

# Preočavanje mehanizama grafičkih strojeva tehničkim i digitalnim crtežom

---

Vlašić, Lovro

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:538913>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

# ZAVRŠNI RAD

Lovro Vlašić



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

**ZAVRŠNI RAD**  
**PREDOČAVANJE**  
**MEHANIZAMA GRAFIČKIH**  
**STROJEVA TEHNIČKIM I**  
**DIGITALNIM CRTEŽOM**

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Dubravko Banić

Student:

Lovro Vlašić

Zagreb, 2023.

## **ZAHVALE**

*Velike zahvale mentoru izv. prof. dr. sc. Dubravku Baniću na provođenju istraživanja u ovom radu, uloženom vremenu i pomoći, te doc. dr. sc. Josipu Boti za cjelokupnu ideju rada.*

*Lovro Vlašić*

## SAŽETAK

Tehnički crteži služe za izradu grafičkih (kao i ostalih) strojeva od strane strojara ili inženjera. Na njima je bitno točno komunicirati sve ključne elemente mehanizma. Važno je i poznavanje tih ključnih elemenata, njihovog značenja i sveukupnog funkcioniranja određenog mehanizma na temelju prikazanog crteža.

Studenti trebaju znati prosuditi rad nekog mehanizma na temelju tih crteža. No, ti su crteži nekad zbunjujući i isprva nejasni. U ovom je radu provedeno ispitivanje razine studentovog razumijevanja tehničkog crteža, koje je uspoređeno s razinom studentovog razumijevanja umjetničkog prikaza istog mehanizma. Provedeno je istraživanje na sljedećim mehanizmima: motorni mehanizam, zglobni četverokut, zaporni mehanizam, malteški križ i ventil za razvođenje zraka. Umjetnički prikazi naslikani su digitalno, u vjerodostojnosti tehničkog crteža, u programu za digitalno crtanje *Krita*. Korištena je i sloboda umjetničkog izražavanja. Odgovori studenata raspoređeni su u kategorije točno, netočno i djelomično točno, a prije toga su raspoređeni po svim vrstama odgovora. Ispitivanje je napravljeno s ciljem uspoređivanja jasnoće dvaju prikaza. Objašnjeni su mogući razlozi dobivenih odgovora studenata, a svi dobiveni rezultati su analizirani u raspravi, gdje je grafički prikazana jasnoća oba prikaza. Iz provedenog istraživanja može se zaključiti da je najjasniji tehnički crtež malteškog križa, a najnejasniji je onaj motornog mehanizma. Najjasniji umjetnički prikaz je opet prikaz malteškog križa, a najnejasniji je ventil za razvođenje zraka.

Zaključeno je i da umjetnički prikaz (često jasniji studentima nego tehnički) može biti itekako nejasan, koriste li se elementi koji odvrćaju pažnju od bitnih elemenata.

### **Ključne riječi:**

Tehnički crtež, mehanizam, umjetnički prikaz, digitalno crtanje, grafički strojevi

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO.....</b>	<b>2</b>
2.1. Opis programa Krita.....	2
2.2. Izrada digitalnog crteža.....	8
2.2.1. Izrada digitalnog crteža ventila za razvođenje zraka.....	8
2.2.2. Thumbnail skice.....	9
2.2.3. Doručivanje skice i lineart.....	10
2.2.4. Dodavanje trodimenzionalnosti.....	13
2.3. Usporedba tehničkog i digitalnog (umjetničkog) prikaza.....	17
2.3.1. Usporedba na primjeru krivuljnog pogona usisnih pipaka.....	17
2.3.1.1. Skiciranje i analiza različitih dijelova tehničkog crteža.....	17
3.1. Istraživanje jasnoće prikaza na populaciji XY.....	20
3.2. Podjela odgovora na kategorije i rezultati istraživanja na primjerima.....	20
3.2.1. Motorni mehanizam.....	22
3.2.2. Zglobni četverokut.....	25
3.2.3. Zaporni mehanizam.....	29
3.2.4. Malteški križ.....	31
3.2.5. Ventil za razvođenje zraka.....	34
<b>4. RASPRAVA.....</b>	<b>39</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>45</b>
<b>6. LITERATURA.....</b>	<b>46</b>

## 1. UVOD

Svaki mehanizam bitno je točno predočiti tehničkim crtežom kako bi se on pravilno izradio za konkretnu uporabu u stvarnom životu. Zbog toga je bitno i da promatrač ovih tehničkih crteža zna prepoznati osnovne dijelove istog, funkciju i način rada mehanizma te njegove primjene. Međutim, ponekad osobama koje tek uče da postanu inženjeri (kao primjerice studentima) nije posve jasan tehnički prikaz pun kota, ravnih linija različitih debljina, punih ili isprekidanih linija, slova, simbola, brojeva i slično. Grana digitalnih umjetnosti, a konkretnije digitalno slikanje (eng. *digital painting*) može vrlo jednostavno spojiti aspekt grafičke tehnologije koji se fokusira na strojeve te umjetnost koja za cilj ima lakše predočavanje tehničkih crteža.

Dakle, u ovom radu će se digitalno-umjetničkim predočanjima tehničkih crteža mehanizama provesti istraživanje jasnoće digitalnih prikaza mehanizama.

Svaki mehanizam u ovom radu će biti prikazan tehničkim crtežom i umjetničkim prikazom ispitivanoj populaciji, odnosno studentima 1. godine grafičke tehnologije. Cilj ovog rada je ustanoviti razinu jasnoće autorovih umjetničkih prikaza (digitalnih crteža), a ta jasnoća će biti izmjerena ispitivanjem studenata koji će dobiti prikaz mehanizama. Na ovaj način će se ustanoviti koliko apstrakcije uzrokovane umjetničkom slobodom utječu na jasnoću, odnosno razumijevanje pojedinih mehanizama.

Zadaci ovog rada su: opisati kako radi program za digitalno crtanje *Krita*, u kojem će se izrađivati digitalne slike, objasniti proces izrade umjetničkih prikaza mehanizama na temelju tehničkih crteža te provesti istraživanje jasnoće prikaza na ispitivanoj populaciji, odnosno studentima. Naravno, glavni zadatak je utvrditi koliko digitalni prikaz mehanizama bio uspješan, odnosno koliko utakav način prikaza utječe na razumijevanje rada mehanizama.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Opis programa Krita

*Krita* je besplatan program za stvaranje digitalnih slika, crteža, ilustracija, pa čak i animacija. Može služiti i za izradu tekstura i stripova [1]. *Krita* je vrlo često uspoređivana sa *Photoshopom*, što je zbilja i opravdano zbog velike sličnosti u sučelju dvaju programa. *Krita* je vjerojatno bolja od *Photoshopa* u segmentu digitalnog crtanja i slikanja. Uz *Kritu*, korišten *hardware* u ovom radu je Wacom Intuos grafički tablet (Slika 1.). Radi se o tabletu koji je bez zaslona (ekrana) i posjeduje radno područje od 21,6 x 13,5 cm [2]. Također sadrži i olovku (engl. *pen*) s kojom se crta, ali može se raditi još dosta toga, npr. uređivanje slika u *Photoshopu*, modeliranje i sl.

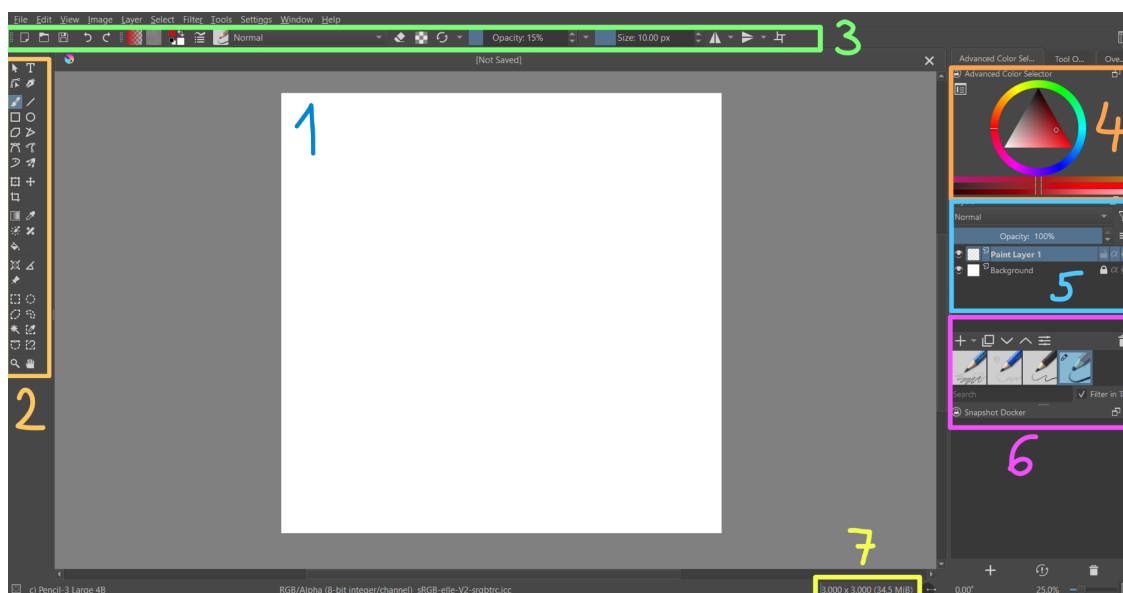


Slika 1. – Wacom Intuos grafički tablet i *pen* (olovka)

Na Slici 2. vidi se sučelje Krite, u sredini je bijeli *canvas* (hrv. platno), označen brojem 1. Izvan tog bijelog *canvasa* ne može se crtati. Sa lijeve strane nalazi se alatna traka (2),



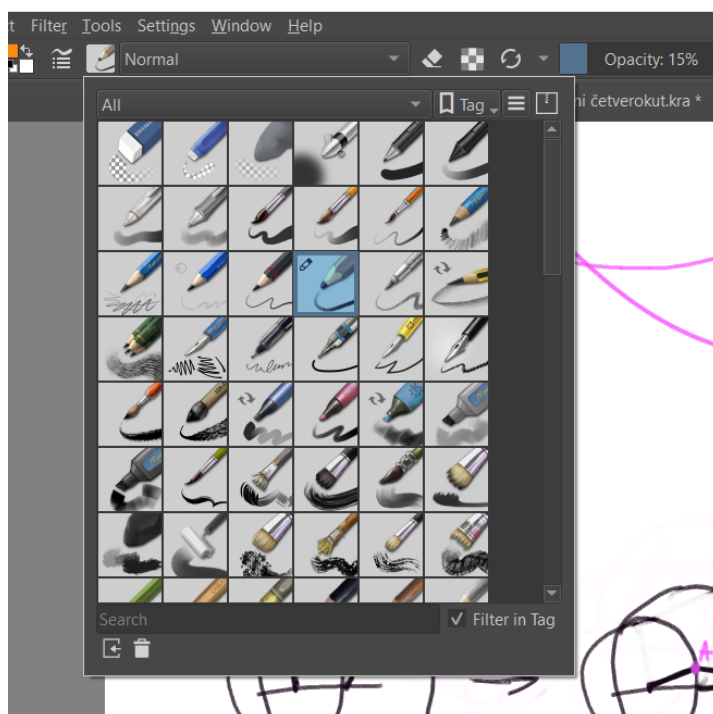
koja sadrži alate kao što su *brush* (kist) i *erase* (gumica). Ta dva se inače dosta često izmjenjuju sa prečacima, pritiskom tipki B i E (*brush* i *erase*).



