra na prvi steber.

Prečne stebre naredimo na enak način kot nosilne stebre, le da zarezemo po robovih tako na spodnji kot na zgornji strani stebra. Nastale trakove prilepimo z lepilnim trakom na konstrukcijo. Enako naredimo tudi podporne stebre, le da ustrezno prilagodimo dolžino posameznih rezov po robovih. Nastale trakove zalepimo na konstrukcijo in pa na osnovno podlago.

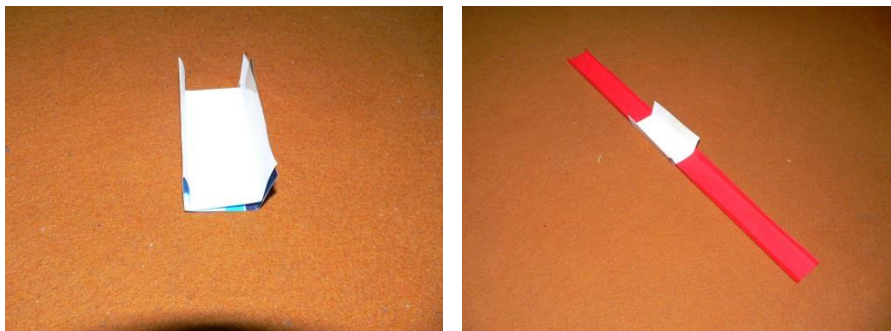
### 3.2.2 Ravna proga



Od roba papirja narišemo vzdolžne vzporedne trakove širine: 1,5 cm – 3 cm – 1,5 cm. Na koncu zadnjega traku odrežemo, da dobimo pravokotnik z vrisanimi tremi progami. Papir prepognemo za 90 stopinj po vrisanih črtah, tako da dobimo žleb širine 3 cm in višini ograje 1,5 cm. S tem imamo ravno progo narejeno.

### 3.2.3 Povezovalni člen

S povezovalnim členom povezujemo med seboj posamezne dele, predvsem žlebove. Obliko ima enako kot ravna proga, le da so stene za okoli 2 mm višje. Dolžina povezovalnega člena naj bi bila 5 cm ali več, glede na uporabo. Povezovalni člen prilepimo na koncu npr. ravne proge tako, da lepimo samo na zgornjem delu sten, ob strani pa ostane reža prosta. Skozi režo ob stenah in na dnu vtaknemo lahko naslednjo ravno progo in s tem se nam dolžina ravne proge podaljša.



Povezovalni člen z dvojno steno je bolj praktičen za uporabo, ker ga lahko tudi pomikamo po progi navzgor ali navzdol, je gibljiv. Po obliki je enak povezovalnemu členu z enojno steno, le da imamo dve steni namesto ene. To dosežemo, če papir prepognemo in nato od roba pripogiba narišemo vzporedne proge širine: 1,7 cm – 3 cm – 1,7 cm. Na koncu zadnje proge odrežemo in s prepogibanjem odrezanega papirja naredimo žleb. Lepimo ga samo na vrhu sten.

### 3.2.4 Ravna proga s pravokotnim izhodom



Naredimo ravno progo. Na koncu proge zarežemo samo po enem robu med dnom in steno zarezo v dolžini 4,5 cm (širina dna + širina stene žleba). 1,5 cm od začetka narejene zareze naredimo po dnu žleba pravokotno zarezo čez celo dno. Nastali enakokraki trikotnik zapognemo na spodnjo stran žleba. Oba nastala trakova zlepimo, da predstavljata steno žleba, ki je zavita pod pravim kotom. Na nasprotni strani žleba zarežemo po steni do dna v razdalji 4,5 cm (širina dna + širina stene žleba) od konca žleba, tako da naredimo pravokotni izhod za kroglico.

