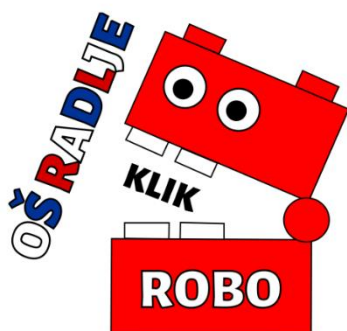




Gravitacijske baterije

Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Osnovna šola Radlje ob Dravi

Avtorji: Lina Ledinek, Špela Škorjanc in Alex Glazer

Mentorja: Boštjan Ledinek in Primož Podrzavnik

Radlje ob Dravi, 5. 4. 2023

Kazalo

1	Povzetek.....	4
1.1	Povzetek v slovenskem jeziku.....	4
1.2	Ključne besede.....	4
1.3	Povzetek v angleškem jeziku	4
1.4	Keywords	5
2	Uvod.....	6
2.1	Ugotovitve	6
2.2	Hipoteze.....	6
2.3	Raziskava.....	6
2.3.1	Črpalne hidroelektrarne	7
2.3.2	Gravitacijske baterije.....	7
2.3.3	Različne vrste gravitacijskih baterij	9
2.3.4	Prikaz prenosa energije z dvigovanjem in spuščanjem blokov	9
3	Vsebinski del	10
3.1	Naše ideje	10
3.1.1	Ugotovitve	10
3.1.2	Fizika devetega razreda.....	10
3.2	Naša rešitev KakiBox.....	11
3.2.1	Navodila za uporabo.....	12
3.2.2	Navodila za izdelavo modela	13
3.2.3	Generator	15
3.2.4	Mehanizem za spuščanje	16
3.2.5	Uteži in protiuteži	17
3.3	Žice in porabniki.....	19
3.4	Izračuni za model KakiBox	21
3.4.1	Izračuni po »mehaniki« modela	23
3.4.2	Izračuni po »elektriki« modela.....	23
3.5	Izračuni za srednje velik stanovanjski blok.....	23
3.5.1	Izračuni po »mehaniki«:	24
3.6	Shranjevanje energije z dvigom stavbe	25
3.6.1	Ali je dvig stavbe sploh mogoč?	25
3.6.2	Fizika dviga bloka.....	26

3.7	Program za KakiBox	26
3.8	Posvetovanje s strokovnjaki	27
4	Zaključek.....	29
5	Viri	30
6	Priloge:	31

1 Povzetek

1.1 Povzetek v slovenskem jeziku

Vse večje potrebe po energiji predstavljajo velik izziv za celotno prebivalstvo. Električna je vse bolj prisotna kot glavni energent. Sončne in vetrne elektrarne so odvisne od vremenskih pogojev. Tako prihaja do pomanjkanja in viškov energije. Shranjevanje viškov energije bo vedno večji izziv. Baterije so drage, okolju neprijazne in se kvarijo.

Gravitacijske baterije so sodoben trend, do katerega so mnogi skeptični. Delujejo tako, da potencialno energijo prek generatorja pretvarjajo v električno in obratno. Inovatorji so si zamislili različne izvedbe gravitacijskih baterij. Od puščanja bremen v rudnike, zlaganja betonskih blokov na kup in prevažanja bremen v višja nadstropja stavb.

Pri raziskavi gravitacijskih baterij smo dobili dve ideji. Prva ideja je, da bi s spuščanjem odplak iz višjih nadstropij stavb proizvajali elektriko. Odplake bi zbrali v velikih zabojnikih, ki bi bili nameščeni na dvigala ali samostojno. Ideja se je zaradi nizkega izkoristka in visokih stroškov izvedbe izkazala za neuporabno. Za naš izum KakiBox smo izdelali model, ki je uporaben za pouk fizike.

Naša druga ideja je, da bi z dvigovanjem celotne stavbe shranjevali odvečno energijo. Ko sije sonce in smo v službi ali šoli, z odvečno elektriko prek hidravlik dvigujemo stavbo. Popoldan, ko elektrike primanjkuje, se stavba spušča in s pritiskom v hidravlikah prek generatorja proizvaja elektriko.

Naloga je nastala v okviru programa FIRST LEGO Liga, katerega organizator v Sloveniji je organizacija Super Glavce.

1.2 Ključne besede

Gravitacijske baterije, shranjevanje odvečne energije

1.3 Povzetek v angleškem jeziku

The ever-increasing energy needs represent a major challenge for the entire population. Electricity is increasingly present as the main source of energy. Solar and wind farms depend on weather conditions. This is how energy shortages and surpluses occur. Storing surplus energy will be an increasing challenge. Batteries are expensive, environmentally unfriendly and perishable.

Gravity batteries are a modern trend that many are skeptical about. They work by converting potential energy into electricity via a generator and vice versa. Innovators have come up with various implementations of gravity batteries. From dropping loads into mines, stacking concrete blocks and transporting loads to higher floors of buildings.

In researching gravity batteries, we came up with two ideas. The first is to produce electricity by dropping sewage from the upper floors of buildings. Sewage would be collected in large containers that would be mounted on lifts or as stand alone solution. The idea turned out to be unusable due to low efficiency and high implementation costs. For our KakiBox invention, we made a model that is useful for physics lessons.

Our second idea is to store excess energy by elevating the entire building. When the sun is shining and we are at work or school, we use excess electricity to raise the building using hydraulics. In the afternoon, when there is a shortage of electricity, the building descends and produces electricity through a generator using the pressure in the hydraulics.

The task was created within the framework of the FIRST LEGO League program, the organizer of which in Slovenia is the organization Super Glavce.

1.4 Keywords

Gravity batteries, storage of excess energy

2 Uvod

2.1 Ugotovitve

V občini Radlje ob Dravi in širše smo prepoznali problema proizvodnje in shranjevanja energije.

V občini je veliko sončnih elektrarn. Ko sije sonce, imamo viške energije, ki jih nimamo kam shraniti. Za črpanje vode v višje ležeča stanovanja v hišah in blokih porabimo veliko energije. Velike baterije so drage in onesnažujejo okolje. Baterije se pogosto kvarijo, lahko se tudi vnamejo.

Zaradi geografske lege v Radljah ob Dravi ni mogoče postaviti črpalne akumulacijske hidroelektrarne, ki bi omogočala shranjevanje odvečne energije.

2.2 Hipoteze

V stanovanjskih blokih lahko s spuščanjem odplak, zbranih v rezervoarjih, učinkovito in poceni pridobivamo električno energijo.

Viške energije bi lahko shranili z dvigovanjem stavb. Dvigovanje stavb za shranjevanje odvečne energije je izvedljivo in ekonomsko učinkovito.

2.3 Raziskava

Raziskovalna naloga je nastala v okviru programa FIRST LEGO Liga, katerega organizator v Sloveniji je organizacija Super Glavce. Tema letošnje sezone je bila energija. V ekipi sta še dva člana Miha in Anže. Ker je omejitev tri, je mentor bil priseljen izločiti dva sošolca. Nalogo smo uspešno zagovarjali na finalu First Lego lige in le za las e nam je izmuznilo potovanje v Avstralijo.

Pri naši nalogi smo raziskovali načine proizvodnje in shranjevanja energije. Najprej smo razmišljali, kako bi proizvajali in shranjevali energijo v šoli. Na strehi že imamo sončno elektrarno, zato smo se osredotočili na shranjevanje energije. Prva ideja je bila, da bi vse šolske torbe opremili z baterijami. Kmalu smo ugotovili, da to ni smiselno.

Razmišljali smo tudi o vodnih virih in sicer, da bi na žlebove vgradili manjše turbine ter preko padavin prišli do električne energije. Ugotovili smo, da tudi to že obstaja in tudi ni racionalno.

Spraševali smo se, kako ugodneje od obstoječih naprav proizvajati in shranjevali energijo in jo porabljati takrat, kadar jo potrebujemo. Vemo, da s spuščanjem težkih predmetov lahko proizvajamo električno energijo. Prišli smo na idejo, da bi v stolpnica lahko kontrolirano spuščali odplake iz stanovanj posameznih nadstropij. Nekaj časa bi v velik zbiralnik zbirali odplake, nato pa bi jih spuščali in s tem preko generatorja proizvedli elektriko (izkoriščanje potencialne energije).

Razmišljali smo še naprej in sicer, kam bi shranili energijo, ko je imamo preveč. Baterije so drage, se kvarijo in so okolju neprijazne. Razmišljali smo o črpalni akumulacijski hidroelektrarni, a v Radljah ob Dravi ni možnosti za umestitev v prostor.

2.3.1 Črpalne hidroelektrarne

Črpalne hidroelektrarne črpajo vodo iz nižje ležečega v višje ležeče akumulacijsko jezero takrat, ko je cena električne energije nizka. Električno energijo proizvajajo z izkoriščanjem padca vode iz višje ležečega akumulacijskega jezera v nižje ležeče, ko je cena električne energije visoka. Razlike v cenah električne energije na trgu so tolikšne, da se kljub nizkemu izkoristku črpalnih hidroelektrarn (na primer ČHE Avče dosega okoli 77-odstotni izkoristek) tak način shranjevanja energije ekonomsko izplača. (<https://www.esvet.si/vodna-energija/vrste-hidroelektrarn>)



Slika 1: Akumulacijsko jezero HE Vavče (<https://www.seng.si/hidroelektrarne/crpalne-hidroelektrarne/2017060910104485>).