Slika 2. – Sučelje Krite

U gornjem dijelu se nalazi traka sa svojstvima trenutnog alata koji je aktiviran (3), tu su prikazane naredbe kao što su veličina kista (engl. *brush*) ili opacitet, te se može odabrati *brush* koji se želi (Slika 3.). Ovo se također može napraviti i na mjestu označenim brojem 6. Koji *brush* se koristi ovisi i o tome koji efekt se želi postići. Primjerice, za inicijalne skice (kao na Slici 2.) se može koristiti tzv. “*Pencil 3-Large 4B*” *brush*, koji imitira efekt olovke. Brojem 4 označeno je područje gdje se odabire boja, a ovo se zove *color wheel*. Ovdje se može birati koji sustav boja će se koristiti, primjerice HSL (*Hue, Saturation, Lightness*) ili HSV (*Hue, Saturation, Value*). Ispod toga, označeno brojem 5, nalazi se vjerojatno najbitniji dio sučelja, a to su *layeri*, odnosno slojevi. Slojevi funkcioniraju kao listovi kolaža, isto kao u *Photoshopu*, te se mogu koristiti *layer maske*, dodavati različiti efekti za pojedine slojeve i slično. Također, jedna vrlo dobra značajka slojeva je da se istovremenim pritiskom tipke CTRL i lijevog klika na neki sloj može dobiti takozvani obrub izvan kojeg se ne može crtati, a taj obrub će označiti samo taj označeni sloj. Na taj način može se nacrtati, primjerice, krug, i pomoću naredbe CTRL+lijevi klik na taj sloj se može crtati ili slikati samo preko tog kruga, bez da linije prelaze njegov rub. Nadalje, dolje desno označeno brojem 7 je veličina *canvasa*

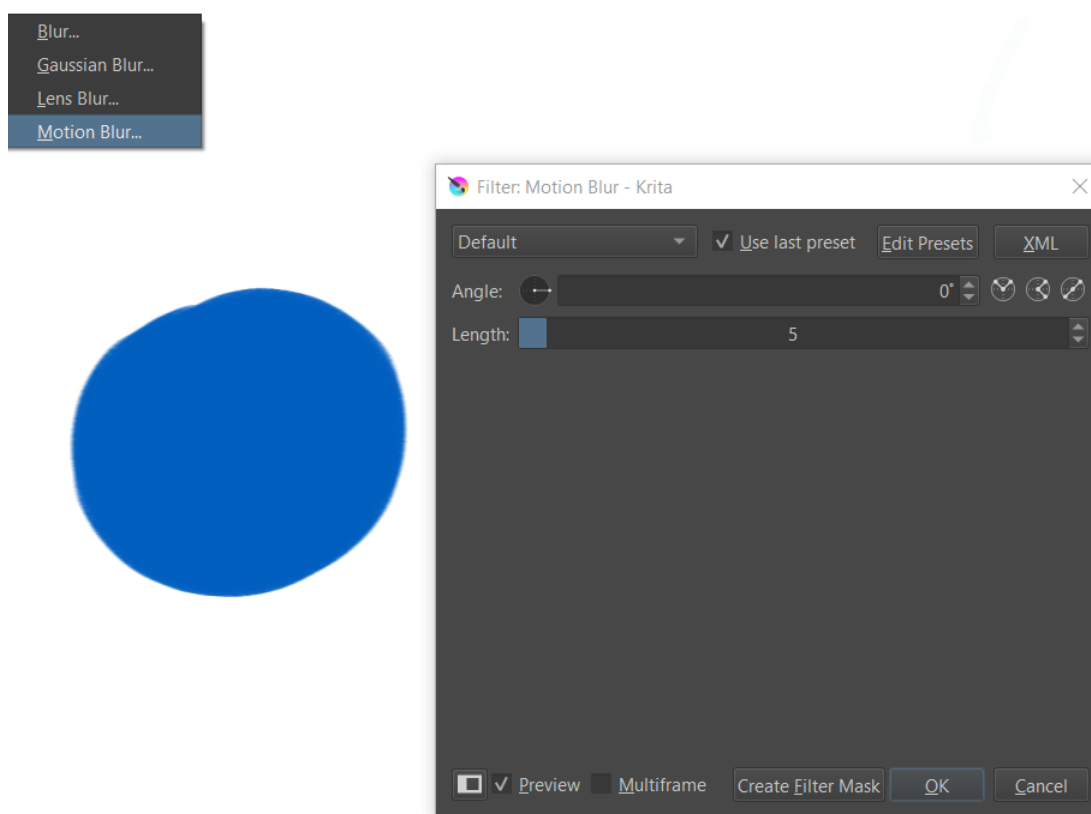
(njegova rezolucija) u pikselima i datoteke u MB. Ova veličina datoteke se drastično mijenja sa dodatkom *value*-a. *Value* je jednostavno rečeno ton slike, odnosno koliko je nešto svijetlo ili tamno. U slikarstvu se *value* može postići dodavanjem crne ili bijele boje odabranoj boji. *Value* je važniji od boje za dizajn i sveukupni uspjeh digitalne slike, a ono je nezavisno od tona (engl. *hue*). *Value* se koristi za stvaranje žarišne točke unutar slike ili crteža, a ljudsko oko je osjetljivije na svjetliji element nego tamniji. Ovo stvara žarišnu točku interesa, tj. koji dio slike ili crteža će se “istaknuti”. *Value* se također može koristiti za stvaranje iluzije dubine [3].



Slika 3. – Kistovi (engl. *Brushes*)

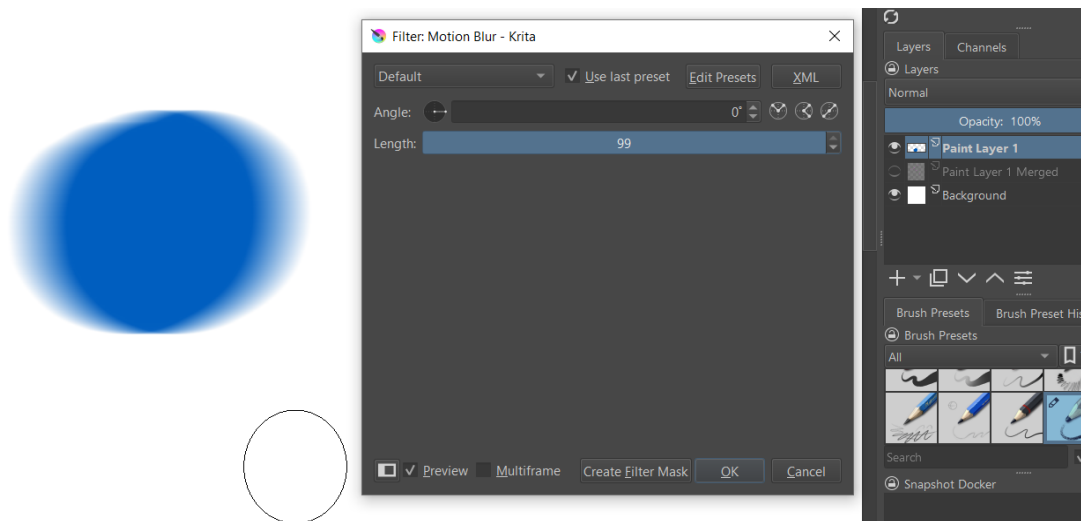
Iznad trake sa svojstvima (označeno brojem 3) nalazi se uobičajena traka sa naredbama, kao što su *File - Save* (Datoteka - Spremi), *Image - Transform* (Slika - Oblikuj), razni filteri ili naredbe za uređivanje *layera*. Neke naredbe mogu se odraditi i prečacima, npr. Ctrl+L za otvaranje *Levels*-a (histograma). Pod *Filter*, postoji opcija *Blur* i neke podopcije, među kojima je *Motion Blur*. To je vizualno iscrtavanje ili razmazivanje nekog elementa na digitalnoj slici, uzrokovano micanjem tog elementa ili kretanjem kamere (što je moguće jedino u npr. programima za 3D modeliranje i uređivanje videozapisa, npr. Blender i Adobe After Effects ili Adobe Premiere) [4]. Kao i *Value*,

može se koristiti da se istakne neki dio slike, ali u ovom slučaju će *Motion blur* zamutiti određeni dio, pa će ostatak slike postati žarišnom točkom (npr. zamučivanje pozadine). Prozor *Motion Blura* (Slika 4.) omogućava i da se mijenja smjer u kojem se želi postići efekt *motiona*, tj. gibanja (*Angle* - bilo koji u 360 stupnjeva). Također se može mijenjati jačina, tj. dužina “gibanja” (*Length*). Ovaj efekt koristi se za razne stvari, primjerice predočavanje čestica koje se gibaju (kao što su iskre), stvaranje efekta “gibanja”, i čak svjetlosnih efekata (npr. odsjaj, odnosno refleksija). Na Slici 4. vidi se da je nacrtan jednostavan plavi krug na kojem je primjetan spomenuti efekt.



Slika 4. – *Motion Blur* prozor

Ako se na taj isti sloj u kojem je nacrtan krug primijeni *Motion Blur* u npr. smjeru prema desno (on je automatski zadan na 0 stupnjeva) i *Length* na maksimalnih 99, dobit će se efekt gibanja tog kruga po horizontali, kao da se zamaglio po x osi. (Slika 5.). Ovaj efekt koristit će se u digitalnom prikazu motornog mehanizma, točnije “odsaj” na zupčaniku koji je napravljen s bijelom bojom sa *Airbrush Soft* kistom. Zatim je na taj sloj primijenjen *Motion Blur* na 0 stupnjeva i 99 *Length*.



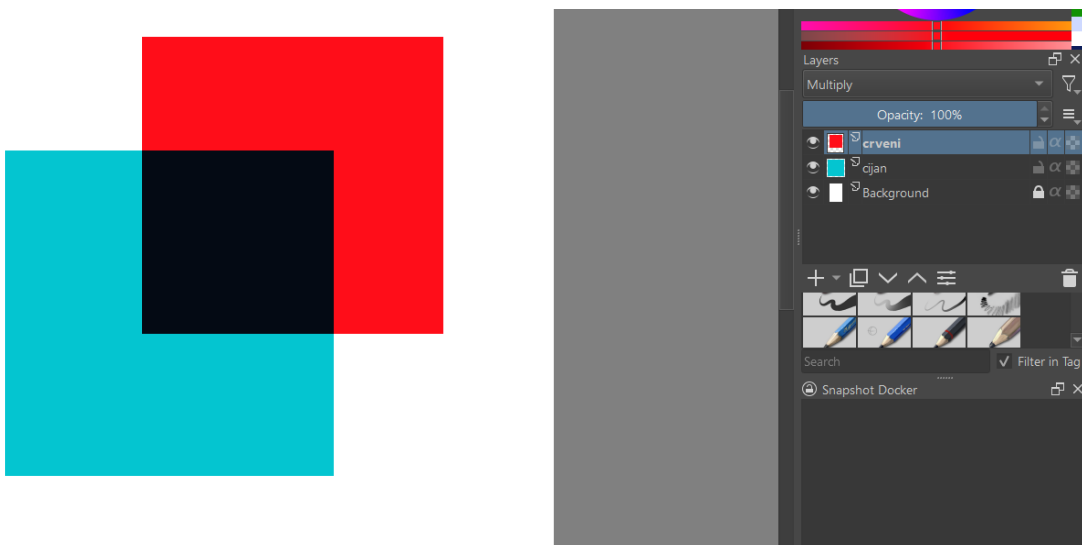
Slika 5. – *Motion Blur* primijenjen na sloju

Sljedeće što je interesantno za pokazati je *Blending mode* (nekad poznat kao i *Layer mode* ili *Layer blending mode* [5]). On označava kako će se neki sloj “pomiješati”, tj. izvesti digitalnu logiku piksela sa slojem ispod. Slojevi se mogu slagati jedan na drugi, pa zato igranjem sa *Blending mode*-om može se postići dosta efekata koje se želi postići. Ako npr. nije postignut zadovoljavajući efekt promjenom histograma, na gotov crtež ili sliku se dodaje novi sloj, oboji ga se nekom bojom (ili više njih) te se postigne zanimljivi ambijentalni učinak (može cijela slika dobiti određeni ton boje). Slika 6. prikazuje dva sloja, crveni kvadrat iznad cijan kvadrata.