### 3.2.5 Proga v obliki S



Naredimo ravno progo. Na mestu, kjer želimo imeti zavoj, prerežemo progo pravokotno čez eno steno in čez celotno dno. Na prerezanem mestu prekrijemo med seboj oba dela za okoli 10 stopinj (na zgornjem robu stene se odrezana dela prekrivata za okoli 2 do 3 mm) in ju zalepimo z lepilnim trakom na zunanji strani dna in na steni. Pazimo, kako se bo kotalila kroglica, da prehaja iz zgornjega dela na spodnji del dna (ne bo zadevala v robove). Če se nam zdi zavoj premajhen, naredimo še eno pravokotno zarezo čez steno in dno in ponovimo zgoraj opisani postopek. Nova zareza naj bo okoli 3 cm oddaljena od prve. Več zarez bomo naredili večji bo ovinek.

Z zarezo na nasprotni strani kot prej bomo dosegli, da bo ovinek nasproten od prvotnega. Tako delamo lahko leve in desne ovinke ter prilagajamo velikost ovinka.

### 3.2.6 Spiralna proga

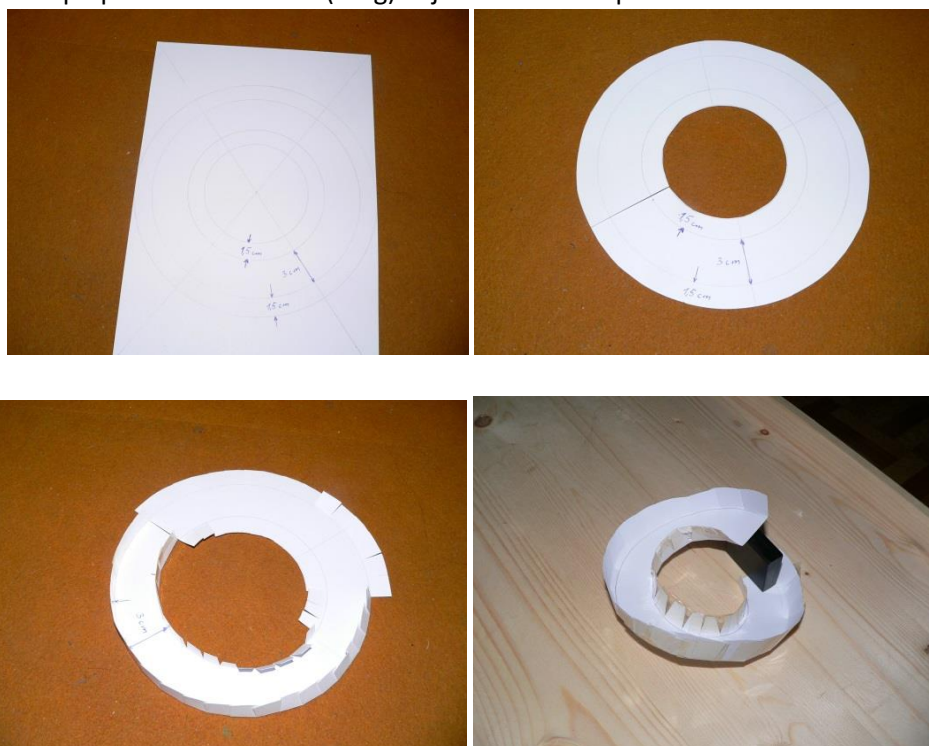
Spiralno progo lahko izdelamo na več načinov:

- a.) Najbolj enostavno naredimo spiralo, če naredimo kolobarje (dva kroga z istim središčem) širine 3 cm in jih med seboj enega za drugim povežemo v spiralo. Polmer osnovnega kroga si izberemo sami glede na to, ali želimo veliko spiralo ali manjšo. Da kroglica ne uide iz spirale, moramo narediti še ograjo, ki je 1,5 cm visoka (lahko je tudi več, da bo preprečil skakanje kroglice iz spirale zaradi prevelike hitrosti).

Ograjo naredimo iz traku, ki je širok 2 cm. Razdelimo ga vzdolžno na dva dela, 1,5 cm je višina ograje, 0,5 cm pa uporabimo za pričvrstitev ograje na spiralo. Na spodnjem, 0,5 cm širokem traku naredimo na vsake 3 cm (na 2 cm pri majhnem kolobarju, premer kolobarja je manjši od 10 cm) pravokotno zarezo v dolžini 0,5 cm. Nastale zaporedne pravokotnike (0,5 cm x 3 cm), ki se z eno stranjo še držijo stene, lepimo na kolobar izmenoma na zgornjo in nato na spodnjo stran kolobarja. Tako je stena spirale bolj trdna, kot če bi lepili samo na spodnjo stran kolobarja.