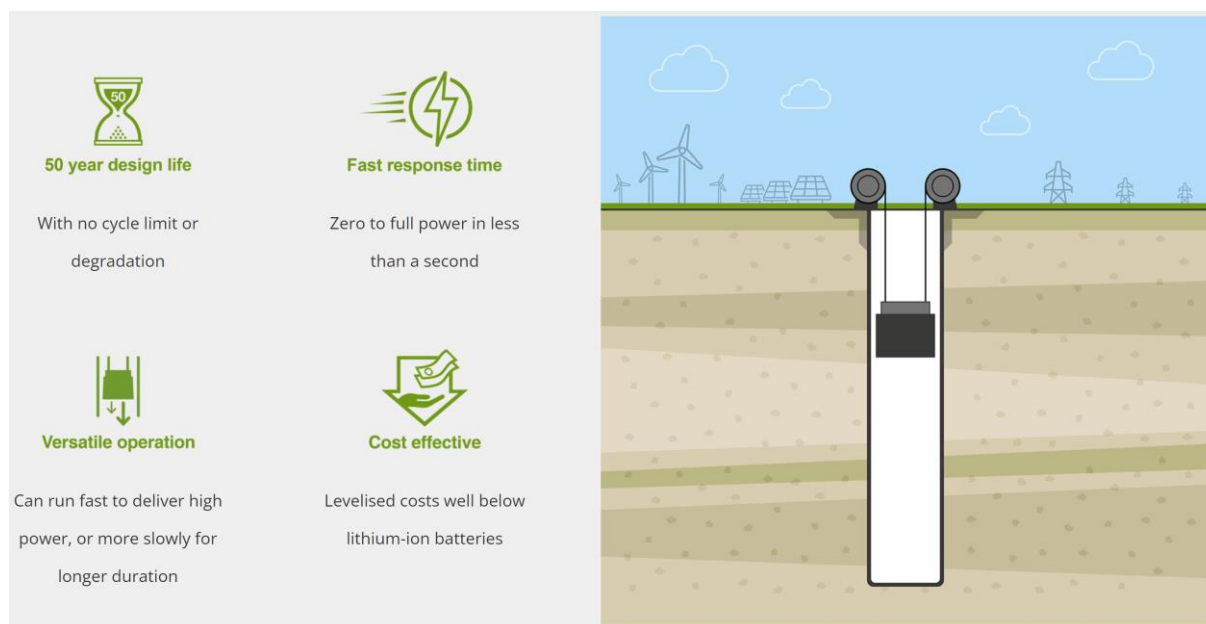
Črpalna hidroelektrarna Avče obratuje od leta 2009. Je prva in zaenkrat edina ČHE v Sloveniji. Ideja o črpalni hidroelektrarni, ki s svojim delovanjem omogoča bolj ekonomično izrabo vodnega vira, je nastala predvsem zaradi neugodne strukture električne energije. S svojo napredno tehnologijo – je med prvimi reverzibilnimi črpalnimi elektrarnami s spremenljivo hitrostjo vrtenja v črpalnem režimu v Evropi, pa prinaša tudi vrsto drugih pridobitev: sistemske rezerve, regulacijo napetosti, kompenzacijo jalove energije, in tako izboljšuje obratovanje elektroenergetskega sistema. (<https://www.seng.si/hidroelektrarne/crpalne-hidroelektrarne/2017060910104485>)

2.3.2 Gravitacijske baterije

Hranjenje energije s pomočjo gravitacije se morda sliši nekoliko nenavadno, vendar pa je ob podrobnem pogledu takšen pristop naravnost briljanten. Hranjenje energije s pomočjo

gravitacije deluje na podoben način, kot energijo hrani nategnjena vzmet. Poenostavljeno, uporablja se uteži, katerih teža je med 550 in 5500 ton, te pa so spuščene v padec, ob čemer pri padcu vrtijo vitel in tako ustvarjajo energijo. Takšen koncept trenutno uporablja britansko podjetje Gravitricity, ki ima svoj sistem postavljen v Edinburgu na Škotskem. Podjetje do izgradnjo delujočega in povezanega sistema načrtuje do leta 2023. Glavna prednost takšnega sistema je predvsem daljša zmožnost hranjenja energije, v primerjavi z baterijami. (<https://svetkapitala.delo.si/aktualno/zelena-energija-nima-pomena-ce-jo-skodljivo-hranimo/>)

Opuščeni podzemni rudniki bi lahko predstavljali možnost skladiščenja odvečne energije, saj bi lahko služili kot nekakšne gravitacijske baterije, kjer bi bilo možno shraniti do 70 teravatov energije – dovolj, da bi pokrili dnevne energijske potrebe vsega sveta. Zamisel o rabi opuščenih rudnikov za shranjevanje energije so razvili v Mednarodnem institutu za uporabno sistemsko analizo, kjer poudarjajo, da je za razogljčenje gospodarstva treba prestrukturirati energetski sistem z uvedbo inovativnih rešitev za uporabo obstoječih virov. Gravitacijske baterije so mehanske naprave, ki odvečno energijo porabijo za dvig uteži. Ko omrežju primanjkuje energije, teža pade, s čimer napaja generator. Taka oblika baterije ni nekaj novega, najstarejša in najenostavnejša je ura z nihalom, ki jo poganja sila gravitacije. Najpogostejša vrsta danes v rabi je sicer črpalna hidroelektrarna, kjer se voda črpa na višje nadmorske višine za shranjevanje energije in sprošča skozi turbine za proizvodnjo električne energije. Obstoječi rudniki naj bi bili za tovrstne baterije izjemno primerni, saj so v njih že globoki jaški, ki bi jih lahko uporabili za namestitev uteži – gravitacijske baterije namreč za ustrezno delovanje potrebujejo vsaj 300-metrski jašek. (<https://www.nas-stik.si/video/podrobnosti-idea/shranjevanje-energije-priloznosti-zapuscenih-rudnikov>)



Slika 2: Spuščanje bremen v rudnike. (<https://gravitricity.com/technology/>)

2.3.3 Različne vrste gravitacijskih baterij

“Obstajajo podjetja, kot je Gravitricity, ki proizvajajo velike gravitacijske baterije, ki jih je mogoče namestiti kamor koli, za razliko od rešitev za shranjevanje vode.

Prednost teh sistemov je, da lahko shranimo veliko električne energije v kratkem času ali v daljšem časovnem obdobju. Odličen je tudi kot način, da se prepričamo, ali pride do trenutnega padca naše obnovljive energije, saj traja manj kot sekundo, da dosežemo polno moč. Najpomembneje je, da na dolgi rok deluje ceneje kot instalacije z litijevo baterijo, ki zagotavljajo podobno zmogljivost, zato je pritegnil pozornost proizvajalcev obnovljive energije!” [povzeto 21. feb. 2023; 14:30]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://crast.net/198354/what-are-gravity-batteries-and-how-do-they-work/>.

2.3.4 Prikaz prenosa energije z dvigovanjem in spuščanjem blokov

Energy Vault je rešitev, ki je, enako kot baterije, namenjena postavitvi ob vetrne ali sončne elektrarne. Ko je energije iz teh virov dovolj, 120 metrov visok žerjav dviguje 35-tonske betonske bloke in iz njih gradi visok stolp. Ko energije začne primanjkovati, postopek obrne in bloke zlaga nazaj na tla, pri tem pa izkorišča njihovo silo teže za to, da med spuščanjem proizvaja elektriko. Takšna "elektrarna" ima kapaciteto med 10 in 35 MWh ter največjo moč med 2 in 5 MW, kar naj bi bilo dovolj za okoli 2000 sodobnih gospodinjstev. Niti ni malo... In če k temu dodamo, da je te stolpe mogoče postaviti skoraj kamorkoli, da ne potrebujejo dragih surovin kot baterije in da se lahko za gradnjo blokov uporablja celo gradbeni odpad, je rešitev vsekakor zanimiva (<https://www.t3tech.si/trendi/novica/gravitacijske-baterije>).



Slika 3: Zlaganje betonskih blokov na kup.

(<https://www.t3tech.si/trendi/novica/gravitacijske-baterije>)

3 Vsebinski del

3.1 Naše ideje

Prišli smo na idejo, da bi lahko tudi v naši občini s spuščanjem bremen proizvajali energijo. Z dvigovanjem bremen bi lahko shranili večje količine energije. Usmerili smo se v raziskovanje te ideje in izdelali lesen model, na katerem smo preučili lastnosti delovanja in izkoristek pri proizvodnji energije. Izračunali smo tudi kako bi se ideja obnesla v realnosti.

3.1.1 Ugotovitve

Med raziskavo smo ugotovili:

- V PowerBank lahko shranimo zelo malo energije.
- Prenosne baterije na trgu največkrat ponujajo kapacitete 5.000 mAh, 10.000 mAh in 20.000 mAh z nekaj vmesnimi različicami. Groba ocena je, da so 5.000 mAh "power banki" "single-use" baterije, ki jih bomo z lahkoto prenašali; 10.000 mAh so po navadi najbolj optimalne, saj so zlahka prenosljive in nudijo vsaj dve polnjenji; 20.000 mAh nudijo največjo kapaciteto, torej so najbolj uporabne za tiste, ki ne bodo imeli dostopa do elektrike dlje časa ali želijo napolniti več naprav. Za 20.000 mAh prenosne baterije moramo takoj na začetku opozoriti, da niso najbolj primerne za prenašanje.
- Izdelava baterij je okolju neprijazna.
- Če želimo shraniti električno energijo v potencialno energijo, potrebujemo veliko težo.
- Če spustimo to tezo iz desetega nadstropja in je vsako nadstropje visoko 3m dobimo 1,35 MJ energije (na mesec znaša to 42 MJ).
- Povprečna poraba vode v Sloveniji je 162 litrov vode na osebo na dan.
- Če je v nadstropju 10 stanovanj in v vsakem dve osebi, se na nadstropje porabijo 4540 litrov vode na dan.
- Povprečno gospodinjstvo porabi okoli 12,3 kWh elektrike na dan. To je približno 5.000 kWh električne energije letno (brez ogrevanja), kar je po starih, povprečnih cenah električne energije, skupaj z dajatvami zneslo okrog 875 EUR/letno.

3.1.2 Fizika devetega razreda

Pri izračunih smo si pomagali z učbenikom za fiziko. Snov o potencialni energiji se obravnava v devetem razredu. Na spodnjih slikah je prikazan izrezek iz učbenika za fiziko založbe Rokus.

Potencialna energija, W_p , je energija, ki jo ima telo zaradi svoje lege. Med dviganjem se povečuje, med spuščanjem oziroma padanjem pa zmanjšuje. **Kolikšna je sprememba potencialne energije telesa, je odvisno od začetne in končne lege telesa ter od njegove teže:**
 $\Delta W_p = W_{p2} - W_{p1} = F_g h.$
Ker je teža telesa $F_g = mg$, pri čemer je m masa in g težni pospešek, računamo spremembo potencialne energije tudi po enačbi: $\Delta W_p = mgh.$

Slika 4: Razlaga potencialne energije v učbeniku za Fiziko v devetem razredu.

(https://folio.rokus-klett.si/?credit=MI_MPF2UC&pages=48-49)



Izračunajmo še spremembo potencialne energije 10-tonskega tovora, ki ga žerjav dvigne 15 m visoko.

$$m = 10\,000 \text{ kg}$$

$$h = 15 \text{ m}$$

$$\Delta W_p = ?$$

$$\Delta W_p = mgh$$

$$\Delta W_p = 10\,000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m}$$

$$\Delta W_p = 1\,500\,000 \text{ J} = 1,5 \text{ MJ}$$

Tovoru se potencialna energija poveča za 1,5 MJ.

Povečanje in zmanjšanje potencialne energije

Potencialna energija se poveča:



- tovoru, ki ga viličar dvigne visoko v zrak.

Potencialna energija se zmanjša:



- opeki, ki zdrsne s strehe.

Slika 5: Naloga za računanje potencialne energije iz učbenika za deveti razred.

(https://folio.rokus-klett.si/?credit=MI_MPF2UC&pages=48-49)

3.2 Naša rešitev KakiBox

“KakiBox” je mehanizem, ki bi se uporabil pri večjih stavbah. Deloval bi tako, da odplake iz stanovanj zbere v zabojnik, katerega skupaj z odplakami spuščamo navzdol po nadstropjih. Na ta način pridobljeno mehansko potencialno energijo preko mehanizmov pretvarjamo v električno energijo. Odvečno energijo bi uporabili pri dviganju stavbe. Ko bi se vsa energija porabila, bi lahko spustili stavbo in pridobili energijo nazaj.