Slika 6. – Crveni i cijan kvadrat

Kada se mijenja *Blending mode* sa padajućeg izbornika (na kojem trenutno piše 'Normal') koji se nalazi iznad trake za opacitet (*Opacity*), vidi se da postoji više opcija i svaka od njih daje neki drugi efekt. Primjerice, ako se odabere *Multiply*, dobit će se "umnažanje", tj. potamnjenje boja tih dvaju slojeva. Zbog toga će se na dodiru crvenog i cijan kvadrata "stvoriti" nova boja (Slika 7.). Ovdje se, dakle, događa digitalna logika piksela dvaju slojeva, a svaki ovaj *Blending mode* je zapravo neka druga logička operacija (a ona može biti jednostavna i osnovna, kao primjerice NE-spoj, ili može biti kombinacija više osnovnih). Može se reći da se sa *Blending mode-om* prikazuju samo vrijednosti svjetlije od onoga što je u slojevima ispod trenutnog. Ili, koristiti formulu za umnožavanje osnovnog i pomiješanog sloja, potamnjujući boju i vrijednost (*value*). *Blending mode-ovi* iznimno su vrijedni za naučiti jer sa lakoćom digitalnu ilustraciju mogu učiniti boljom, kontroliranjem svjetla, sjene, teksture i sl. [5].



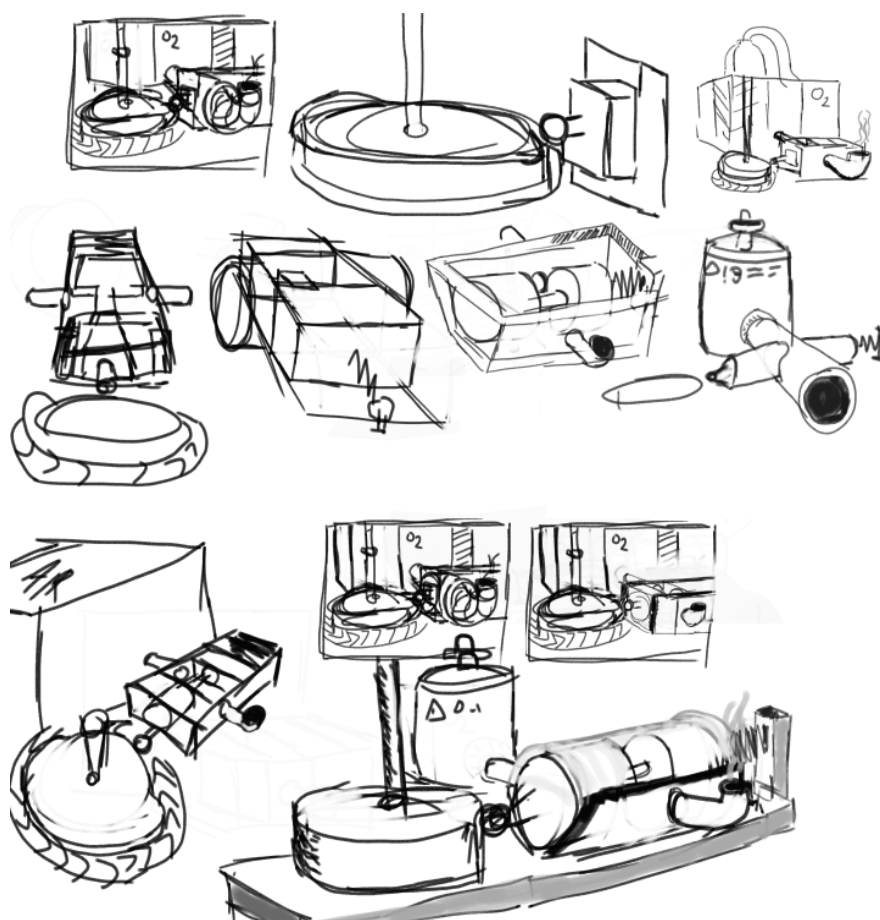
Slika 7. – Primjena *Color Blending mode-a*

## 2.2. Izrada digitalnog crteža

Digitalni crtež (ili digitalna slika) se može napraviti na beskrajn broj načina. Sve varira od umjetnika do umjetnika i postoje razne metode u samom pronalaženju ideja za skicu. Nekad se, primjerice, skica (ili čak definirani crtež) može nacrtati na fizičkom papiru. Taj se papir kasnije skenira i otvori u Kriti (ili u bilo kojem programu za digitalno crtanje, čak i *Photoshop*).

### 2.2.1. Izrada digitalnog crteža ventila za razvođenje zraka

Kada je rađen digitalni prikaz ventila za razvođenje zraka (što će biti prikazano kasnije u ovom radu), najprije su nacrtane grube skice onoga što se želi prikazati. Ideje su samo “bacane” na *canvas* te je taj mehanizam nacrtan u više kuteva. U zadnjem donjem desnom crtežu interpretiran je krivuljni mehanizam kao dio sustava ventilne ručice. U gornjem lijevom kutu nacrtana je takozvana *thumbnail* skica (Slika 8.). Iza samog mehanizma je dodana “komoru” sa kisikom ( $O_2$ ), ali to ne mora biti nužno kisik, već može biti zrak, plin, što je pak interpretirano kroz cijev koja je na izlazu mehanizma. Nakon nekog vremena došla je ideja da se nacrti cilindar umjesto “kutije”, pa je za finalnu skicu odlučeno skroz donji desni crtež.



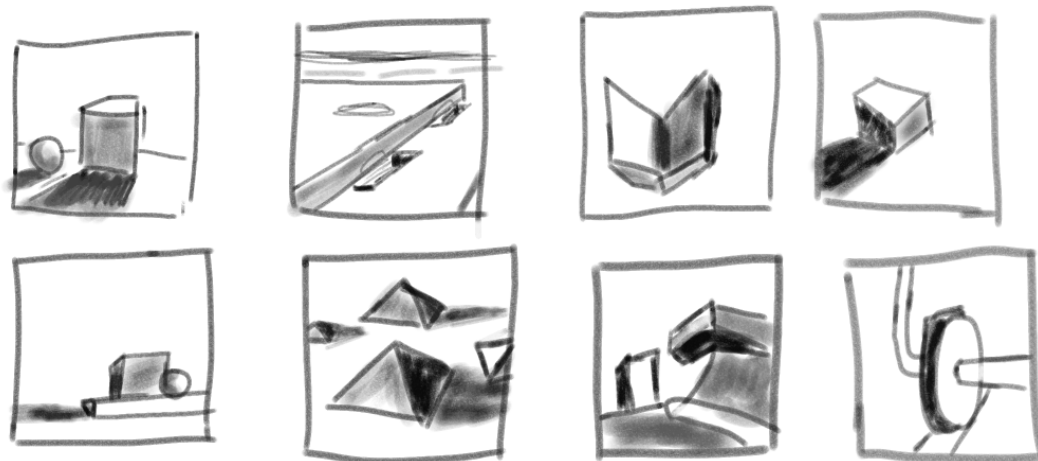
Slika 8. - Skiciranje ideja za mehanizam ventila za razvođenje zraka

### 2.2.2. Thumbnail skice

*Thumbnail* skice su brzi crteži koji pomažu da se cijela slika isplanira na manjem formatu i na brz način. To su skice koje se rade brzo i obično u nekom kvadratnom ili nekakvom četverokutnom zatvorenom okviru, koje daju ideju kako će slika izgledati [6]. Zapravo se eksperimentira sa kompozicijom, svjetlosti, oblicima i sl. prije nego li se pažnja posveti crtanju na krajnjoj rezoluciji. Ove *thumbnail* skice su uvijek prilično male dimenzije s obzirom na veličinu završene slike. One najčešće ne prekrivaju čitavu površinu *canvasa*, već samo jedan mali dio. Na taj način se u jednom sloju mogu nacrtati na desetine *thumbnail* skica, zatim isti sloj ugasiti i na novom zalijepiti skicu u kojoj se vidi najviše potencijala.

Najprije se od ideje radi odgovarajući format te slike i po njemu se crta okvir *thumbnail* skice (nekad je to vodoravni, nekad horizontalni, a nekad kvadratni format). Onda se

skicira već spomenutim Pencil 3-Large 4B kistom konstrukcija oblika i kompozicije. Neke se čak mogu i obojati radi predočavanja nekih svjetlosnih efekata (sjena, odsjaj i sl.), ali ne previše detaljno. Primjer *thumbnail* skica prikazan je na Slici 9.

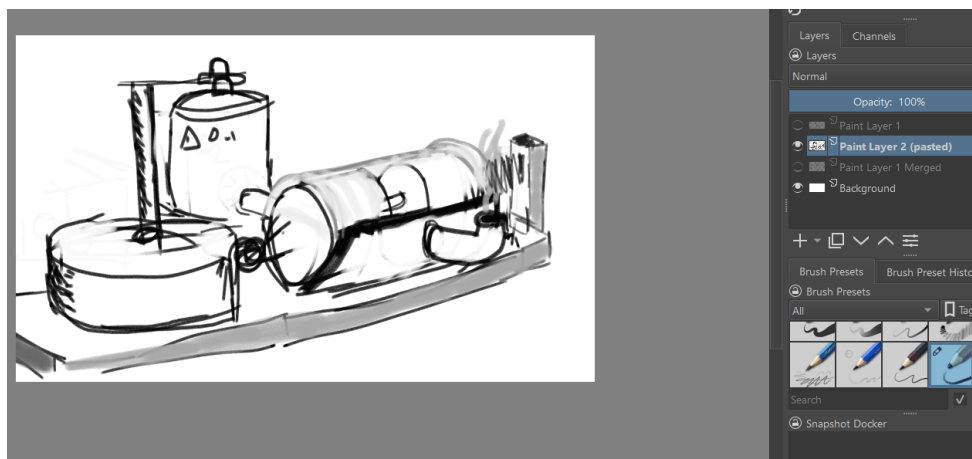


Slika 9. – *Thumbnail* skice

### 2.2.3. Dorađivanje skice i lineart

Kada se završi sa fazom *thumbnail* skica, prelazi se na odabir skice u kojoj se vidi najviše potencijala i kreće se na sljedeću fazu, a to je da se skica oboji. Tu joj se doda tonalitet (sjena i svjetlost), prije čega se mora odrediti izvor svjetlosti. Pošto je odabrana gruba skica digitalnog prikaza ventila za razvođenje zraka, njega se kopira i zalijepi na novi sloj, te se *canvas* smanji (pomoću *Crop Tool*-a) na dimenzije koje odgovaraju skici (Slika 10.).