Če za ograjo uporabimo dovolj trd in prožen papir, lahko lepimo trak tudi direktno na spiralo in ne potrebujemo podaljškov iz 0,5 cm traku. Trak dobi dovolj trdnosti z zvijanjem po spirali.

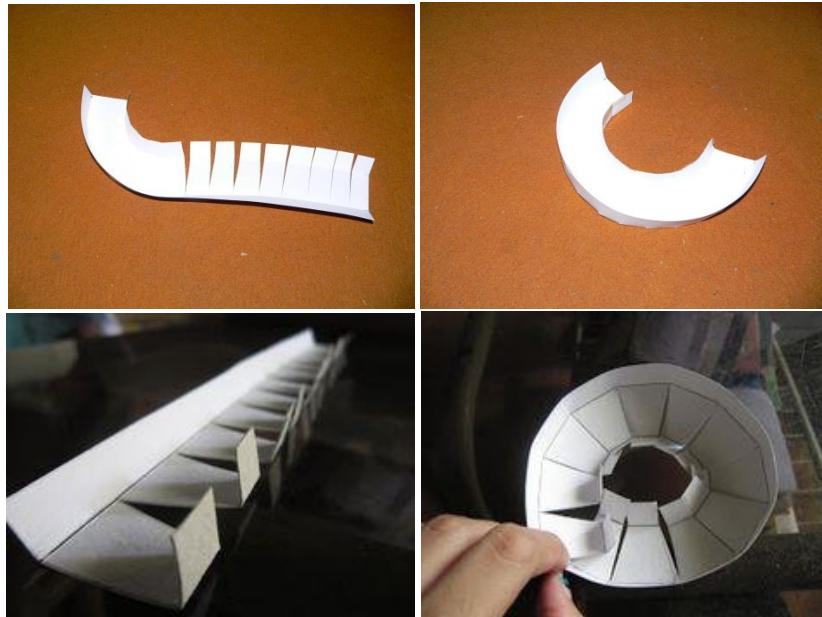
- b.) Spiralo delamo po posameznih hodih (krog) in jih na koncu zlepimo.



Na papirju narišemo tri kolobarje s širino: 1,5 cm (ograja), 3 cm (steza) in 1,5 cm (ograja). Polmer osnovnega kroga (steze) si izberemo sami glede na to, ali želimo veliko spiralo ali manjšo. Ko izrežemo kolobarje, zarežemo na notranjem in na zunanem kolobarju radialno 1,5 cm dolg rez na približno vsakih 3 cm (na 2 cm, če je polmer kolobarja manjši od 5 cm). Dobljene pravokotnike prepognemo navzgor (ograja) in jih med seboj zalepimo. Pri lepljenju pazimo, kako se bo kroglica kotalila, da se ne bo zaletavala v robove. Narejene hode zalepimo med seboj in dobimo lahko poljubno dolgo spiralo.

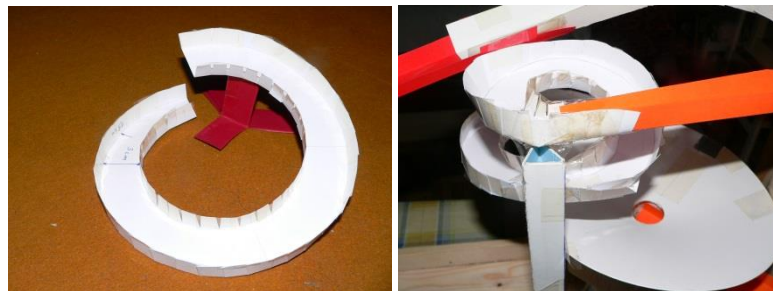
Če je polmer spirale majhen, potem mora biti hod dovolj velik, da se kroglica lahko kotali po spirali, kar pomeni, da je steza strma in hitrost kroglice velika.