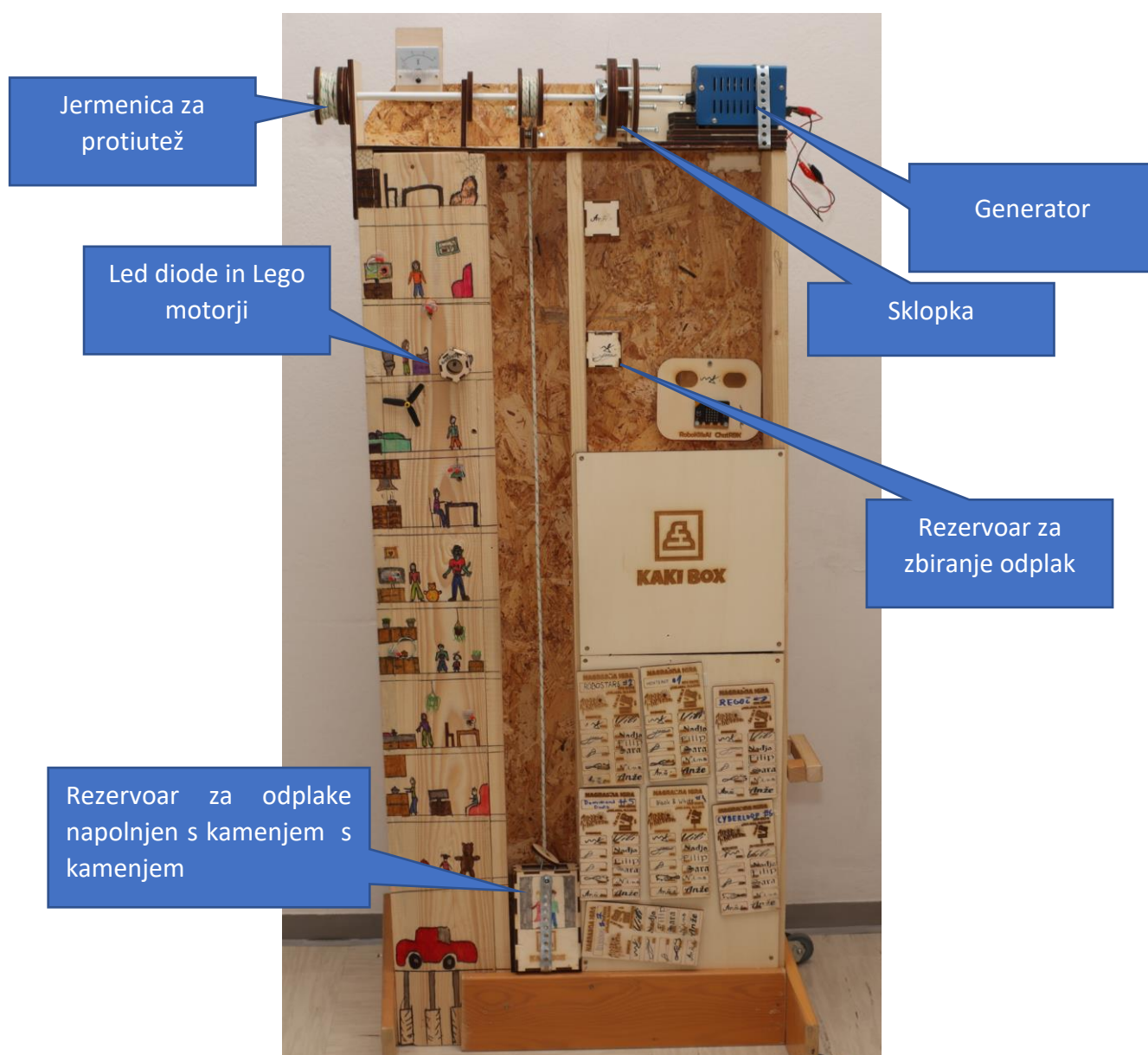
Slika 6: Prototip KakiBoxa. (Fotografija: Lina Ledinek)

3.2.1 Navodila za uporabo

KakiBox prikazuje pretvorbo potencialne energije v električno. Razen Microbita, ki računa koliko energije smo proizvedli ne potrebuje napajanja. Ob spustu uteži iz zgornjega nadstropja se v generatorju proizvaja elektrika, ki poganja lego motorje, led diode zasvetijo. Ko se utež ustavi, vse ugasne.

Koraki uporabe:

1. Vrvico navijemo na jermenico generatorja
2. Vrvico za protiutež odvijemo
3. Obesimo utež na kavelj za spust
4. Spustimo utež
5. Ko se utež ustavi na dnu, jo snamemo in kavelj se samodejno vrne v zgornji položaj



Slika 7: Model KakiBox. (Fotografija: Lina Ledinek)

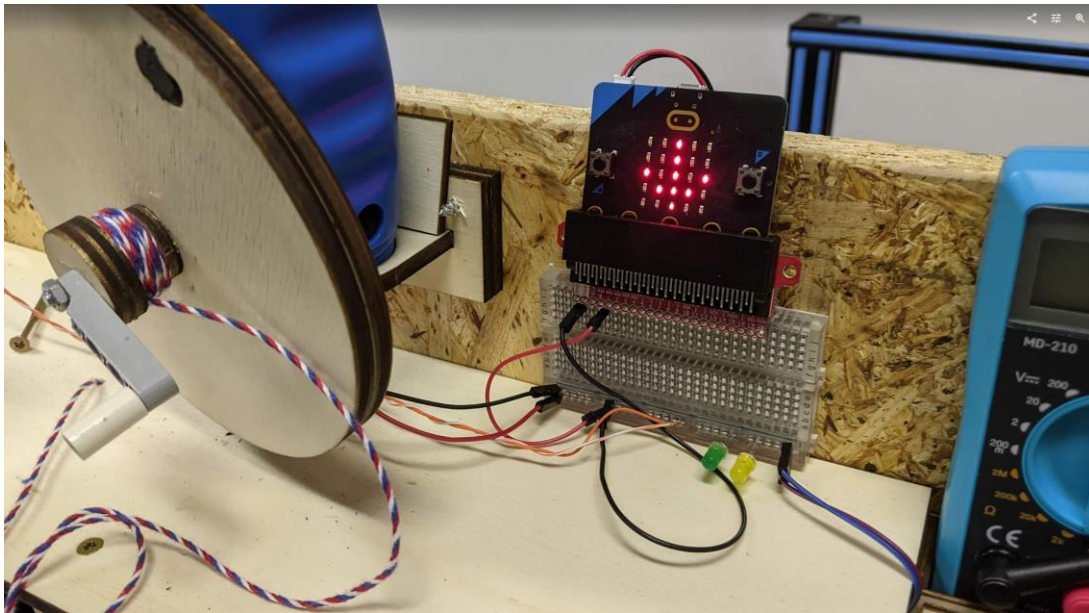
3.2.2 Navodila za izdelavo modela

Za izdelavo potrebujemo:

- Vsaj dve leseni deski dolgi 120 cm, široki 15 cm in debeli 2,5cm
- Dve podporni deski, ki služita kot stojalo
- Generator elektrike, lahko tudi od žepne svetilke
- Led diode
- Lego motor
- Žice
- Vrvica
- Škatlo in kamenje oz. utež
- Aluminijsko cev
- Jermanica
- OSB plošča
- Vijaki



Slika 8: Začetni model KakiBoxa z generatorjem iz žepne svetilke. (Fotografija: Alex Glazer)



Slika 9: Dodali smo Micro:bit, ki računa, koliko energije proizvedemo. (Fotografija: Lina Ledinek)



Slika 10: Naš model smo nadgradili z močnejšim generatorjem in sklopko. (Fotografija: Lina Ledinek)

K sreči imamo na šoli laserski gravirni stroj in sproti smo oblikovali razne nastavke in jih kar takoj izrezali. Tako smo brez večjih težav oblikovali kolo za vrtenje, nosilec, dvigalo. Glavna oblikovalka je Lina, Alex pa obvlada Inkscape in RdWorks.



Slika 11: Najprej smo diode prispajkali neposredno na žice, a so pogosto pregorele. Nato smo se domislili izvirnega načina, ki omogoča menjavo. (Fotografija: Alex Glazer)

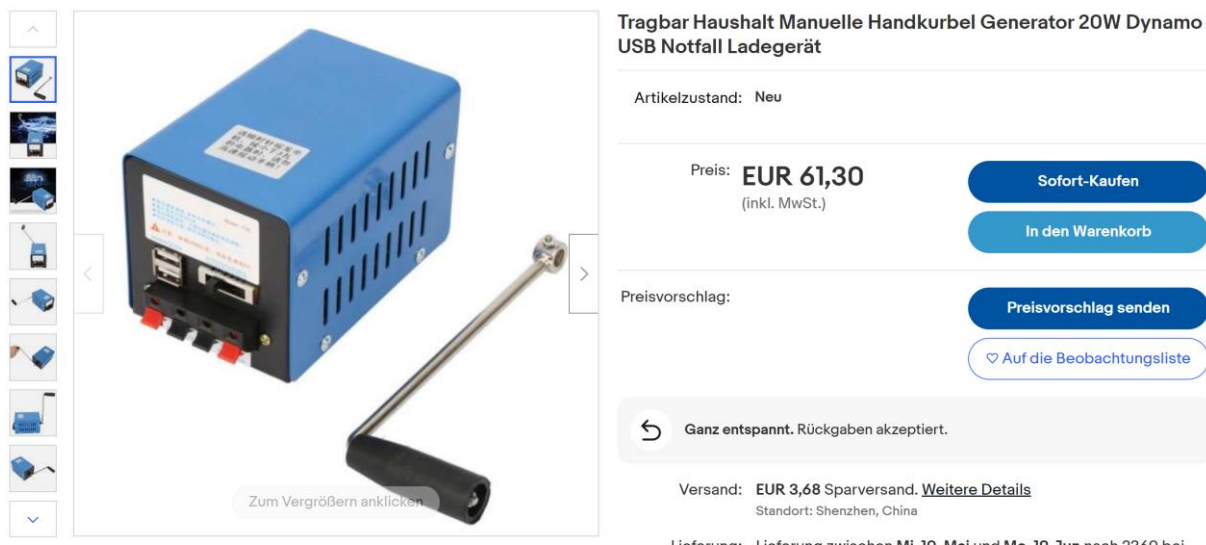
3.2.3 Generator

Sprva smo uporabili generator poceni žepne svetilke. Ta se je ves čas zatikal in ni proizvedel dovolj elektrike.