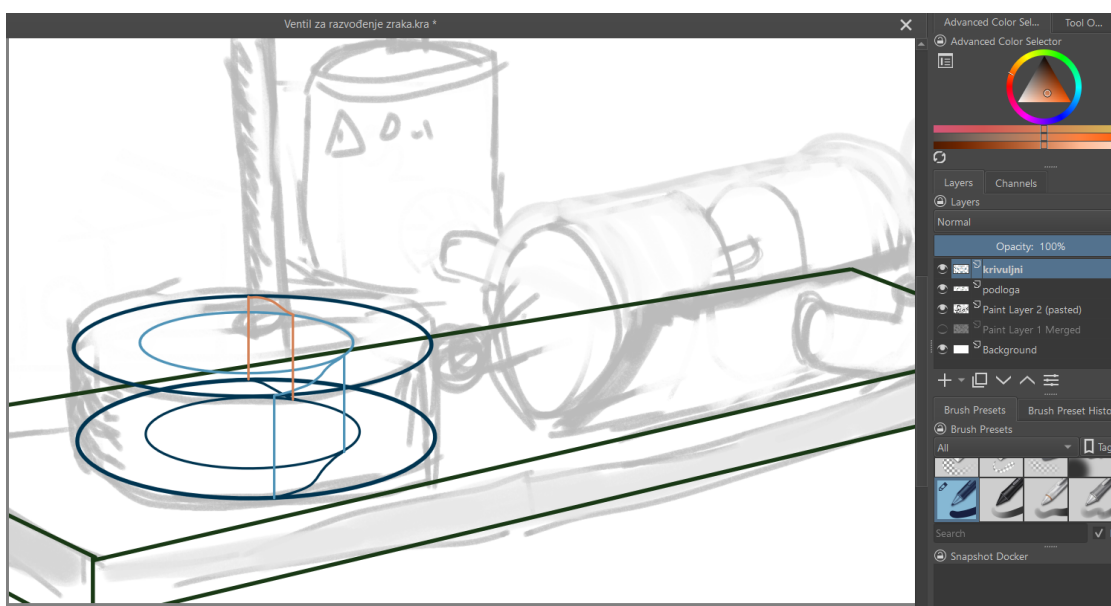
Slika 10. – Odabran *thumbnail*

Nakon ovoga, skici se smanjuje opacitet, tako da se može vidjeti gdje se što nalazi te se kreće crtati takozvani *lineart*. To je jedan termin koji se koristi u zajednici umjetnika, što ne isključuje ni digitalne umjetnike, a radi se o urednom obrubu koji se stvara iz pomalo nejasne i neuredne skice. *Lineart* je stvaranje ilustracije (ili crteža) korištenjem osnovnih poteza (linija, engl. *strokes*) različite debljine i kutova koji ukazuju oblik i dubinu. Ne uključuje sjenčanje ili gradijent, već se fokusira samo na linije [7].

U ovoj fazi se neravne linije (koje trebaju biti ravne) pretvaraju u ravne, netočno i neprecizno napravljene kružnice se prepravljaju u pravilne kružnice i generalno se cijela skica “počisti” od suvišnih linija. Dakle, u fazi *linearta* se rade rubovi svih dijelova crteža (skice) i stvara se “podloga” i osnova za fazu nakon - obojenje. Zato je *Lineart* crtež koji na kraju podsjeća na bojanke za djecu. Poslije *linearta* dolazi - bojanje. Također, u ovom dijelu promijeni se kist - koristi se *Basic-1*. On ne podsjeća više na teksturu olovke već je visoko definiranih rubova, što je povoljno za ovu fazu izrade.

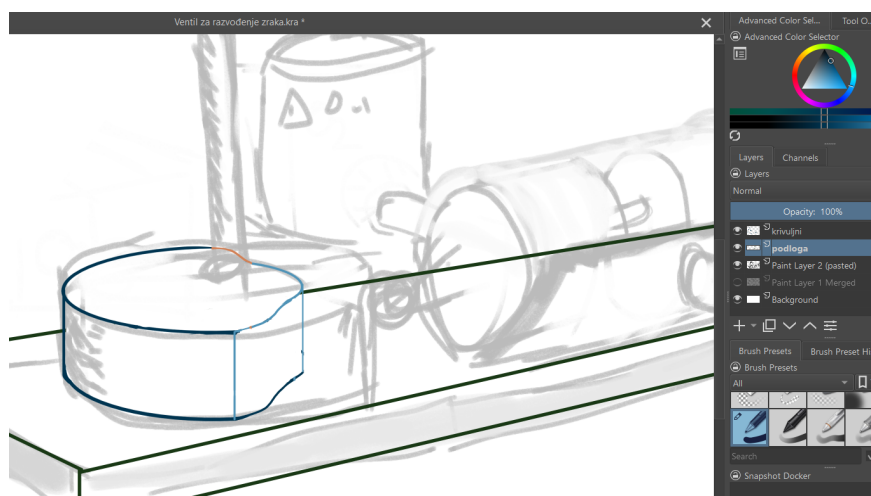
Taj *lineart* kod ovakvih digitalnih predočanja tehničkih crteža se radi kombinacijom alata *Brush - Ellipse Tool - Line Tool*. Ovo se radi kako bi se postigla “konstrukciju” za završni *lineart* koji u ovom slučaju služi da se definiraju obrubi pojedinih dijelova digitalnog rada (Slika 11.). Na Slici 11. se može vidjeti da je konstrukcija krivuljnog mehanizma nacrtana pomoću različitih boja. Svaka od boja koje se vide nacrtane su u posebnoj sloju. Ovo je učinjeno iz razloga da se lakše organizira perspektivom, tj. da ona ispadne dobro. Primjerice, velika plava donja elipsa konstruirana je jednim potezom miša, ali gornja velika plava elipsa je zapravo samo kopija donje te se na taj način stvara

novi sloj (automatski se stvara novi sloj kada se nešto zalijepi u Kriti). Dobivena elipsa je “sužena” po visini da perspektiva bude valjana. Ove nepravilne “krivuljne” linije su nacrtane ručno kistom. Također se na Slici 11. vidi da su svi ti slojevi spojeni u jedan, naziva “krivuljni”. Ispod njega je sloj naziva “podloga”.



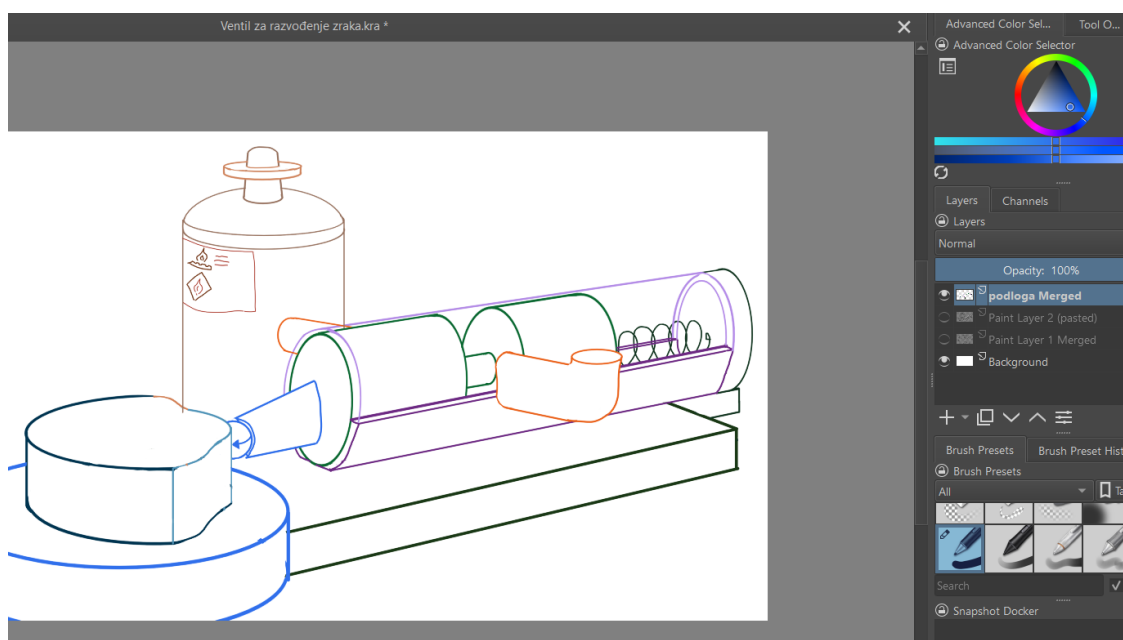
Slika 11. – Konstrukcija *lineart-a*

Nakon ovoga se brišu viškovi linija koje se ne vide (Slika 12.). Iz tog razloga je najbolje sve spojiti u isti sloj kako brisanje tih linija ne bi bilo zbunjujuće.



Slika 12. – “Čišćenje” konstrukcije

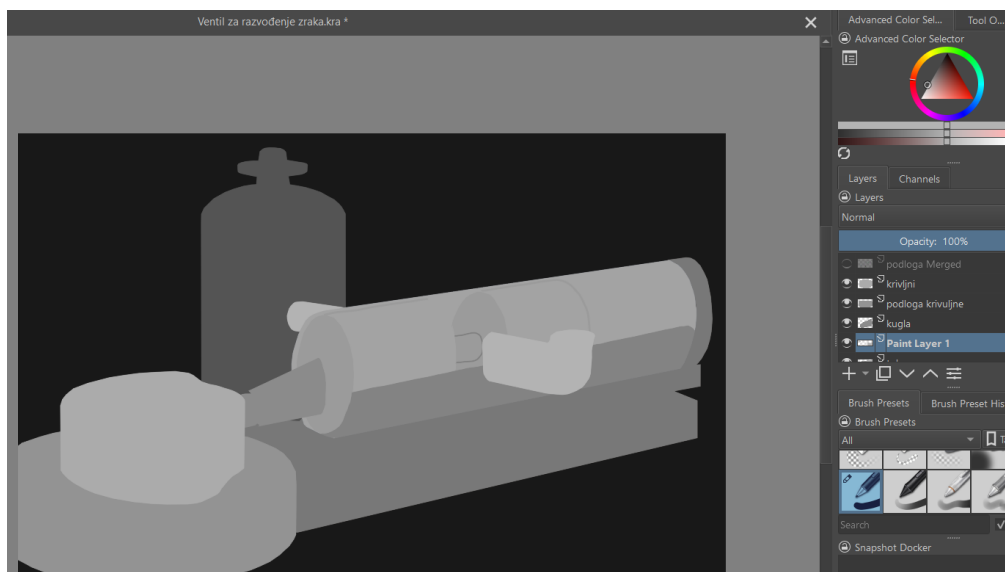
Ovakav “konstrukcijski postupak” ponavlja se za cijeli crtež dok se ne dobije završeni *lineart* ispod kojega se može vršiti dodavanje tonova i obojenje. Nakon što je konstrukcija gotova, sve nevidljive linije se brišu i spaja se u jedan sloj (Slika 13).



Slika 13. – Završen *lineart*

#### 2.2.4. Dodavanje trodimenzionalnosti

Kada je *lineart* digitalnog prikaza gotov, može se krenuti u sljedeću fazu, odnosno fazu koja zbilja daje “život” cijelom digitalnom radu, a to su dodavanje tonova (što u dvodimenzionalnom *canvasu* daje efekt trodimenzionalnosti) te obojenja. U ovoj fazi koristi se metoda *grayscale*. To je metoda koju koriste umjetnici da bi se fokusirali samo na svjetlost kompozicije, tj. slike ili ilustracije, bez da se obaziru na boju. Dakle, samo se određuje svjetlina pojedinih dijelova *canvasa*. Najprije se obojaju osnovni oblici u neku nijansu sive (Slika 14.). Česta zabluda je da desaturirati (engl. *desaturate*, smanjiti zasićenost) znači pretvoriti u *grayscale*, ali to nije uvijek točno jer ovisi o tome koliko je slika desaturirana [8].