- c.) Spiralo lahko izdelamo tudi po postopku, ki smo ga uporabili pri izdelavi proge S. Ravno progo zarezujemo samo na eni strani in prerezane sosednje dele med seboj zlepimo z lepilnim trakom.



Glede na to ali režemo na levi strani ali na desni, dobimo levi ali desni zavo. Tako dobljene zavoje med seboj zlepimo in lahko naredimo poljubno dolgo spiralo.

Pri spirali z majhnim polmerom, manjšim od 5 cm, se nam širina proge zmanjša, zato moramo to upoštevati pri izdelavi osnovne ravne proge: širina proge naj bo 3,5 cm namesto 3 cm. Ker je prekrivanje sosednjih delov večje pri spirali z manjšim polmerom, si pomagamo tako, da namesto ravnega pravokotnega reza izrežemo enakostranični trikotnik in nato lepimo sosednje dele. Tako dosežemo manjše pokrivanje in zavo lažje oblikujemo.

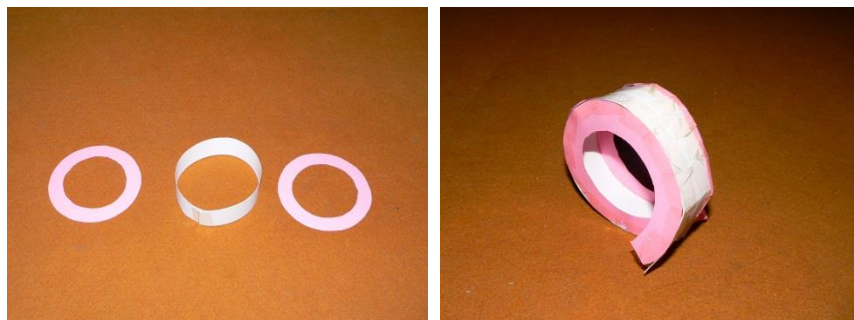


### 3.2.7 Skakalnica in luping

Skakalnico dobimo, če na zadnjem delu ravne proge s škarjami zarezemo nekaj zarez pravokotno in simetrično na obeh straneh sten. Zareze naj bodo v medsebojni razdalji okoli 3 cm. Dno proge ne režemo. Na prerezanem mestu prekrijemo med seboj oba sosednja dela za okoli 10 stopinj (na zgornjem robu stene se odrezana dela prekrivata za okoli 3 mm) in ju zalepimo z lepilnim trakom. Pazimo, kako se bo kotalila kroglica, da ne bo zadevala v robove.



Z zarezovanjem sten skozi vso dolžino ravne proge, prekrivanjem in lepljenjem sosednjih delov lahko naredimo luping. Za luping mora biti zavoj lepo zavrt in dovolj velikega premera, da ne zaustavlja kroglice pri spreminjanju smeri. Izdelava lupinga je zahtevna in moramo veliko preizkušati. Samo konstrukcijo lupinga moramo dobro pričvrstiti, da se ne maje in ne premika. V luping mora kroglica priti z dovolj veliko hitrostjo, da se kotali po obodu zaradi centrifugalne sile in ne pade na tla. Praktično moramo kroglico spustiti iz višine, ki je približno dvakrat višja od premera lupinga.