Slika 12: Razstavili smo žepno svetilko z generatorjem, kjer so vidni zobniški prenosi. (Fotografija: Alex Glazer)

Nato nam je ravnatelj odobril nakup močnejšega in bolj vzdržljivega generatorja. Našli smo ga na portalu eBay.de. Za manjše šolske projekte pa bi zadostoval že tisti iz svetilke.



Slika 13: Ročni generator. (Fotografija: Alex Glazer)

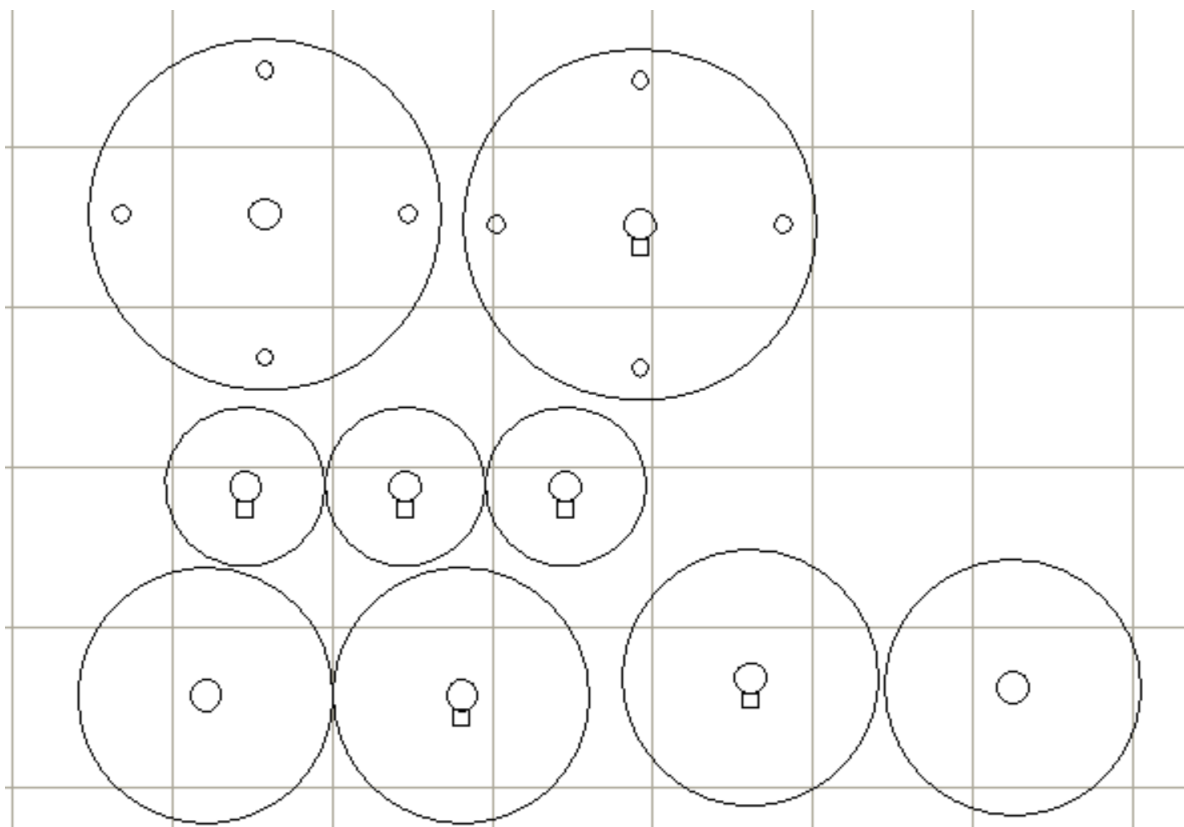
Slika 13: Ročni generator elektrike (<https://www.ebay.de/itm/284912721117?hash=item42561f1cdd:g:q88AAOSwrKBi4o4w&amdata=enc%3AAQAHAHAaAwAKLGBYZih8FAeUGNVhaq6W8dwAFWLTbm6dxQC8dISl3J%2BeSrmNK7HX9DoRDjxHp7HuXdyJR3Vhvl%2FQgGJu%2B5ZHPd8XZ2KUzm%2FTjb4XKdGk%2B6lus%2F%2FWI8fn4jHQP8RH%2BsO6FCgWC4SUwCUlz5rZ4%2F0eX7wYIAEX2qQaaZxh4oZJPu087p2hWBqjx%2BrwOCTyUBNObdz5MZQ6R800jzyWX5g%2Bfy6EFUwQivU5452BBJ%2FICDZvaOff54uOnEGZl%2BEIEQ%3D%3D%7Ctkp%3ABk9SR-jX8rHrYQ>)

3.2.4 Mehanizem za spuščanje

Za izdelavo mehanizma za spuščanje smo porabili ogromno časa. Največja težava je trenje, ki se pojavi zaradi uteži in vrvi, ki drgne ob les. Zamislili smo si celo sklopko, ki bi omogočala odklop generatorja, kar bi omogočalo samodejni dvig mehanizma. Idejo smo dobili na YouTube portalu in jo izvedli kar v programu Inkscape. Narisali smo kroge primerne velikosti in dodali luknje za vijake. V bližnji trgovini smo kupili vijake in vzmeti. Poseben izziv je bilo vse skupaj zlepit tako, da je mogoče sistem tudi razstaviti. Sklopka sicer deluje, a je zmanjkalo časa za izdelavo ročice. Z vijaki lahko nastavljamo trenje.



Slika 14: Navodila za izdelavo lesene sklopke na Youtube. (<https://www.youtube.com/watch?v=oQ9ymane85U>)

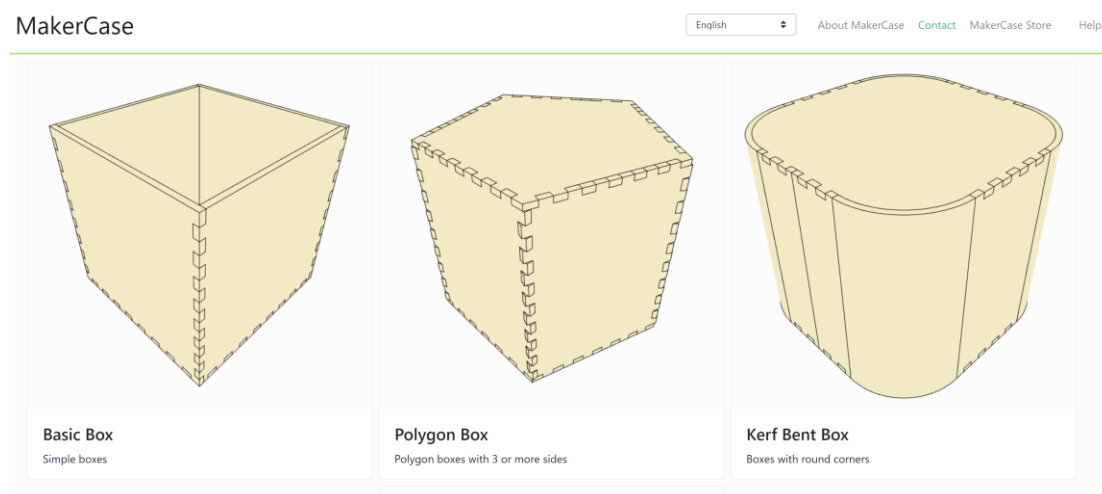


Slika 15: Načrt za sklopko in jermenice. (Avtor: Alex Glazer)

Jermenice in sklopko je dokaj enostavno sestaviti. V bližnji trgovini z orodjem smo kupili poceni aluminijaste cevi, nanje nanizali vse sestavne elemente in jih zlepili z Mekol lepilom. Zatič smo zlepili z Epoxy smolo.

3.2.5 Uteži in protiuteži

Za izdelavo škatel uporabljamo spletno orodje MakerCase (<https://www.makercase.com/#/>). Na spodnjih slikah je prikazan postopek izdelave škatle iz vezane plošče.



Slika 16. Odpremo spletno stran MakerCase in izberemo obliko.
(<https://www.makercase.com/#/>)

Units

Width
 mm

Height
 mm

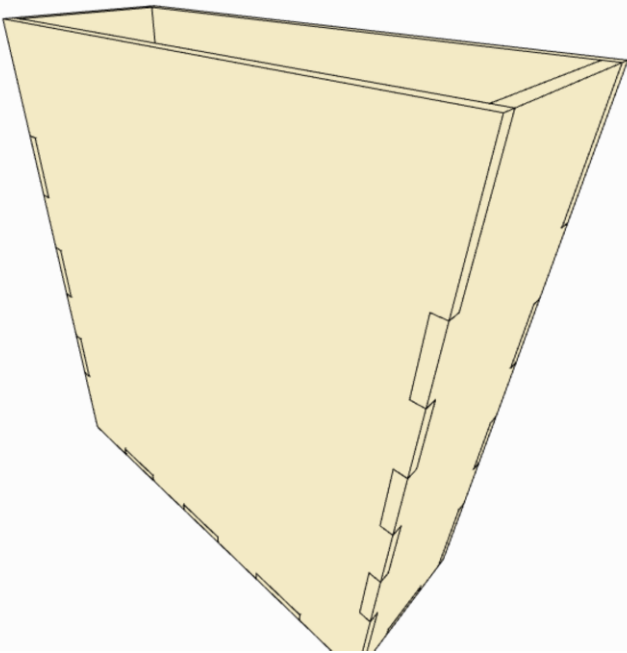
Depth
 mm

Are these inside or outside dimensions?

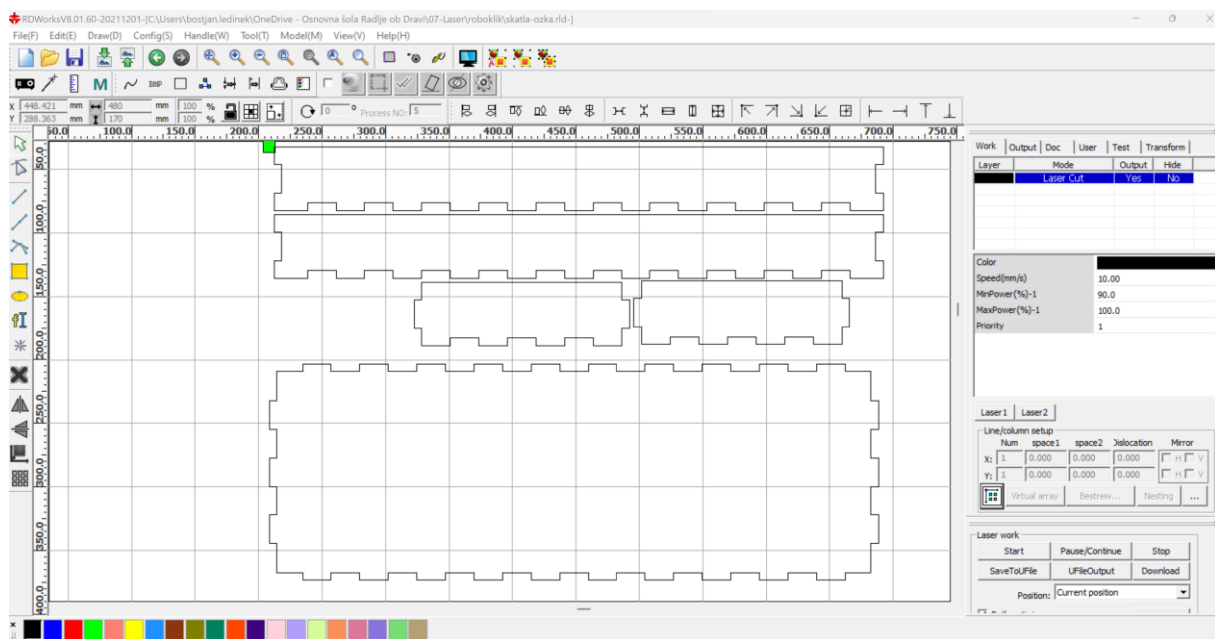
Material Thickness

Open or closed box?