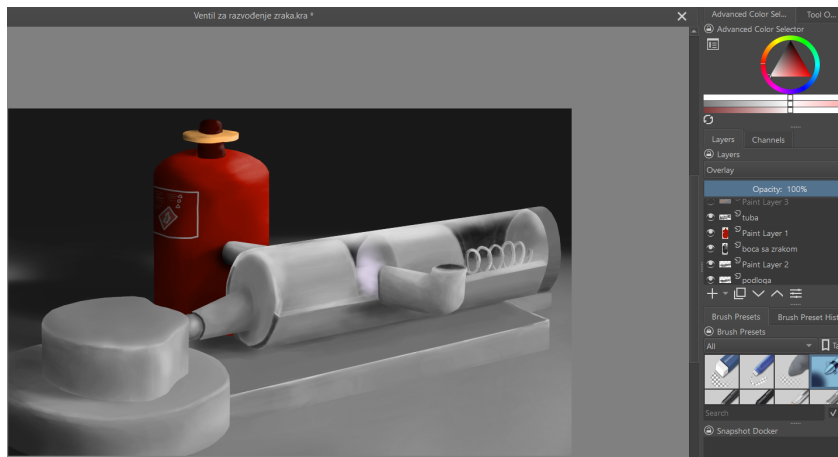
Slika 14. – Početak *grayscale-a*

Nakon što su postignuti osnovni oblici (tj. “ravni” tonovi za svaki pojedini objekt kod ovog mehanizma), kreće se u detaljno slikanje svakog. Na metodu i način slikanja (te gotovi izgled naslikanog objekta) utječe i tekstura, refleksije i svi ostali optički parametri nekog predmeta. Primjerice, metalni objekti drugačije se slikaju od drvenih ili staklenih i slično.



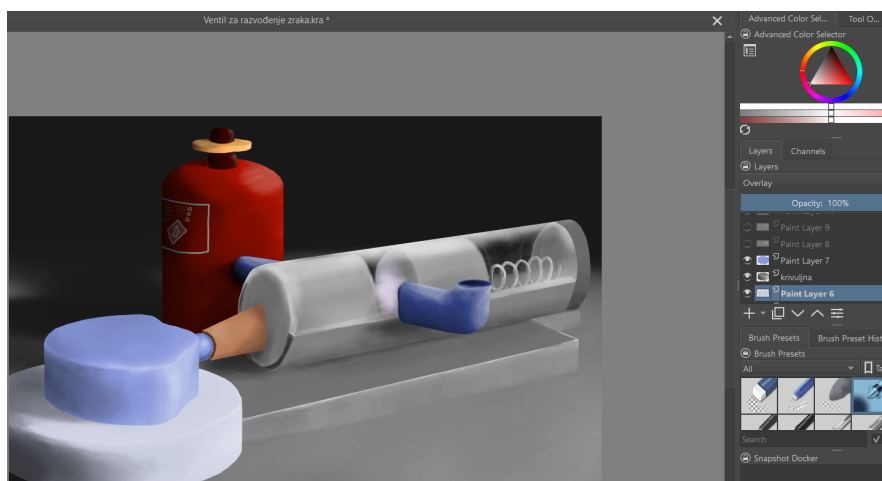
Slika 15. – Završen *grayscale*

Nakon što je završena *grayscale* faza (Slika 15.), kreće faza davanja boje cijelom radu. Označen je sloj na kojem se vrši obojenje i zatim se iznad njega kreira novi sloj, koji će služiti za samu boju. Ovo se vrši naredbom Ctrl+lijevi klik na sloj ispod i zatim se počinje bojati odabranom bojom. Ovo je objašnjeno i ranije u ovom radu, a stručno se u Kriti i sličnim programima zove *clipping mask* (hrv. maska za rezanje) i veoma je koristan dodatak. Pored bojanja, dodaju se još neki detalji, npr. tekst na plinskoj boci. Tom novom sloju (koji sadrži boju) promjeni se *blending mode* u *Overlay*. Time se omogućava da se boja i definirana svjetlost i sjena u sloju ispod spoje u jedno, tj. da boja dobije svoje tamne i svijetle dijelove (Slika 16.).



Slika 16. – Obojenje jednog objekta

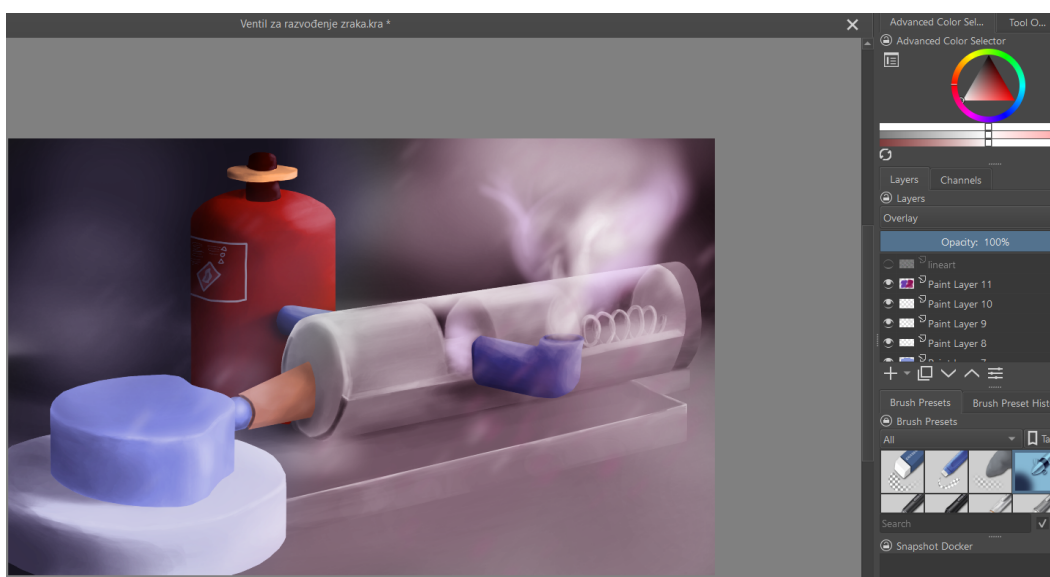
Na isti način bojaju se svi objekti na *canvasu*; stvori se sloj iznad i pomoću dodatka *clipping mask* na jednostavan način se crno-bijelim objektima dodaje boja (Slika 17.).



Slika 17. – Obojan digitalni prikaz

### 2.2.5. Završna obrada digitalnog crteža

Na svakom individualnom autoru je kako će obraditi završenu obojenu sliku svojeg digitalnog rada. Neki mogu dodati malo kontrasta, neki mogu popraviti histogram, a mogu se dodavati i razni tonovi boja. Kako bi se dodao neki dodatni “začin” cijeloj slici, kroz cijev će se dodati kao da iz nje izlazi plin iz plinske boce te je dodan ambijent cijeloj slici - ljubičasto-rozkasti ton preko cijele slike i on je na zasebnom sloju. Taj sloj se onda prebaci u neki određeni *blending mode* te mu se smanji opacitet. Na ovaj način se dobije skoro završen digitalni prikaz ventila za razvođenje zraka (Slika 18.).



Slika 18. – Završen digitalni prikaz ventila za razvođenje zraka

### *2.3. Usporedba tehničkog i digitalnog (umjetničkog) prikaza*

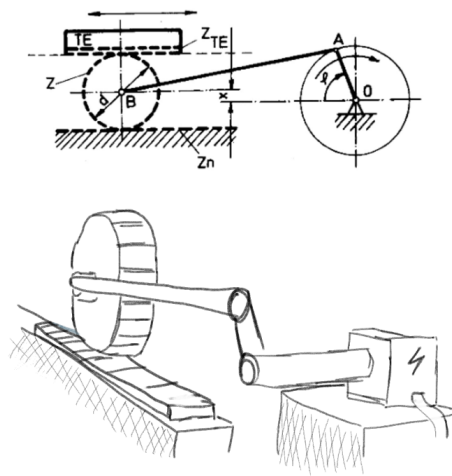
Kod crtanja i “precrtavanja” svakog crteža (bilo sa digitalnog prikaza na papir ili, u ovom slučaju, obrnuto) potrebno je najprije dobro poručiti taj crtež. U slučaju tehničkog crteža, moraju se dobro razumjeti svi simboli te što svaki “objekt” na tom crtežu predstavlja. U suprotnom može doći do nepravilnog predočenja, što čak nije ni pod opravdanjem umjetničke apstrakcije. Ako je potrebno, radi se istraživanje (bilo preko interneta ili drugih fizičkih literatura) o samom tehničkom crtežu, odnosno mehanizmu i kako on funkcionira. Također je od velike važnosti razumjeti taj mehanizam u gibanju, tj. znati nacrtati više njegovih pozicija.

#### *2.3.1. Usporedba na primjeru krivuljnog pogona usisnih pipaka*

Najprije je dobro podsjetiti se kako ovaj mehanizam funkcionira, što bi se smatralo kao “nultom” fazom usporedbe, tj. izrade umjetničkog predočenja. Nakon ovoga, kreće se u izrade *thumbnail* skica te generiranje ideja kako bi se što bolje umjetnički prikazao ovaj tehnički crtež. Kod ovog tehničkog crteža se dosta toga može na različite načine predočiti umjetnički, ali zbog jednostavnosti je prikazan jedan način.

##### *2.3.1.1. Skiciranje i analiza različitih dijelova tehničkog crteža*

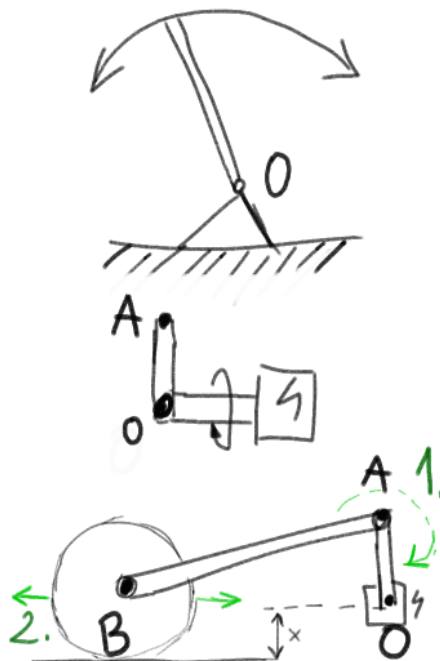
Ovaj konkretan tehnički crtež ima nekoliko dijelova kroz koje je potrebno proći i proučiti ih kako bi se napravila odluka o digitalnom prikazu istog. Postavljen je tehnički crtež s gornje strane, a ispod njega je napravljena skica trodimenzionalnog prikaza željenog mehanizma (Slika 19.). Objašnjeni su redom svaki od dijelova ovog mehanizma te je uspoređen tehnički i umjetnički prikaz.



Slika 19. – Početna skica; gore - tehnički crtež, dolje - početna skica interpretacije motornog mehanizma

Sa Slike 19. vidi se da je umjetnički prikaz nije na prvu istovjetan tehničkom. Tu će eksperimentalni dio ovog rada odlučiti kakav će utjecaj to imati na lakoću razumijevanja odabranog mehanizma. Poluga  $OA$  se vrti oko nepomičnog ležaja  $O$ , no za sobom “vuče” polugu  $AB$ . Ta poluga se ne bi mogla vrtiti po kružnici koja se vidi na Slici 19., i zbog toga je sam pogon, prikazan kao elektromotor, pomaknut od linije u kojoj je postavljena poluga  $AB$  (Slika 20.). Također se može vidjeti da je elektromotor povezan s dodatnom polugom kako bi mehanizam imao smisla kada je prikazan u trodimenzionalnom prostoru.