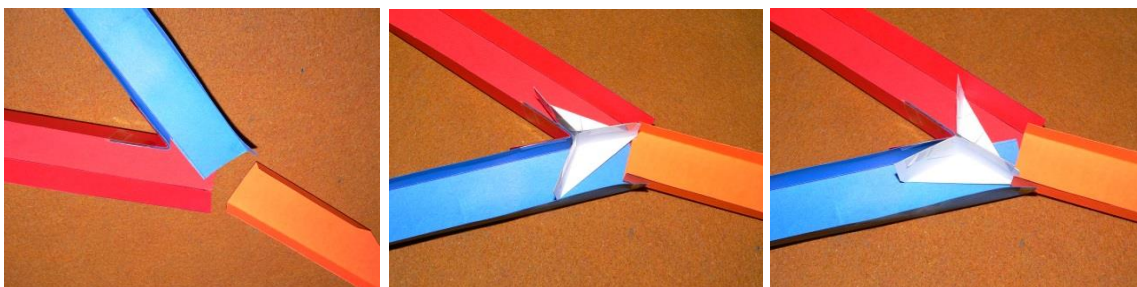


Luping lahko naredimo bolj enostavno, če izrežemo trak iz tršega papirja s širino 3 cm in ga zvijemo v valj, ter zalepimo skupaj konca traku. Dobljeni valj oblepimo z lepilnim trakom na obeh straneh s kolobarjema, ki se prilegata valju. Kolobarja predstavljata stene lupinga. Višina sten (širina kolobarja) naj bo 1 cm. Če želimo bolj trdno konstrukcijo, lahko na zunanji strani kolobarja naredimo obroč širine 0,5 cm, ga narežemo po dolžini na 3 cm in lepimo nastale dele na zunanji obod valja.

Z zarezovanjem sten ravne proge in izbočenjem dna, se med sosednimi deli naredi razmik. Razmaknjene dele zalepimo in dobimo izboklino na progi. Izboklino lahko kombiniramo z vdolbino (skakalnica, ki smo jo razložili že v prvem odstavku) in popestrimo kotaljenje kroglice. Pri tem moramo paziti, da bo kroglica lahko premagala nastali hrib in se ne bo ustavljala v kotanji.



### 3.2.8 Križišče in usmerjevalec

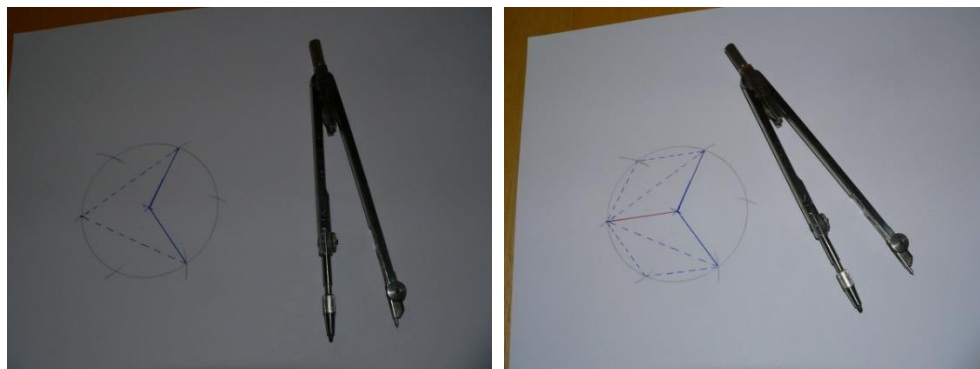


Križišče naredimo iz dveh ravnih prog. Na koncu ju na notranji strani po robu med dnem in steno zarezemo in zapognemo steni drugo proti drugi. Zalepimo, da lahko spreminjamo kot med obema progama. Druga, neodrezana dela povežemo k ravni stezi pred križiščem in zalepimo. Nagib križišča naj bo majhen. Tudi hitrost kroglice v križišču naj bo majhna, da kroglica ne skače preko proge. Ko se kroglica prikotali v križišče, izbere naključno eno ali drugo progo, če je križišče pravilno postavljeno. Če križišče obrnemo, nam dve progi združi v eno.

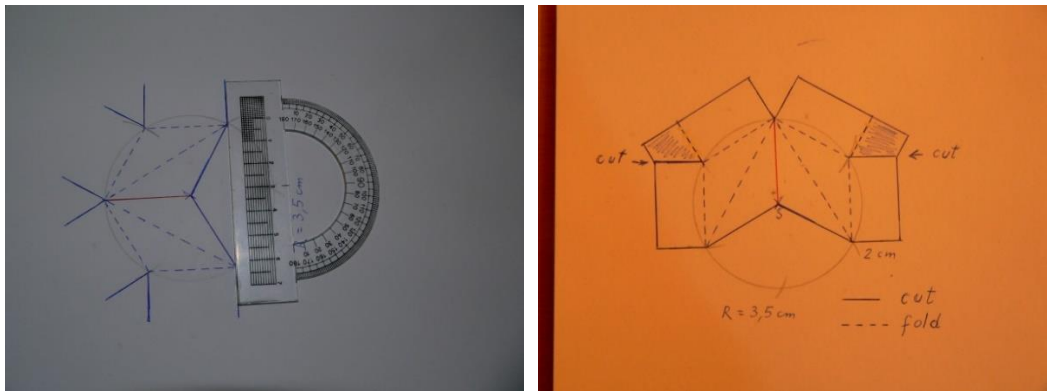
Z usmerjevalcem lahko dosežemo, da usmerja kroglico enkrat v eno stezo, drugič v drugo stezo.