Edge Joints



Slika 17: Vnesemo dimenzije, izberemo odprto ali zaprto škatlo, debelino materiala in velikost spojev. (<https://www.makercase.com/#/>)



Slika 18: Izvozimo načrte v datoteko oblike dxf. Datoteko nato uvozimo v program RDWorks, določimo hitrost in moč laserskega žarka. Prenesemo načrt na laserski stroj. (<https://www.makercase.com/#/>)

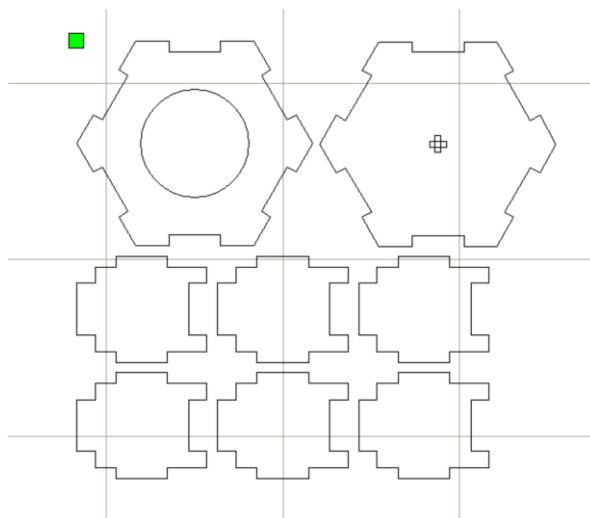


Slika 18: V laserski stroj vstavimo vezano ploščo in umerimo lasersko glavo, da je od materiala oddaljena točno 9 mm. Nastavimo izhodiščno točko in pritisnemo Start.
(Fotografija: Lina Ledinek)

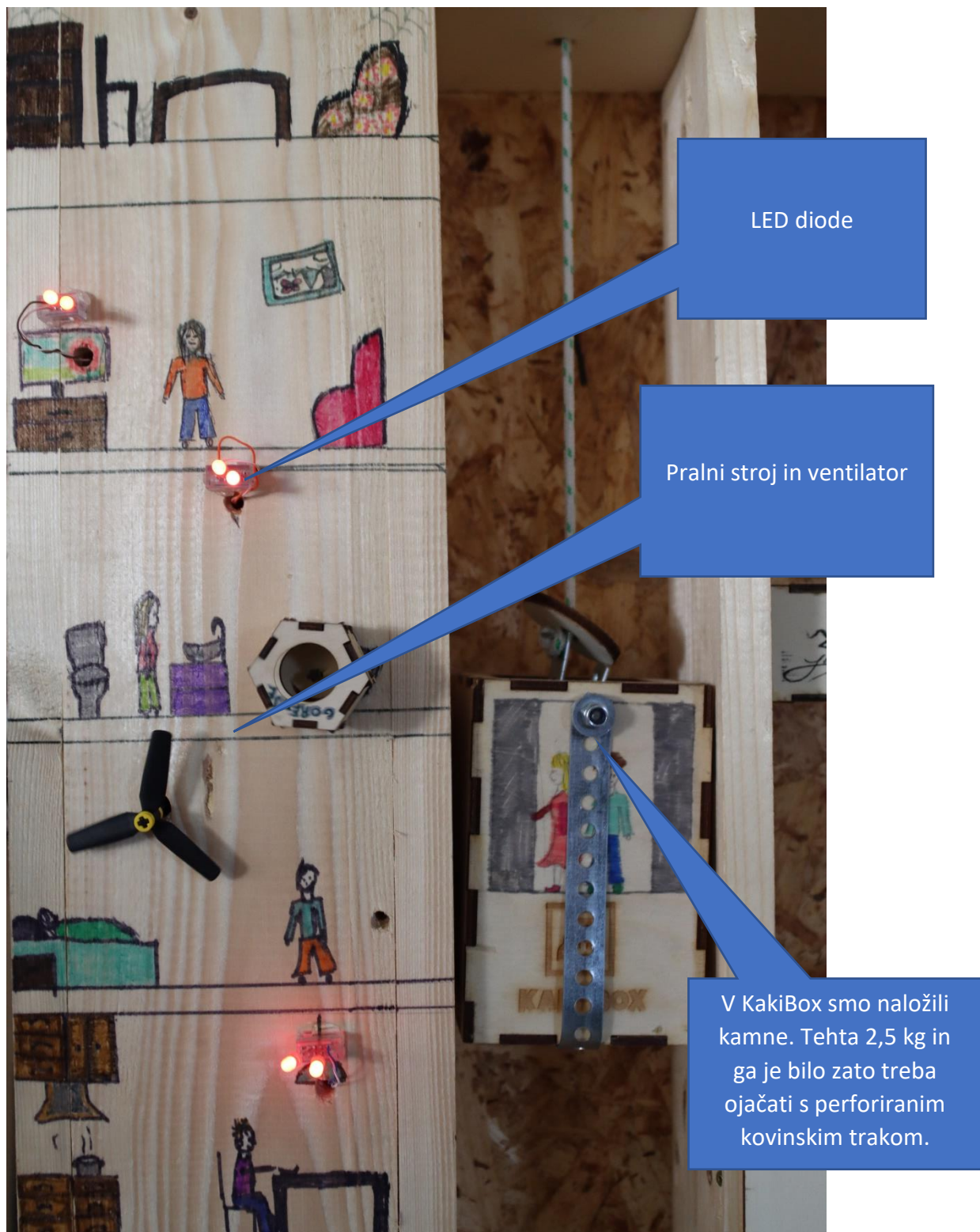
MED IZREZOVANJEM VEDNO UPORABLJAMO VARNOSTNA OČALA IN NIKOLI NE GLEDAMO V BELO PIKO!!!

3.3 Žice in porabniki

Za žice smo uporabili kar stare kose UTP kabla. Sneli smo izolacijo in jih speli s pomočjo »breadboardov«. Podoben sistem smo si zamislili za pritrdjevanje LED diod.

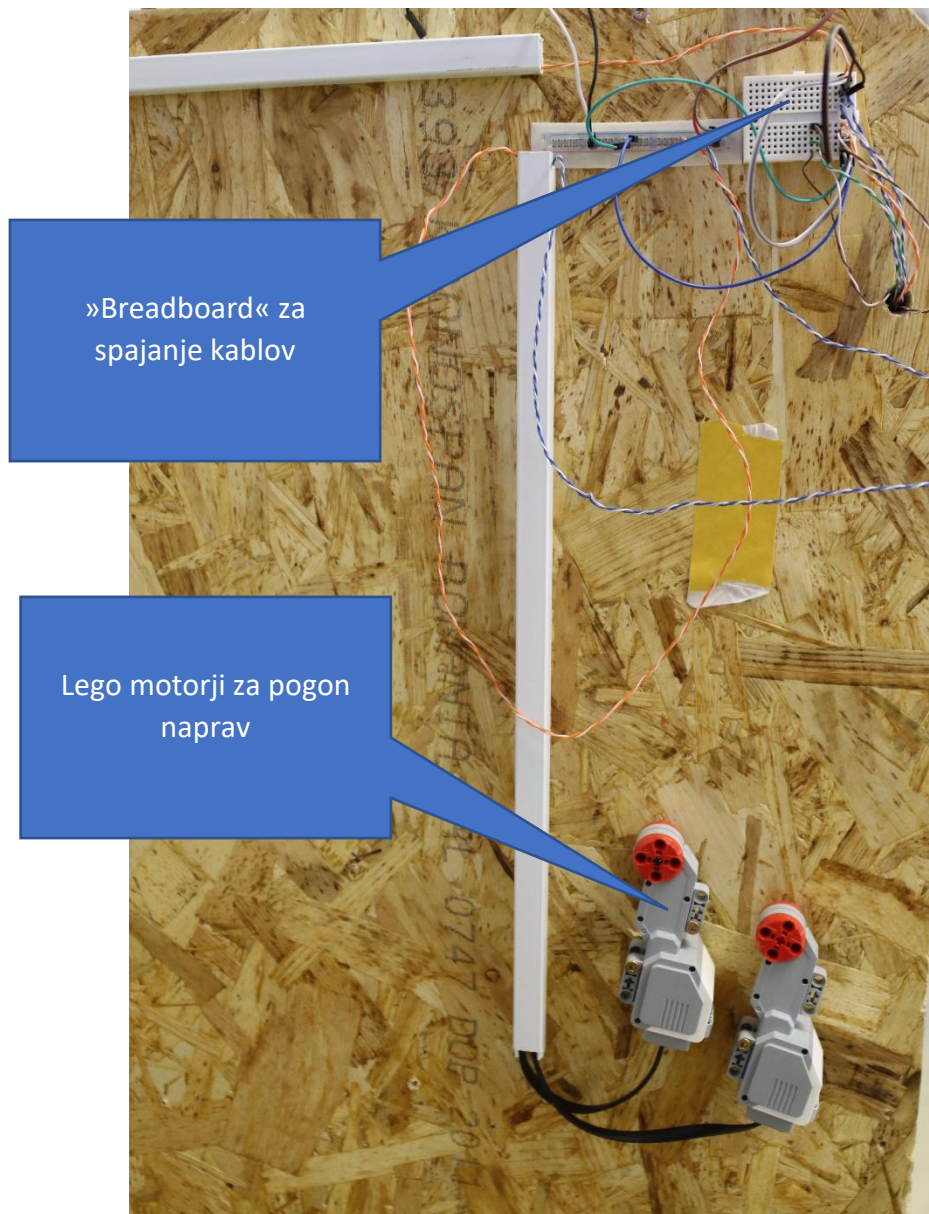


Slika 19: Načrt za pralni stroj. (Avtor: Alex Glazer)



Slika 20: Medtem, ko se utež spušča, se motorji vrtijo in diode svetijo.