Slika 20. – Interpretiranje dijelova mehanizma

Druga točka interpretiranja je gonjeni dio, tj. zupčanik koji ide lijevo-desno (označeno na Slici 20. zelenim strelicama i brojem 2) po podlozi označenoj sa 'Zn', što upućuje na pocinčanu podlogu. Može se zaključiti da se radi o zupčaniku radi kružnice koja je isprekidana. Radi ovoga će se u samoj fazi digitalnog slikanja taj dio oslikati da izgleda kao cink (imitacija teksture cinka, odnosno sličnog metala). Iz identičnog razloga kao i kod pogonskog dijela (odnosno "elektromotora"), sam zupčanik je za malu razdaljinu udaljen od točke B u istom smjeru kao što je elektromotor udaljen od ležaja 0. Tzv. blokovi na kojima se nalaze spomenuti elementi motornog mehanizma odabrani su radi pojednostavljenja pozadine, odnosno da pozadina ne oduzima pažnju od onoga što je bitno za shvatiti. Na Slici 20. vidi se kako se elektromotor ne nalazi na istoj ravnini kao i putanja zupčanika, kako bi prikazani mehanizam fizički imao smisla.

Još jedna stvar koja je interpretirana kod ovog mehanizma je zupčanik i podloga po kojoj se on kreće. Lančanik označen na Slici 19. sa  $Z_{TE}$  zanemaren je, kao i element označen sa TE jer oni ne utječu previše na razumijevanje temeljne funkcionalnosti ovog mehanizma. Studentima je bitno dokučiti koji su dijelovi pogonski, a koji gonjeni te kako oni međusobno utječu jedan na drugog. Na Slici 19. su tek ugrubo paralelnim crtama na podlozi na kojoj je zupčanik označeni utori u koje će zubi zupčanika ulaziti.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### *3.1. Istraživanje jasnoće prikaza na populaciji XY*

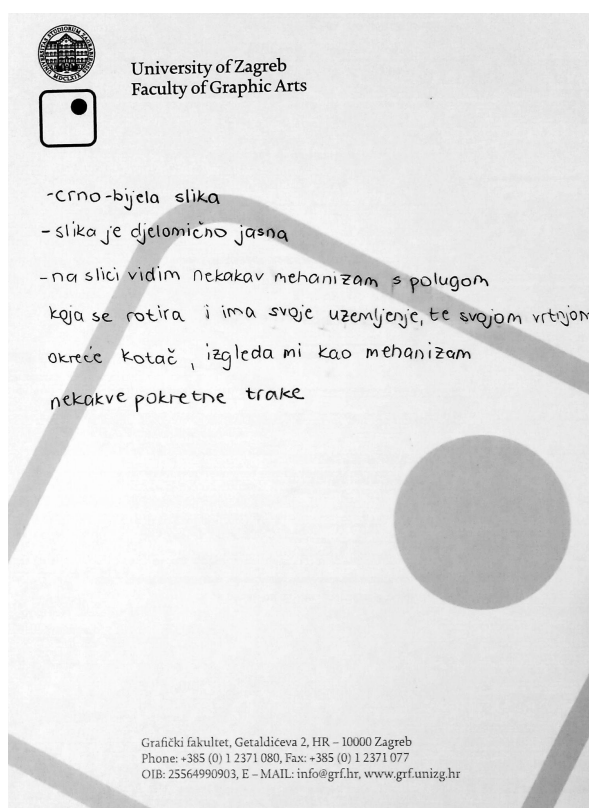
Za potrebe ovog istraživanja već je opisan jedan dio preduvjeta s kojim se može početi provoditi eksperimentalni dio rada – to je stvaranje digitalnih, odnosno umjetničkih predočenja tehničkih crteža različitih mehanizama. Drugi preduvjet su tehnički crteži. Dakle, svi preduvjeti za provođenje istraživanja su zadovoljeni. U ovome istraživanju studentima 1. godine preddiplomskog studija grafičke tehnologije prikazani su tehnički crteži različitih mehanizama grafičkih strojeva. Također, nakon ovog istraživanja dobit će se na uvid koliko apstrakcije uzrokovane umjetničkom slobodom utječu na razinu shvatljivosti mehanizama. Cilj ovog istraživanja je vidjeti kolika je razlika u razini razumijevanja mehanizama između tehničkih crteža i umjetničko-trodimenzionalnih predočenja istih, te koliko su uspješno predočeni ti tehnički crteži. Također, spol ispitanika varira te se neće stavljati u uvid, kao ni dob i osobni podaci. Odgovori dobiveni u ovom ispitivanju/istraživanju su raznoliki te će ih biti potrebno interpretirati na način da se stvore takozvane kategorije odgovora. Pomoću tih kategorija odgovora će se ustanoviti razumljivost tehničkog crteža i umjetničkog prikaza u postocima. Također, populacija XY na pojedinim mehanizmima varira, nije uvijek isti broj ispitanika, no to neće utjecati na sveukupne rezultate obzirom da se uspoređuje svaki pojedini mehanizam za sebe, a kasnije će se usporediti “postoci” svih 5 mehanizama.

#### *3.2. Podjela odgovora na kategorije i rezultati istraživanja na primjerima*

Kao što je već spomenuto, za ovo istraživanje koristit će se odgovori te objašnjenja odnosno interpretacije studenata 1. godine preddiplomskog studija grafičke tehnologije. Tokom prikupljanja podataka za ovo istraživanje, svaki od ispitanika je dobio jedan papir (Slika 21.) na kojem su napisali svoja objašnjenja mehanizama. Neki ispitanici su dobili za zadatak objasniti mehanizam tehničkog crteža, a neki mehanizam umjetničkog

3D prikaza. Kod drugih mehanizama korištena je slična metoda, samo malo drugačije koncipirano (Slika 22.).

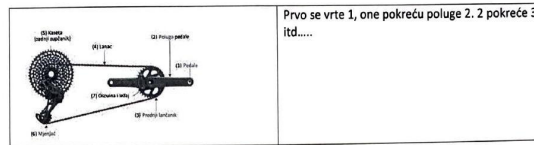
Pošto se ovo istraživanje više zasniva na sveopćoj razini jasnoće pojedinih mehanizama, odgovori i rezultati se neće dijeliti na individualne ispitanike, već na mehanizme. Također, u ovom eksperimentalnom dijelu rada će se provesti zaključak koliki je postotak točnih objašnjenja mehanizama za obje vrste prikaza. Tako će se odrediti koliki je postotak uspješnosti efektivnog predočenja umjetničkog prikaza.



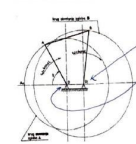
Slika 21. – Primjer studentovog objašnjenja tehničkog crteža motornog mehanizma

Analizirajte sliku. Ako znate dijelove ili što predstavlja konkretno napišite. Ako se nešto giba napišite što se giba, a što se ne giba, ako se giba napišite što se prvo giba pa izazove gibanje drugih dijelova....

Primjer analize:



Slika za analizu:

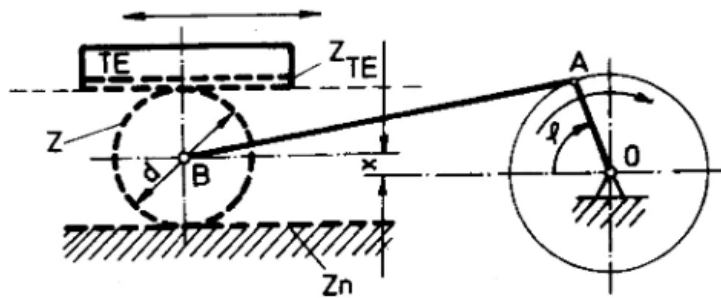


Ove dvije točke su fiksne, a ova konstrukcija čiji su vrhovi označeni s A i B se vrte oko dvije fiksne točke po označenim kružnicama. Stvaraju dvije različite kružnice obzivom da je ta „konstrukcija“ nepravilnog oblika, a najviše točke su na različitim visinama, te osim što su odmaknute jedna od druge - različito su razmaknute od fiksnih točaka. Rekla bih da se radi o nekakve dvije šipke pričvršćene na jednom nepomičnom kraju (tj. u jednoj nepomičnoj točki) svaka pod različitim kutem i različite veličine, te su dodatno spojene na tlu, najviše točkama.

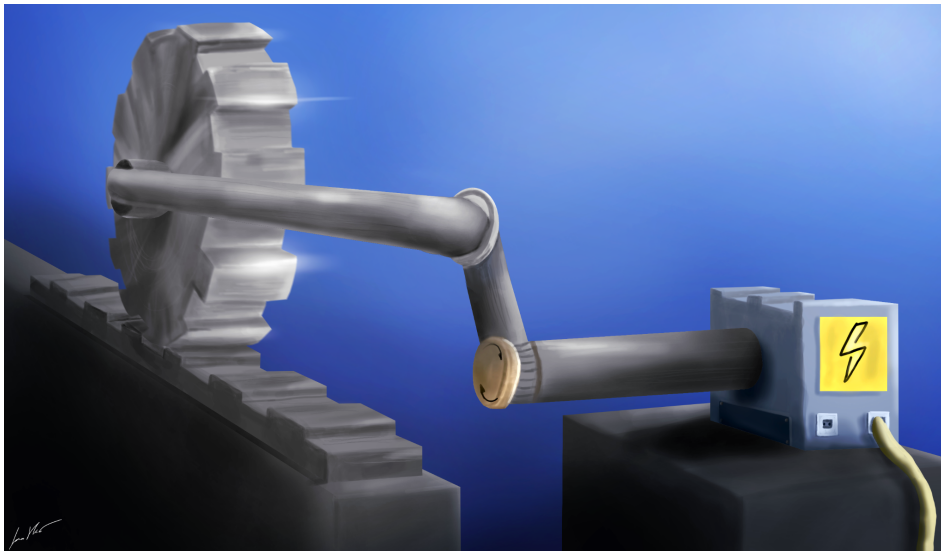
Slika 22. – Primjer studentovog objašnjenja kod ostalih mehanizama

### 3.2.1. Motorni mehanizam

Motorni mehanizam radi na sljedećem principu: Točka 0 je odakle se sustav kreće gibati (pogonski dio). Poluga 0-A spojena je na polugu A-B u zglobu A, a kut između te dvije poluge je promjenjiv. Zglob B je u stvari spojen na zupčanik Z, promjera  $d$ . Okretanjem poluge 0-A zglob B se pomiče lijevo-desno te miče zupčanik. Ovaj mehanizam prikazan je tehničkim crtežom na Slici 23., a umjetničkim prikazom na Slici 24. Na umjetničkom prikazu dodan je zamišljeni dio: elektromotor koji predstavlja metaforu pogonjenog dijela, koji bi trebao objasniti promatraču koji se dio prvi giba.



Slika 23. – Tehnički crtež motornog mehanizma  
(Izvor: Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva)



Slika 24. – Umjetnički prikaz motornog mehanizma

U nastavku slijedi tablica (Tablica 1.) koja prikazuje kategorije odgovora, nastale podjelom svih rezultata (objašnjenja mehanizma od strane studenata). Studenti u desnoj strani dvorane dobili su zadatak opisati što vide na tehničkom crtežu te objasniti rad mehanizma, a studenti u lijevoj strani su dobili isti zadatak, ali za umjetnički prikaz.