Za izdelavo usmerjevalca potrebujemo gladek papir, ki se ga da oblikovati. Narišemo krog s polmerom 3,5 cm in ga s šestilom razdelimo na 6 enakih delov. Med seboj povežemo vsako drugo točko s prekinjeno črto, središče kroga pa povežemo z dvema točkama s polno črto. Po prekinjeni črti bomo prepogibali papir, po polni črti pa bomo rezali.

S prekinjeno črto povežemo še sosednji točki na krožnici, kot je narisano na sliki spodaj. Z rdečo črto smo nakazali samo, da se dela simetrično.

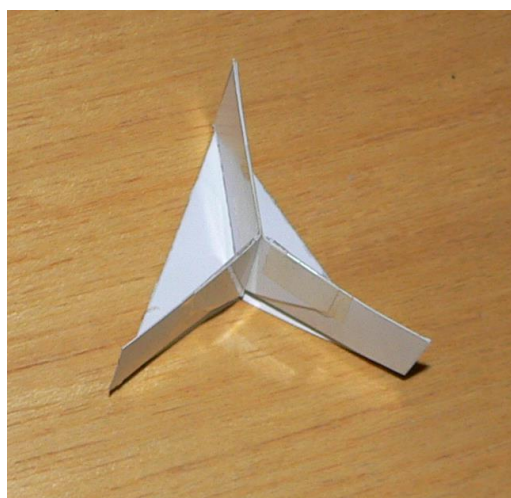


Narišemo pravokotnice na črtkane črte, ki povezujejo sosednje točke na krožnici (dobimo jih tudi kot podaljšek stranice enakostraničnega trikotnika, kot prikazuje stranica kotnika na sliki spodaj). Pravokotnice so dolge 2 cm (nekoliko višje od ograje). Konce pravokotnic povežemo s polno črto in dokončno izrišemo, kot je narisano na spodnji sliki.



Sliko izrežemo po polni črti. Črtkane črte označujejo samo prepogibanje papirja. V notranjosti lika režemo samo po črti, ki je na sliki označena s »cut«.

Pravokotniki zunaj lika so stene usmerjevalca in jih zapognemo navzven. Ko prepognemo navznoter po črtkani črti, ki povezuje dve nesosednji točki na krožnici se združita pravokotnika označena s črko A. Pravokotnika B in C predstavljata zadnja kraka usmerjevalca, ki ju med seboj zalepimo z počrnjenim delom. Končni izgled je na spodnji sliki. Da nam usmerjevalec ne skače s proge, ga od spodaj pritrdimo na križišče z buciko.