(Fotografija: Lina Ledinek)

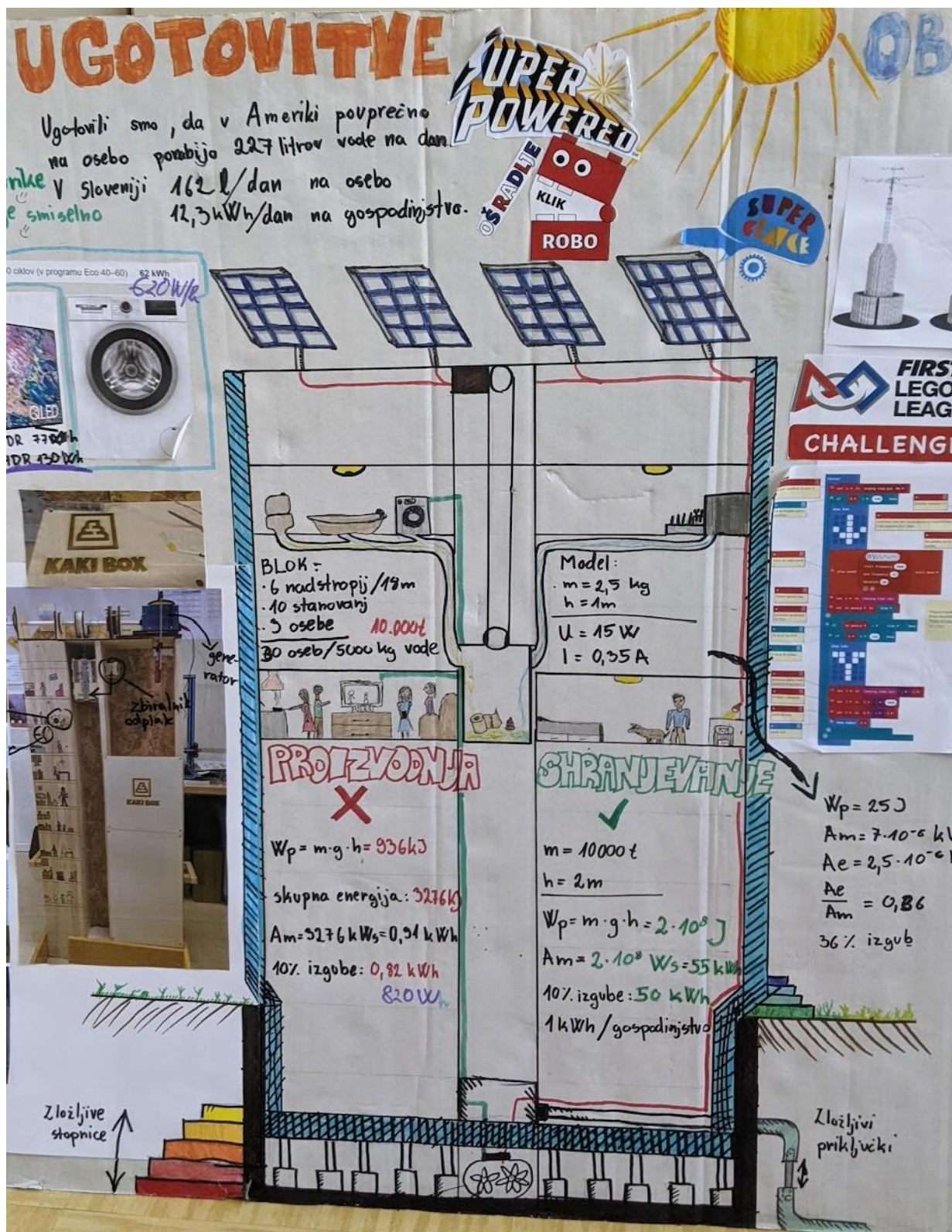


Slika 21: Tako smo spojili kable. (Fotografija: Lina Ledinek)

3.4 Izračuni za model KakiBox

Izračune za naš model smo opravili na dva načina:

- Izračuni po mehaniki modela
- Izračuni po elektriki modela



Slika 22: Našo idejo smo predstavili na plakatu. Iz slike so razvidni oporni stebri, zložljive stopnice in prilagojena napeljava. (Fotografija: Alex Glazer)

3.4.1 Izračuni po »mehaniki« modela

Spodnji izračuni temeljijo na modelu KakiBox. Spuščamo 2,5 kg utež, ki metrski spust opravi v 1,7s. Pri tem opravi delo $A_m = 25 \text{ Ws} = 6,9 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}$.

$$m = 2,5 \text{ kg} \quad \Delta W_p = A_m = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$t = 1,7 \text{ s} \quad W_p = 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad W_p = 25 \text{ J}$$

$$\underline{h = 1 \text{ m}} \quad P = \frac{A}{t} = \frac{25 \text{ J}}{1,7 \text{ s}} = 14,7 \text{ W}$$

$$A_m = 25 \text{ Ws} = 6,9 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}$$

3.4.2 Izračuni po »elektriki« modela

Proizvedeno elektriko lahko izračunamo še na drugačen način in sicer glede na moč generatorja.

$$U = 15 \text{ V} \quad P = U \cdot I$$

$$\underline{I = 0,35 \text{ A}} \quad P = 15 \text{ V} \cdot 0,35 \text{ A} = 5,25 \text{ W}$$

$$A_e = P \cdot t = 5,25 \text{ W} \cdot 1,7 \text{ s} = 8,93 \text{ Ws}$$

$$A_e = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}$$

$$\frac{A_e}{A_m} = 0,36$$

Z izračuni smo ugotovili, da pride do razlike med mehanskimi in električnim izračunom.

Količnik med mehansko izračunanim delom A_m ter izmerjenim električnim delom A_e nam predstavi izgube, ki jih lahko najdemo v trenju mehanizma, saj naš model KakiBox ni optimiziran.

Z optimizacijo dejanskega »izdelka« namesto 36 % predpostavljamo 10 % izgube.

3.5 Izračuni za srednje velik stanovanjski blok

Na spletni strani Statističnega urada Republike Slovenije smo prišli do podatka, da je v letu 2021 prebivalec Slovenije povprečno porabil 59,4 m³ vode. To pomeni, da povprečen prebivalec na dan porabi 162 litrov vode. Ker je dva litra popije, lahko povprečno porabo na dan zaokrožimo na 160 litrov.

V občini Radlje ob Dravi imamo kar nekaj blokov, v katerih je povprečno 6 nadstropij. V enem nadstropju imamo 10 stanovanj, v katerem živijo povprečno tri osebe.

Količina odplak v omrežje iz enega nadstropja tako ustreza skupni masi: 160 litrov · 3 osebe · 10 stanovanj + teža mehanizma = 5200 kilogramov.

3.5.1 Izračuni po »mehaniki«:

Izračun spusta dnevnih odplak najvišjega nadstropja za 18 metrov v 30 sekundah.

$$m = 5200 \text{ kg} \qquad \Delta W_{p6} = A_m = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$t = 0,5 \text{ min} \qquad W_{p6} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 18 \text{ m}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \qquad W_{p6} = 936 \text{ kJ}$$

$$\underline{h = 18 \text{ m}} \qquad P = \frac{A}{t} = \frac{936 \text{ kJ}}{30 \text{ s}} = 31,2 \text{ kW}$$

$$A_m = 936 \text{ kW s} = 0,26 \text{ kWh}$$

Ob predpostavki 10 % izgub v prenosih: $A_e = 0,234 \text{ kWh}$

Seveda pa moramo enkrat dnevno odvesti odplake vsakemu nadstropju v bloku. Vsako nadstropje je nižje za 3 metre, zato prištejemo še potencialne energije iz:

$$5. \text{ nadstropja: } W_{p5} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m} = 780 \text{ kJ}$$

$$4. \text{ nadstropja: } W_{p4} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m} = 624 \text{ kJ}$$

$$3. \text{ nadstropja: } W_{p3} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 9 \text{ m} = 468 \text{ kJ}$$

$$2. \text{ nadstropja: } W_{p2} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6 \text{ m} = 312 \text{ kJ}$$

$$1. \text{ nadstropja: } W_{p1} = 5200 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3 \text{ m} = 156 \text{ kJ}$$

Skupna potencialna energija:

$$W_p = W_{p1} + W_{p2} + W_{p3} + W_{p4} + W_{p5} + W_{p5+6}$$

$$W_p = 3276 \text{ kJ}$$

Delo, ki bi ga proizvedel naš KakiBox v enem dnevu bi bilo torej enako:

$$A_m = 3276 \text{ kW s} = 0,91 \text{ kWh}$$

Ob predpostavki 10 % izgub v prenosih: $A = 0,82 \text{ kWh}$

Na spletni strani Statističnega urada Republike Slovenije lahko najdemo podatek, da so v letu 2011 slovenska gospodinjstva porabila 3803 GWh električne energije. Poraba električne energije v gospodinjstvih zajema vso porabljeno električno energijo, ki se porabi za ogrevanje in ohlajanje prostorov, za ogrevanje sanitarne vode, za kuhanje in za druge namene (razsvetljava, električni aparati ipd.).

V Sloveniji je registriranih 859 782 gospodinjstev, kar pomeni, da povprečno gospodinjstvo porabi v enem letu 4423 kWh, to je mesečno 368 kWh oz. dnevno 12,3 kWh.

Iz tega lahko sklepamo, da bi naša inovacija pokrila za okoli 6,7 % dnevne porabe enega gospodinjstva:

$$prihranek = \frac{0,82 \text{ kWh}}{12,3 \text{ kWh}} \cdot 100\% = 6,7 \%$$

To je bistveno premalo elektrike, da bi bila naša ideja zanimiva za uporabo.

3.6 Shranjevanje energije z dvigom stavbe

Pri izračunih smo se osredotočili na povprečen blok v našem kraju. Ta ima 6 nadstropij po 10 stanovanj in je visok okoli 18 metrov. Stene in betonske plošče so debele okoli 25 cm. Izračunali smo, da bi tak blok skupaj z opremo tehtal okoli 10.000 ton.

3.6.1 Ali je dvig stavbe sploh mogoč?

Na spletu smo našli podatke, da dvigovanje in premikanje stavb ni neobičajno. Stavbe običajno dvignejo s hidravlikami.

Contents	
10.	The Shubert Theater (2,908 Tons)
9.	The Hotel Montgomery (4,816 Tons)
8.	Cape Hatteras Lighthouse (4,830 Tons)
7.	Newark International Airport Building 51 (7,400 Tons)
6.	Fairmount Hotel (1,600 Tons)
5.	The Gem Theater (2,700 Tons)
4.	The Belle Tout Lighthouse (850 Tons)
3.	Agecroft Hall (180 Tons)
2.	Abu Simbel (31,000 Tons)
1.	Fu Gang Building (15,140 Tons)

Slika 23: Deset najtežjih stavb, ki so jih kdaj dvignili.

(<https://science.howstuffworks.com/engineering/structural/heaviest-building-moved.htm>).