Tablica 1. – Inicijalna kategorizacija odgovora za motorni mehanizam

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 54)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 44)
Djelomično točno, kriva terminologija	12	Točno	11
Netočno, kriva terminologija	9	Jasniji od tehničkog crteža	9
Nije opisan rad, kriva terminologija	7	Nije opisan rad, navodi što vidi	8
Točno	7	Jasno	7
Djelomično točno	5	Razjašnjava tehnički crtež	3
Nije opisan rad	5	Netočno	2
Netočno	3	Djelomično točno	2
Ne razumije što je na crtežu	2	Jasnije se vide dijelovi, ali i dalje nejasan rad	1
Nepotpuno, ali točno uočavanje onoga što se vidi	1	Nije opisan rad	1
Nepotpuno	1		
Prepoznaje samo zupčanik, nije opisan rad	1		
Djelomično točno, previše sažeto	1		

U Tablici 1. se može uočiti da su odgovori podijeljeni na veći broj kategorija. Razlozi za ovo variraju, ali većina je radi razlike prikaza različitih mehanizama. Primjerice, za tehnički mehanizam su studenti koristili pojmove kao što su: lokomotiva, štapovi, valjak i tiskovni cilindar. Razlog ovome je nejasan prikaz tehničkog crteža, odnosno kriva interpretacija istog. S druge strane, kod umjetničkog prikaza ima manje takvih

pogrešaka. Točnije rečeno, skoro nitko nije koristio krivu terminologiju kod umjetničkog prikaza. Kod tehničkog crteža ih je čak 51,85% koristilo krivu terminologiju na jedan ili drugi način. Dakle, navedeni razlog je taj zašto se ovdje odgovori dijele na puno kategorija. U sljedećoj tablici (Tablica 2.) su kategorije spojene kako bi se dobili što konkretniji i manje podijeljeni rezultati. Iz Tablice 1. se također može vidjeti da je više studenata dobilo kao zadatak objasniti tehnički crtež.

Tablica 2. – Finalna kategorizacija odgovora za motorni mehanizam

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 54)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 44)
Netočno/ nije opisan rad	<b>27 (50%)</b>	Jasan/razjašnjava tehnički crtež	<b>19 (43,18%)</b>
Djelomično točno	<b>20 (37,04%)</b>	Nije opisan rad/netočno/djelomično točno	<b>14 (31,82%)</b>
Točno	<b>7 (12,96%)</b>	Točno	<b>11 (25%)</b>

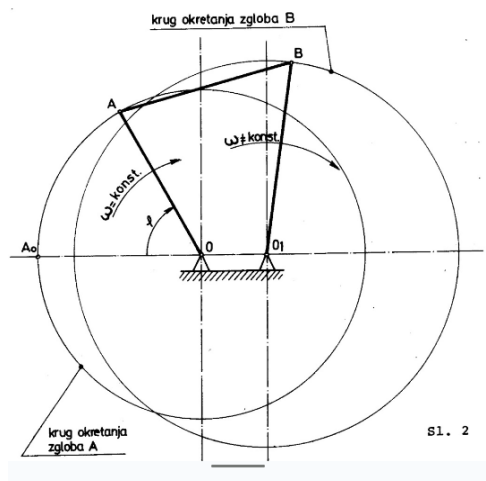
Iz finalne kategorizacije odgovora može se vidjeti da je tehnički crtež točno objasnilo 12,96% studenata, a umjetnički prikaz 25%, s time da je 43,18% studenata izjavilo da im je umjetnički prikaz jasan. Dakle, iz ovog dijela eksperimenta može se zaključiti da je studentima jasniji umjetnički prikaz. Zbog drugačije koncipiranog istraživanja za ovaj konkretni mehanizam, 19 odgovora koji ukazuju na razjašnjavanje tehničkog crteža će biti zanemareni te će se kod umjetničkog prikaza uzimati u obzir samo zadnje dvije kategorije sa 25 sveukupnih odgovora. Zbog toga je točnih odgovora 44%, a djelomično točnih/netočnih 56%.

### 3.2.2. Zglobni četverokut

Zglobni četverokut može biti prostorni i i ravni. Razlikuju se po tome što prostorni može biti pokretljiv i kad ležajevi 0 i 01 nisu paralelni. Koliko je zglobni četverokut

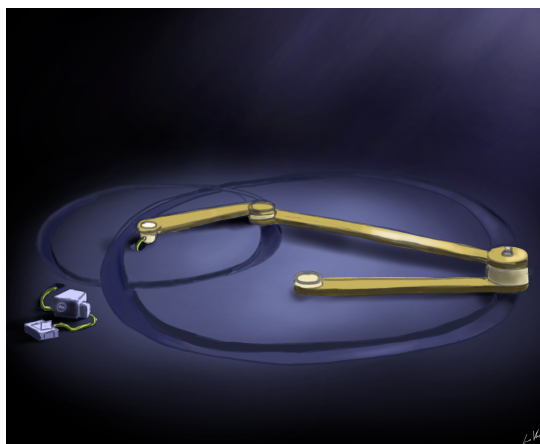
pokretljiv ovisi o broju njegovih elemenata [9]. Ovaj mehanizam može imati tri vrste gibanja: oscilatorno, dva rotacijska gibanja te rotacijsko i oscilatorno gibanje [10]. Konkretno ovaj mehanizam (prikazan na Slici 25.) ima dva rotacijska gibanja što je uvjetovano sljedećim: zbroj dužina između dva ležaja (0 i 01) i poluge 01B mora biti manja od zbroja dužina poluga 0A i AB.

Zglobni četverokut radi na način da poluga 0A rotiranjem oko fiksne točke 0 pomoću poluge AB (nepromjenjive dužine) ujedno rotira i polugu 01B za puni krug (ona je također spojena na fiksnu točku, 01). Brzina rotacije poluge 0A je konstantna, dok brzina rotacije poluge 01B nije. Umjetnički prikaz prikazan je Slici 26. Ovdje se radi o ravnom zglobnom četverokutu.



Slika 25. - Tehnički crtež zglobnog četverokuta

(Izvor: Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva)



Slika 26. - Umjetnički prikaz zglobnog četverokuta



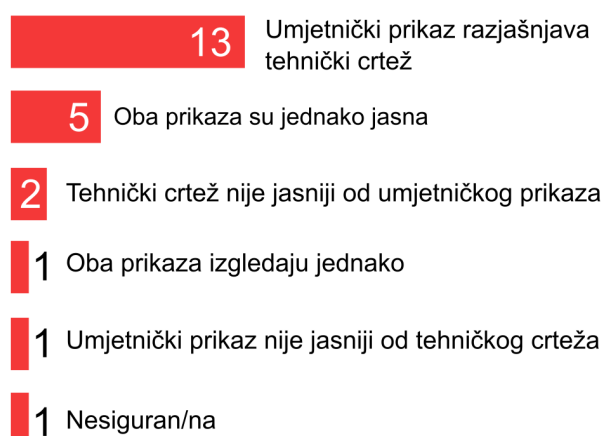
Kao što se vidi sa Slike 26., stil u kojem je nacrtan i oslikan umjetnički prikaz za ovaj mehanizam razlikuje se od motornog mehanizma. Ovo služi kao referentna točka u istraživanju usporedbe utjecaja umjetničkog stila na razumijevanje nekog mehanizma. Na umjetničkom prikazu je, kao i na motornom mehanizmu, dodan elektromotor sa sklopkom koji objašnjava gdje je pogonski dio. Značajan broj studenata je pisalo i primjene ovog mehanizma, da se koristi u pogonu lokomotive od vlaka ili kao pedale bicikla (Tablica 3.).

Tablica 3. – Inicijalna kategorizacija odgovora za zglobni četverokut

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 22)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 19)
Točno	5	Točno	7
Točno, ali nije u potpunosti objašnjen rad	3	Netočno, navodi da poluga O1B pokreće polugu OA	3
Netočno, navodi da su kružnice gibane zglobovima	3	Netočno, navodi da se krugovi vrte	2
Netočno	2	Skoro točno, navodi da se poluga O1B vrti u suprotnom smjeru	1
Netočno, navodi da zglob B pokreće zglob A	2	Skoro točno, navodi da zglob B povlači za sobom nepomični O1	1
Točno, ali sažeto	2	Netočno, navodi da je zglob B statičan	1
Djelomično točno, sažeto	2	Skoro točno, navodi da poluga O1B radi polukrug	1
Nije u potpunosti objašnjen rad	1	Točno, navodi i moguću primjenu	1
Djelomično točno, navodi moguće	1	Djelomično točno, nije u potpunosti	1

mijenjanje dužina poluga		objašnjen rad	
Djelomično točno	1	Djelomično točno	1

Iz istraživanja je također izvučena usporedba jasnoća pojedinih prikaza mehanizma, što je prikazano na Slici 27.



Slika 27. – Usporedba jasnoća prikaza zglobnog četverokuta

Dakle, većini studenata umjetnički prikaz daje jasniju sliku o tome što se zbiva na tehničkom crtežu, iako ima i studenata koji tvrde da su prikazi jednako jasni, ili čak izgledaju isto (što je posljedica drugačijeg umjetničkog vizualiziranja). Za zglobni četverokut situacija kod jasnoće u razumijevanju je dosta podijeljena (Tablica 4.).

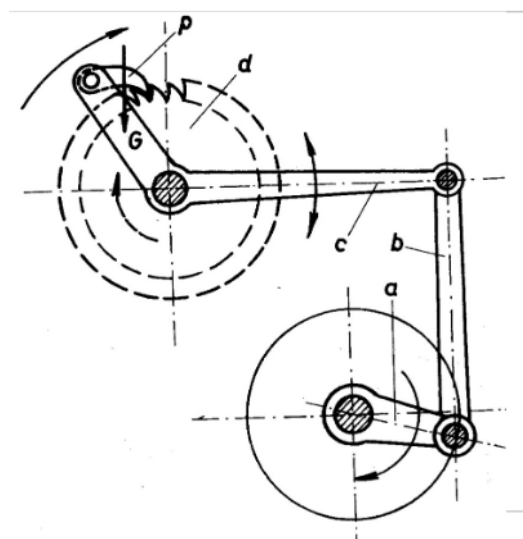
Tablica 4. – Finalna kategorizacija odgovora za zglobni četverokut

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 22)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 19)
Točno	<b>10 (45,45%)</b>	Točno	<b>8 (42,11%)</b>
Netočno	<b>7 (31,81%)</b>	Netočno	<b>6 (31,58%)</b>
Djelomično točno	<b>5 (22,73%)</b>	Djelomično točno	<b>5 (26,32%)</b>

Oba prikaza su skoro pa identična u broju netočnih odgovora, ali ovaj puta je veći postotak točno opisanih tehnički crteža. Ovome bi mogla pridonijeti činjenica da je dosta studenata navodilo da se kružnice (prikazane na Slici 28.) gibaju, umjesto poluga, čija je putanja unutar tih “vodilica”.

### 3.2.3. Zaporni mehanizam

Zaporni mehanizam se sastoji od dva dijela: pogonske poluge koja rotira u krug, te povezana s drugom polugom pomičnim zglobovima pomiče / vrti drugu polugu koja zauzvrat vrti zupčanik (Slika 28.). Umjetnički prikaz je na Slici 29., na kojoj se pogonski dio istaknuo sa prikazom prekidača za električnu struju.



Slika 28. – Tehnički crtež zapornog mehanizma

(Izvor: Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva)



Slika 29. - Umjetnički prikaz zapornog mehanizma

Iz Tablice 5. može se uočiti da ovog puta umjetnički prikaz ima znatno više potpuno točnih objašnjenja, ali u oba prikaza se može uočiti i nepravilnost u objašnjavanju smjera pogonski-gonjeni dio.