### 3.2.9 Vdrti stožec

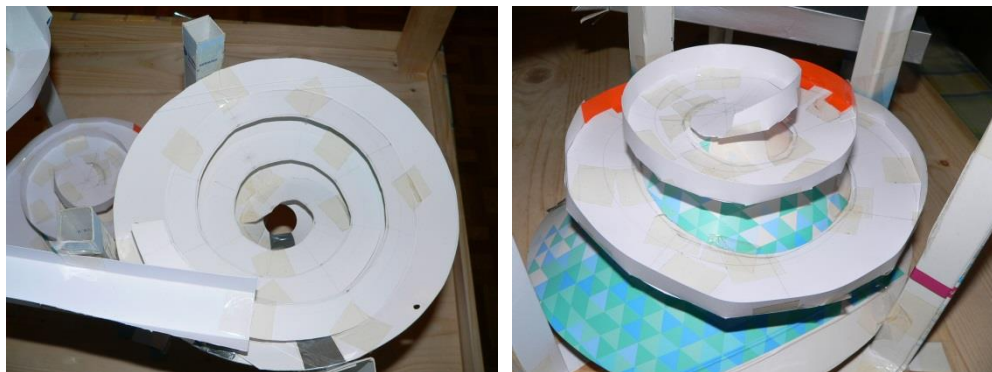


Narišemo in izrežemo krog iz trdega papirja (šeleshamer). Krog je lahko poljuben, a večji od premera 10 cm. Večji kot je krog, lepše se kotali kroglica po notranjem plašču stožca. V sredini narišemo krog s premerom 4 cm in ga izrežemo. Tako dobimo odprtino, skozi katero se bo odkotalila kroglica ven iz plašča. Nastali kolobar prerežemo radialno in nastala konca prekrijemo med seboj za okoli 30°, da nastane stožec z naklonom okoli 30°. Robove zalepimo. Če je naklon velik, kroglica hitro zdrsi v luknjo na sredi. Če je naklon premajhen, kroglica rada skoči čez rob in moramo narediti zaporno ograjo na obodu. Pri majhnem naklonu se kroglica kotali daljši čas po stožcu. Kroglica naj pride v stožec tangencialno, da v začetku kroži po zunanem obodu. Hitrost kroglice naj bo majhna. Stožec mora biti trdno pritrjen, da kroglica ne izgublja energijo z nihanjem stožca.

### 3.2.10 Spirala na stožcu

Prvo narišemo spiralo na trden papir (šeleshamer). Velikost spirale določimo sami. Koristno je, da je velika.

Narišemo koncentrične kroge, pri katerih je razlika v polmeru za 3,2 cm. Kroge razdelimo s premeri na 8 enakih delov. Spiralo narišemo po točkah. Izberemo si osnovni polmer, kjer so točke spirale točno na presečišču s krožnico. Na sosednjem polmeru narišemo točke spirale 0,4 cm ( $3,2 \text{ cm} : 8 = 0,4 \text{ cm}$ ) pod presečiščem polmera in krožnice. Tako nadaljujemo, da pri vsaki naslednji osmini kroga rišemo točke 0,4 cm nižje kot pri predhodnem polmeru. Dobljene točke povežemo s črto, ki predstavlja spiralo. Po črti izrežemo spiralo. V sredini pustimo nerazrezan krog s polmerom 3 cm.



Narejeno spiralo moramo pritrditi na trdno oporo. Za to je najbolj primeren stožec. Naredimo ga iz kroga s polmerom, ki je enak ali večji od največjega kroga pri risanju spirale. Uporabimo lahko tudi trši papir ali karton. Obliko stožca prilagodimo obliki spirale, da se med seboj dobro prilegata spirala in plašč stožca. Vrh stožca odrežemo, da nastane luknja s premerom 3 cm. Spiralo zalepimo na plašč stožca z lepilnim trakom.

Imamo dve možnosti: lepimo na notranji strani plašča ali po zunanji strani plašča stožca. Če lepimo spiralo po notranji strani, bo stožec stal obrnjen in kroglica vstopi v širšem delu stožca in izstopi na odrezanem vrhu stožca. Ob strani spirale ni potrebno delati ograje, ker se kroglica kotali ob steni stožca.

Če lepimo na zunanji strani stožca, bo kroglica vstopila na odrezanem delu stožca in izstopila v spodnjem razširjenem delu stožca. Kroglico lahko usmerimo s plašča stožca že na srednjem delu stožca, ko ima še nekaj potencialne energije in z njo lahko opravi določeno delo. Zaradi centrifugalne sile vleče kroglico iz steze, zato moramo narediti ograjo na zunanjem delu steze.

Če za ograjo uporabimo dovolj trd in prožen papir, lahko lepimo trak direktno na spiralo in ne potrebujemo podaljškov iz 0,5 cm traku. Trak dobi dovolj trdnosti z zvijanjem po spirali.

### 3.2.11 Poševna strmina

Iz močnejšega kartona lahko naredimo poševno strmino. Po njej speljemo cik-cak progo, lahko postavimo razne ovire, ki preusmerijo smer kotaljenja kroglice.