3.6.2 Fizika dviga bloka

$$m = 10\,000\,t \qquad \Delta W_p = A_m = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$t = 24\,h \qquad W_p = 10^8\,kg \cdot 10\,\frac{m}{s^2} \cdot 2\,m$$

$$g = 10\,\frac{m}{s^2} \qquad W_p = 2 \cdot 10^8\,J$$

$$\underline{h = 2\,m} \qquad P = \frac{A}{t} = \frac{2 \cdot 10^8\,J}{86400\,s} = 23\,kW$$

$$A_m = 2 \cdot 10^8\,Ws = 55\,kWh$$

Ob predpostavki 10 % izgub v prenosih: $A_e = 50\,kWh$

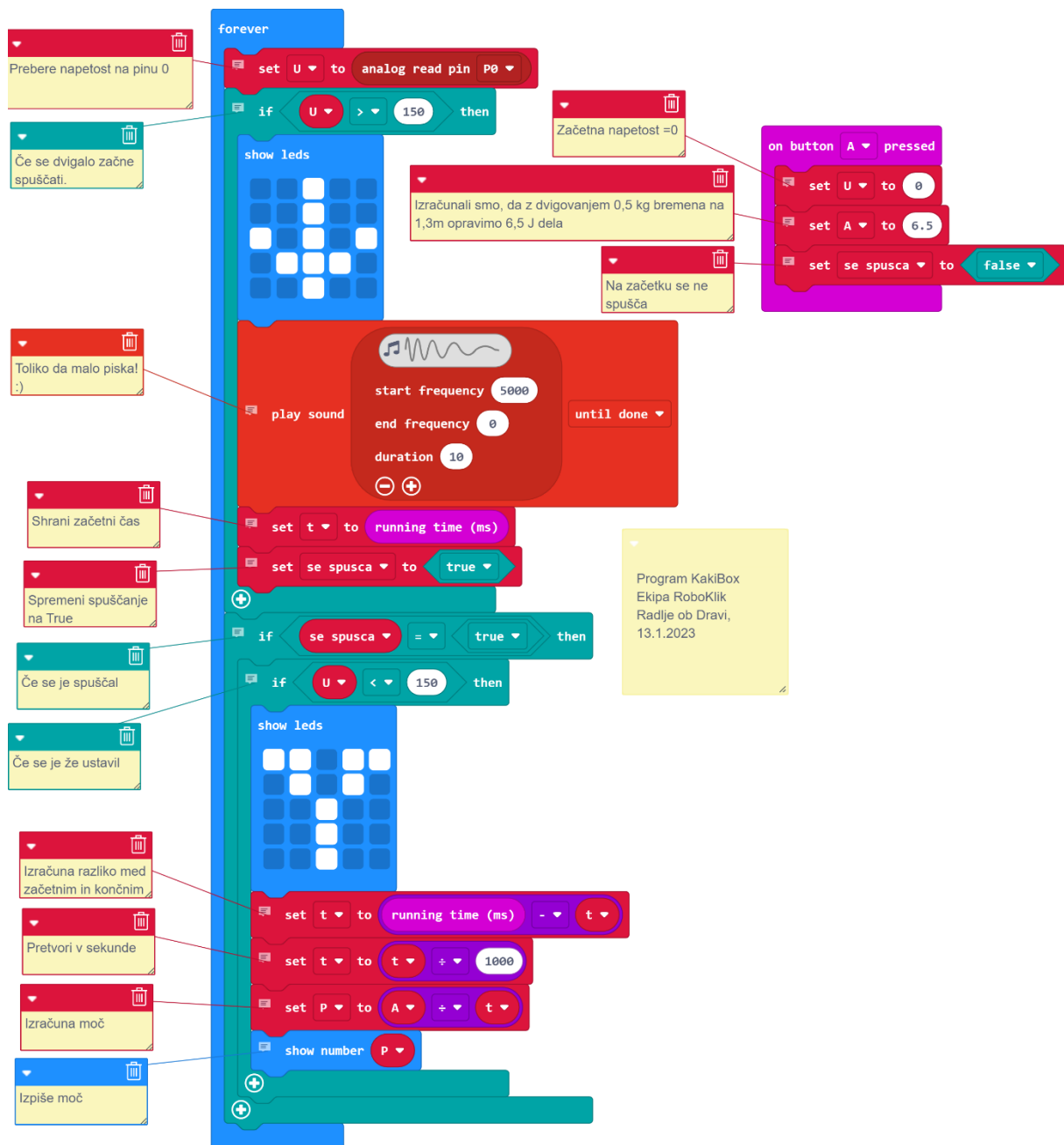
KakiBox je bila idealna rešitev. Zamislili smo si koncept in takoj našli primerno ime. Oblikovali smo tudi logotip.



Slika 24: Logotip si je zamislila Lina, ga narisala v Inkscape-u, Alex pa ga je izrezal z našim ljubim laserjem. (Fotografija: Lina Ledinek)

3.7 Program za KakiBox

Preprost program za Micro:bit, ki računa koliko elektrike smo proizvedli. Zamislili smo si medpredmetno povezavo z izbirnim predmetom računalništva v 7. razredu, kjer programirajo vezje Micro:bit.



Slika 25: Naš model smo nadgradili z Micro:bitom, ki računa izhodno moč. (Avtor: Alex Glazer in Špela Škorjanc)

3.8 Posvetovanje s strokovnjaki

Naše ideje smo predstavili strokovnjakom, ki so podali svoje mnenje. Vzpostavili smo stik z arhitektko Tanjo Ledinek. Na našo idejo KakiBox se je odzvala pozitivno, ideja ji je bila všeč. Glede postavitve je bil njen komentar, da bi bilo bolje, če bi zabojnik bil montiran na zunanji strani bloka. Zdi se ji, da bi imeli kar nekaj problemov pri montaži.

Ko smo ji predstavili našo idejo o dviganju bloka, je imela pomisleke o mešanih občutkov ljudi glede premikanja bloka navzgor in navzdol. Ideja se ji zdi tudi težko izvedljiva. Povzeto po izjavah arhitektke Tanje Ledinek dne 10. 1. 2023.

Pozanimali smo se tudi pri statiku Tomažu Stropniku, ki nas je 13. 3. 2023 obiskal na šoli, si ogledal naš model in odgovoril na naša vprašanja.

Za KakiBox nam je povedal, da je ideja zanimiva ter da naj razmišljamo o notranji sredinski postavitvi komore zaradi same stabilnosti.

Za dvigovanje bloka nam je predlagal, da bi uporabili bočne opore za boljšo stabilnost in krajne stebre, ob katere se blok naslanja. Glede materialov nam je priporočil, da uporabimo toge materiale in jeklo (tudi zaradi rjavenja).



Slika 26: Obiskal nas je statik Tomaž Stropnik. (Forografija: Boštjan Ledinek)

Obrnili smo se še na učitelja fizike na naši šoli, Zmaga Sobiecha, ki je povedal, da je naša ideja o KakiBoxu konceptualno dobro zamišljena. Všeč mu je bila zamisel o pretvorbi mehanske energije v električno, a vidi več težav pri realni izvedbi.

Tudi proizvodnjanje energije s spuščanjem bloka se mu je zdela dobra ideja. Kot najboljšo rešitev, kako bi dvigovali blok, je navedel hidravlične dvigalke.

4 Zaključek

Izvedba KakiBoxa v stanovanjskih blokih se ne izplača, saj proizvedemo komaj 0,8 kWh elektrike za celoten blok na dan. Izvedba bi bila relativno draga in za obstoječe stavbe večinoma ne bi bila izvedljiva. Prva predpostavka je tako ovržena.

Z dviganjem 10.000 ton težkega bloka za 2 m bi lahko v 24 urah shranili dovolj energije, da bi vseh 60 gospodinjstev v bloku lahko gledalo televizijo 7 ur na dan oz. sprali bi lahko 1,5 pralnega stroja na dan. Ugotavljamo, da je ideja zanimiva in izvedljiva na novogradnjah. Pozitiven komentar smo dobili tudi od predsednika komisije na regijskem tekmovanju MRK, dr. Roberta Repnika, ki je fizik. Dne 29. 3. 2023 nam je na zagovoru naloge v Ravnah na Koroškem povedal, da v našem okolju ne vidi realnih možnosti za izvedbo, bi pa bila ideja zanimiva za Dubaj ali kakšno drugo državo, kjer inženirji premikajo meje sodobne arhitekture. Naša predpostavka, da je dvigovanje stavb za shranjevanje elektrike smiselno, je tako delno potrjena.

Med raziskovanjem in izdelavo modela smo naleteli na mnoge tehnične izzive. Naš model KakiBox in ideja o dvigovanju stavb za shranjevanje energije imata mnogo možnosti za izboljšave.

Model KakiBox je zelo uporaben za pouk. Na preprost način omogoča razlago učne snovi o potencialni energiji, elektriki, trenju, silah, programiranju, tehničnem risanju in konstruiranju. Vključili bi ga lahko v pouk fizike, računalništva in tehnike. Izdelali smo primer učnega lista, ki bi ga lahko uporabili pri pouku fizike že v devetem razredu osnovne šole, naš učitelj pa nam je povedal, da bi lahko težavnost prilagodili tudi za srednješolski nivo. Mi smo se med izdelavo modela vsekakor naučili veliko novega.

5 Viri

S. Fürst. 2023. Vrste hidroelektrarn. [citirano 3. 3. 2023; 14:15] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.esvet.si/vodna-energija/vrste-hidroelektrarn>

T. Ilijaš. 2018. Črpalne hidroelektrarne. [citirano 2. 3. 2023; 14:10] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.seng.si/hidroelektrarne/crpalne-hidroelektrarne/2017060910104485>

K. Prelesnik. 2023. Shranjevanje energije: priložnosti zapuščenih rudnikov. [citirano 3. 4. 2023; 13:55]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.nas-stik.si/video/podrobnosti-vida/shranjevanje-energije-priloznosti-zapuscenih-rudnikov>.

B. Bezec, B. Cedilnik, B. Černilec, T. Gulič, J. Longer, D. Vončina: Moja prva fizika 2, Založba Modrijan, Ljubljana, 2022. [citirano 21. 3. 2023; 13:50] Dostopno na spletnem naslovu: https://folio.rokus-klett.si/?credit=MI_MPF2UC&pages=48-49.

J. Kaufman. 2022. What are gravity batteries, and how do they work?[povzeto 21. feb. 2023; 14:30]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://crast.net/198354/what-are-gravity-batteries-and-how-do-they-work/>.

I. Vidergar. 2018. Gravitacijske »baterije«. [citirano 2. 3. 2023; 14:30] Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.t3tech.si/trendi/novica/gravitacijske-baterije>

M. Wright. 2019. Gravity storage technology. [citirano 8. 2. 2023; 14:20]. Dostopno na spletnem naslovu: <https://gravitricity.com/technology/>

Lieberman. 2019. DIY how clutch works from plywood. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.youtube.com/watch?v=oQ9ymane85U>

M. Edmonds, L. L. Dove. 2018. The 10 Heaviest Buildings Ever Moved. Dostopno na spletnem naslovu: <https://science.howstuffworks.com/engineering/structural/heaviest-building-moved.htm>

J. Holander. 2012. MakerCase. Dostopno na spletnem naslovu: <https://www.makercase.com/#/>

6 Priloge:

Priloga 1: Odgovori glede športne hiše:

V letošnji sezoni tekmovanja FLL raziskujemo pridobivanje, porabo, shranjevanje in prenos energije. V zvezi z našim projektom imamo nekaj vprašanj.

Ali porabite veliko elektrike za obratovanje vodnega parka in športne hiše? **Trudimo se biti čim bolj racionalni, kljub temu pa zaradi velikosti objekta poraba ni ravno majhna.**

Ali menite, da bi lahko kako privarčevali? **Že sedaj poskušamo ravnati čim bolj varčno, zagotovo pa je dodatna možnost pri zamenjavi obstoječih reflektorjev v veliki dvorani z energetske učinkovitejšimi LED svetili, kar imamo v prihodnosti tudi namen narediti.**

Ali imate v primeru izpada elektrike pomožne napajalne sisteme? **Ne.**

Ali se ti sistemi sami vključijo? **Jih nimamo.**

Ali menite, da bi lahko kako prihranili pri porabi energije? **Odgovor enak kot pri drugem vprašanju. Naj pa poudarim, da imamo na strehi objekta nameščeno sončno elektrarno in z tem močno racionaliziramo stroške električne energije.**

Priloga 2: Odgovori glede porabe elektrike v šoli:

Na začetku raziskave smo se obrnili na ravnatelja šole.

Bom poskušal čim bolj odgovoriti na zastavljena vprašanja.

1. Ali je poraba elektrike v šoli velika? Če bi to primerjali s porabo v hiši ali stanovanju, je ta poraba zagotovo velika, sej predstavlja okvirno (zelo približno) kar 50 kratnik porabe v stanovanju. Lahko pa bi porabo tudi primerjali s »proizvodnjo« elektrike na šolski sončni elektrarni in bi ugotavljali, ali bi lahko bili samopreskrbi.
2. Možnosti varčevanja z energijo so v šoli zelo omejene in bi skoraj vsako varčevanje predstavljalo omejitve pri stvareh, ki se nam zdijo samoumevne. Lahko bi nekaj privarčevali pri ogrevanju, tako da bi znižali temperaturo v prostorih šole, učenci (in zaposleni) pa bi se morali nekoliko bolj obleči. Morda bi lahko bili bolj dosledni pri ugašanju luči, še bolj uspešni pa bi bili, če bi obstoječe žarnice zamenjali z novimi - varčnimi. Seveda pa tukaj nastopi vprašanje ekonomske upravičenosti takšne zamenjave žarnic.
3. Sem že pri 2. vprašanju zapisal.
4. Z natančnim podatkom kateri električni porabniki v šoli so najbolj potrošni, žal ne morem postreči. Zagotovo pa bi jih iskal med naslednjimi napravami:
 - veliki pralni stroj in sušilci,
 - bojler za toplo vodo, ki ga uporabljamo v poletnih mesecih,
 - verjetno pa tudi številni računalniki na šoli prispevajo k porabi elektrike.

Priloga 3: Predstavitveni skeč polfinale

Ata (Anže): Električna je bila pa res draga ta mesec, oooou kako hudo položnico smo dobili.

Mama (Julija): Mirko pomiri se, bomo že zmogli.

Sin Matej (Miha): Kaj pa če bi jaz v šoli svojo Hello Kitty torbo napolnil z elektriko in jo prinesel domov.

Mama: Hahaha Matej to je zanimiva ideja, a bo to dovolj za pomivalca?

Ata: Kaj pa če bi dodali sončne celice na tvojo torbo in napolnil Powerbank, saj bo ta teden lepo vreme in bo veliko sončne energije.

Mama: A ne bi bil power bank pretežek?

Matej: Eh saj mam mišice mami.

Mama: A sta pa vi2 to preračunala?

Matej: Ne vem pa, če bo to dovolj elektrike?

Katja (Lina): Kaj pa če bi raje doma proizvajali energijo?

Larisa(Špela): Mama pa saj vsak dan pomivaš in pereš, ter tako porabimo ogromno vode. Ta pa potem odteče v kanalizacijo.

Katja: O že vem. Kaj pa če naredimo elektrarno na stranišču.

Maja (Lara): Matej, nam jo bo takoj zadelal! Za elektrarno mora biti voda čista.

Larisa(Špela): Lahko bi v velik zbiralnik zbirali odplake in jih preko generatorja spuščali navzdol v pritličje in s tem bi ustvarjali energijo.

Matej: Ja ati ja z mojimi drekci, da bojo koristni za nekaj pa da bom bolj dolgo lahko gledal televizijo.

Maja (Lara): Kam bomo pa shranili elektriko, ponoči ko peremo in vsi spimo?

Katja: Ja v baterije a ne.

Mama: Baterije so pa ja drage in onesnažujejo okolje.

Katja (Lina): O že vem, če s spuščanjem težkih stvari proizvajamo elektriko. Ali je ne bi lahko shranjevali z dvigovanjem.

Matej: Pa saj nimamo kaj težkega.

Mama: Meni je tako težko priti po stopnicah do vrha bloka.

Maja: U že vem cel blok je zelo težek.

VSI SKUPAJ: Ponoči in ko je sonce dvigujemo blok, ko rabimo elektriko pa ga spuščamo.

Znanstvenik (Alex):

Pozdravljeni vsi skupaj, jaz sem znanstvenik Rudi. Razložil vam bom, da je Kitty Power noro dobra ideja a če bi power bank uporabljalo vseh 500 učencev vaše šole bi bilo to še vedno tako malo elektrike, da to nebi prineslo kaj dobička.

Vaša ideja s spuščanjem odplak je zelo zanimiva. Potencialno energijo bi spreminjali v elektrirčno energijo. Če poenostavimo, bo generator proizvedel toliko elektrike kolikor dela je bilo opravljenega za dvigovanje bremena v višja nadstropja. Torej je proizvedena energija odvisna od višine, teže in časa spuščanja bremena. Formula: _____

Seveda je treba upoštevati še izgube. Pri vašem modelu so te verjetno velike, saj je veliko trenja, vprašljiva je tudi zmogljivost generatorja. V realnosti pa ocenjujem, da bi bile izgube tam okoli 10 %.

Ati: ja, res je! Hvala ,da ste nam pomagali, ampak zakaj pa ste vi tu?

Znanstvenik: Jaz pomagam ljudem, ki jim neka šteka pri izračunavanju in izpopolnjevanju njihovih idej.

Larisa: Odlično, to idejo bomo kar patentirali.

Katja: Že vem, najboljša ime je KakiBox!

Priloga 4: Predstavitveni skeč Finale

Ata (Anže): Električna je bila pa res draga ta mesec, oooou kako hudo položnico smo dobili.

Mama (Špela): Anže pomiri se, bomo že zmogli.

Lina: Kaj pa če bi doma proizvajali energijo?

Špela: Streha je že polna sončnih celic, kaj drugega mi pa ne pride na misel.

Lina: Sončne elektrarne, jedrske elektrarne, hidro elektrarne. Hmmm...???? Mama pa saj vsak dan pomivaš in pereš, ter tako porabimo ogromno vode. Ta pa potem odteče v kanalizacijo.

Miha: TO JE TO! Naredil bom elektrarno na stranišču?

Špela: Miha, saj jo boš takoj zadelal! Za elektrarno mora biti voda čista.

Alex: Sem bral o pretočnih elektrarnah, kjer črpajo vodo v višje ležeča območja ko je višek energije in jo spuščajo, ko energije primanjkuje. V velik zbiralnik bi lahko zbirali odplake in jih preko generatorja spuščali navzdol v pritličje in s tem bi ustvarjali elektriko.

Miha: Ja ati, ja z mojimi drekci, da bojo koristni za nekaj, pa da bom bolj dolgo lahko gledal televizijo.

Špela: Kam bomo pa shranili elektriko, ponoči ko peremo in vsi spimo?

Lina: Ja v baterije a ne?

Anže: Baterije so drage in onesnažujejo okolje.

Alex: Sem bral o gravitacijskih baterijah, kjer ob viških energije dvigujejo težke betonske bloke na kup, ko ni elektrike in jih spuščajo, ko elektrike primanjkuje. Nekateri spuščajo uteži tudi v rudnike.

Miha: Pa saj mi nimamo kaj težkega.

Špela: Meni je tako težko priti po stopnicah do vrha bloka.

Lina: Uuu, cel blok je zelo težek.

Miha: ŽE VEM! Podnevi, ko sije sonce in so viški energije, dvigujemo blok, ko zvečer rabimo elektriko, pa ga spuščamo.

Ata: Uff, a misliš, da je to sploh izvedljivo?

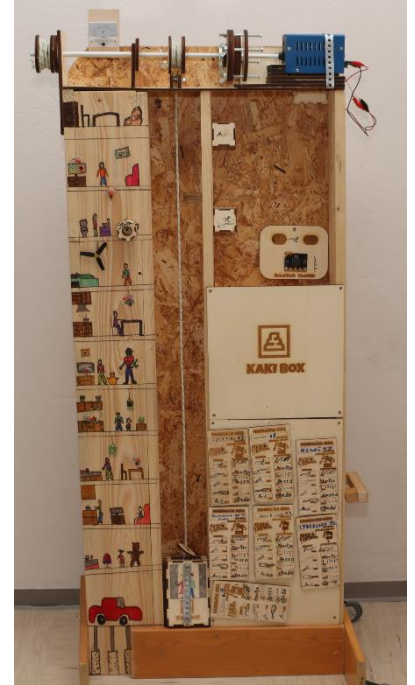
Špela: Predlagam, da v šoli pri robotiki raziščete ali bo to delovalo.

POTEM PREDSTAVITE PLAKAT, KOT SI BOMO RAZDELILI JUTRI...

[illegible]

UČNI LIST

1. Izračunaj, največ koliko potencialne energije lahko ima komora KakiBox-a. Potrebne podatke izmeri na modelu.



2. a) Kolikšno delo opravi komora KakiBox-a pri enem spustu?

b) Delo izrazi v enoti kWh .

c) Komora v bloku bi opravila 350 000-krat več dela, kot model KakiBox-a. Koliko kWh dela bi opravila komora v bloku?

d) Poraba televizorja je 200 W/h. Kako dolgo bi lahko eno stanovanje gledalo televizijo na račun enega spusta komore v bloku?
3. a) Izmeri maso prazne komore KakiBox-a in preveri, kolikšno maso potrebuješ za protiutež, da komoro dvigneš nazaj v najvišje nadstropje v ponovno uporabo?

b) Zakaj mora imeti protiutež večjo maso kot prazna komora? Pojasni izgube (upoštevaj sile).