Tablica 5. – Inicijalna kategorizacija odgovora za zaporni mehanizam

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 18)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 22)
Točno	6	Točno	14
Djelomično točno	4	Netočno	3
Netočno, navodi da se prvo kreće dio 'p'	4	Djelomično točno, navodi krivi smjer vrtnje zupčanika	1
Netočno	1	Netočno, navodi da se prvo kreće zupčanik	1
Točno, ali pogrešna terminologija	1	Skoro točno, navodi da je 4. poluga statična	1
Netočno, nepotpuno objašnjenje, navodi krivu primjenu	1	Djelomično točno, navodi i mogući suprotni smjer radnje mehanizma	1

Nepotpuno objašnjenje	1	Djelomično točno	1
-----------------------	---	------------------	---

Također (nije zapisano u Tablici 5.), za dvoje studenata je umjetnički prikaz jasniji, za jednog nije, a za četvero su dva prikaza jednako jasna.

Tablica 6. – Finalna kategorizacija odgovora za zaporni mehanizam

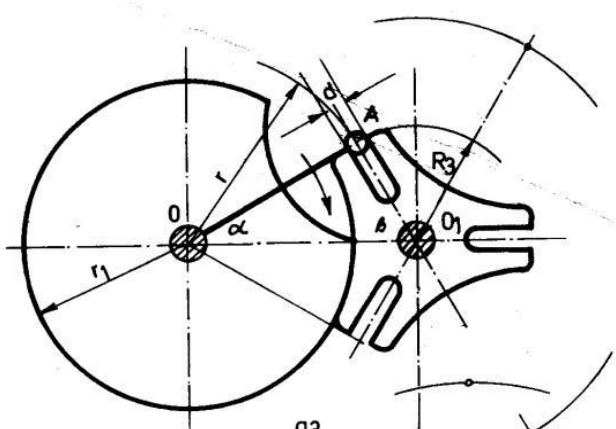
Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 18)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 22)
Točno	<b>7 (38,89%)</b>	Točno	<b>14 (63,63%)</b>
Netočno	<b>6 (33,33%)</b>	Djelomično točno	<b>4 (18,18%)</b>
Djelomično točno	<b>5 (27,78%)</b>	Netočno	<b>4 (18,18%)</b>

Iz Tablice 6. se može vidjeti da je jasnoća umjetničkog prikaza 63,63%, a tehničkog crteža 38,89%. Iz istraživanja se primjećuje da je značajan broj studenata navodilo da kod tehničkog crteža mehanizam funkcionira u pogrešnom smjeru, dok je umjetnički prikaz bio jasniji, veoma moguće radi dodatka “prekidača” za električnu struju koji indicira koji dio mehanizma je pogonski. Također postoji i broj studenata koji su pisali moguće primjene ovog mehanizma, većinom krive. Međutim, za pretpostaviti je i moguć nedostatak “gibanja” u umjetničkom prikazu, što je moguć razlog zašto je nekoliko studenata navelo da su neke poluge statične.

#### 3.2.4. Malteški križ

Malteški križ je mehanizam koji se sastoji od dva dijela, pogonskog dijela – poluge sa zatikom koji ulazi u utore gonjenog dijela – malteškog križa. Konstantna rotacija pogonskog dijela uzrokuje koračnu (isprekidanu, povremenu) rotaciju radnog člana, tj. malteškog križa [10]. Vjeruje se da je ovo najčešće korišten mehanizam kod različitih strojeva i mehaničkih uređaja, najjednostavniji je i najjeftiniji mehanizam. Postoje tri

tipa malteških križeva: vanjski (koji je najpopularniji), unutarnji i sferni [11]. Na Slici 30. je prikazan vanjski malteški križ. Ovdje je umjetnički prikaz (Slika 31.) izveden prilično doslovno, istovjetno sa tehničkim crtežom (Slika 30.), s dodatkom prekidača na zidu da bi se olakšalo razumijevanje toga koji je pogonski dio.



Slika 30. – Tehnički crtež malteškog križa

(Izvor: Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva)



Slika 31. – Umjetnički prikaz malteškog križa

Iz Tablice 7. može se uočiti da postoji manji broj studenata koji već znaju što je malteški križ, a sam umjetnički prikaz je opet jasniji u cjelini od tehničkog crteža.

Tablica 7. – Inicijalna kategorizacija odgovora za malteški križ

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 16)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 13)
Točno	9	Točno	8
Djelomično točno	3	Točno, navodi i kutove okretanja	1
Djelomično točno, sažeto	1	Točno opisuje što vidi, ali nije potpuno objašnjeno	1
Djelomično točno, navodi da je kuglica spojena s malteškim križom	1	Ne objašnjava rad	1
Ne razumije rad	1	Točno, navodi i točno ime mehanizma	1
Točno, navodi i točno ime mehanizma	1	Djelomično točno, nije potpuno objašnjeno	1

Iz Tablice 8. može se vidjeti identičan omjer točno-netočno odgovora kod oba prikaza, no postoci su različiti radi različitih broja odgovora tih dvaju mehanizama.

Tablica 8. – Finalna kategorizacija odgovora za malteški križ

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 16)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 13)
Točno	<b>10 (62,5%)</b>	Točno	<b>10 (76,92%)</b>
Djelomično točno	<b>5 (31,25%)</b>	Djelomično točno	<b>2 (15,38%)</b>
Netočno	<b>1 (6,25%)</b>	Netočno	<b>1 (7,69%)</b>

Umjetnički prikaz malteškog križa ima čak 76,92% točnih objašnjenja, što može biti rezultat doslovnog umjetničkog izražavanja, odnosno predočen je isto kao i tehnički

crtež. Ali, to može biti i zbog njegove jednostavnosti. Iz istraživanja je također izvučen odnos jasnoća prikaza (Slika 32.).

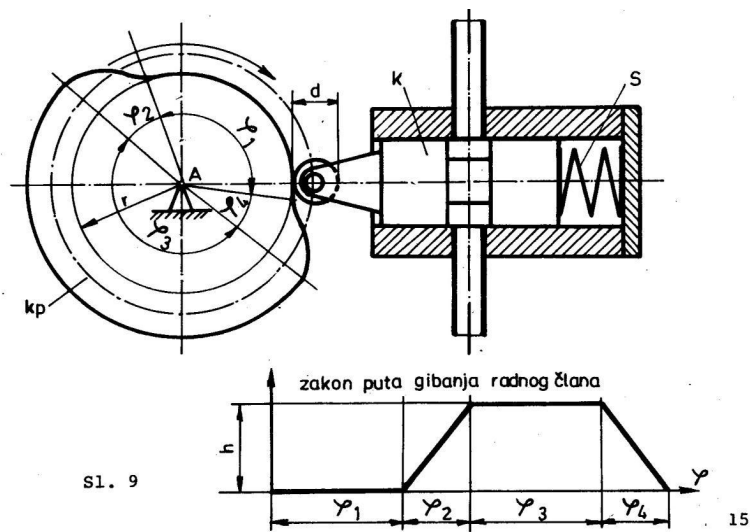
- 4** Umjetnički prikaz pojašnjava tehnički crtež
- 2** Oba prikaza su jednako jasni
- 2** Oba prikaza su jednako nejasni
- 1** Umjetnički prikaz je jasniji od tehničkog crteža

Slika 32. – Usporedba jasnoća prikaza malteškog križa

### 3.2.5. Ventil za razvođenje zraka

Mehanizam ventila za razvođenje zraka (Slika 33.) radi na način da se krivuljna ploča na nepomičnom ležaju A vrti u smjeru kazaljke na satu i izbočenim dijelom pomiče kotač promjera  $d$  prema lijevo, tj. blok/uteg označen sa 'k'. Opruga s amortizira kretanje tog bloka/utega. Dok je kotač pomaknut prema desno, blok/uteg zatvara cijev i prestaje protok zraka.





Slika 33. – Tehnički crtež ventila za razvođenje zraka  
 (Izvor: Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva)

Umjetnički prikaz ovog mehanizma (Slika 34.) napravljen je na način da se plin prikaže doslovno kao plinska boca, krivuljna ploča je prikazana kako izgleda otprilike i na tehničkom crtežu, a cijev u kojoj se nalazi blok/uteg je dijelom napravljena od stakla, kako bi se vidio unutarnji mehanizam.



Slika 34. – Umjetnički prikaz ventila za razvođenje zraka

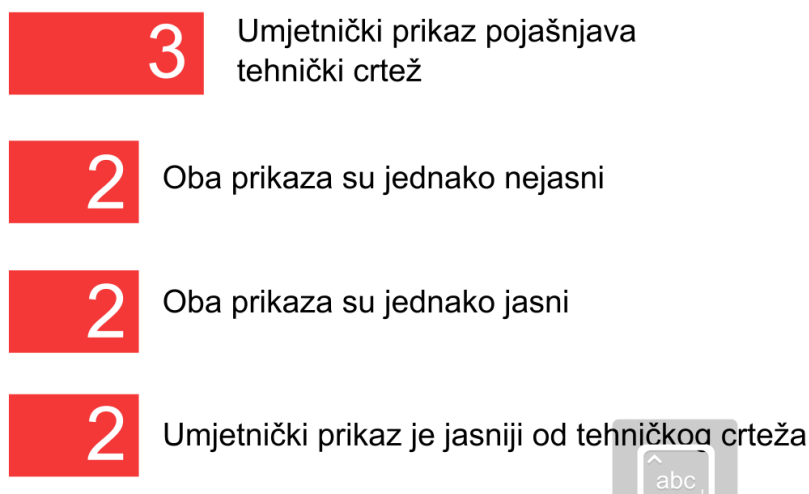
Iz inicijalne kategorizacije (Tablica 9.) se može vidjeti da je ovaj mehanizam daleko najjasniji od svih prethodnih koji su analizirani u ovom radu.

Tablica 9. – Inicijalna kategorizacija odgovora za ventil za razvođenje zraka

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 13)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 20)
Djelomično točno, navodi točno ime mehanizma, ali nije u potpunosti objašnjeno	2	Netočno, navodi da se radi o sustavu za stlačivanje	1
Djelomično točno, nije u potpunosti objašnjen rad	2	Netočno, navodi da se iz mehanizma istiskuju filamenti	1
Netočno, nije objašnjen rad, navodi da kružić pokreće krivuljnu ploču	1	Netočno, navodi da je spirala za hlađenje, kondenzaciju	1
Djelomično točno, navodi da ventil pokreće zrak	1	Netočno, navodi razliku u tlaku	1
Djelomično točno, navodi kompresor	1	Netočno, navodi da se plin/tekućina zagrijava u cijevi	1
Netočno, navodi da 'd' vrti 'A'	1	Netočno, navodi točno ime mehanizma, ali spominje stvaranje tlaka	1
Točno	1	Netočno, navodi stvaranje mikroeksplozija	1
Djelomično točno, nije spomenut zrak	1	Netočno, navodi oslobođenje energije	1
Točno, navodi i točno ime mehanizma	1	Netočno, navodi da plin pokreće mehanizam	1

Netočno, navodi izvlačenje nekog objekta	1	Netočno, navodi pročišćivanje plina	1
Djelomično točno	1	Djelomično točno	1
		Netočno, navodi da opruga izbacuje višak van	1
		Netočno, navodi užarenu nit i zagrijavanje plina iz boce	1
		Nije objašnjen rad	1
		Netočno	1
		Netočno, navodi pohranu energije	1
		Netočno, navodi filter koji pročišćava zrak	1
		Netočno, navodi da se zrak filtrira (pokazuje na oprugu)	1
		Točno, navodi i točno ime mehanizma	1
		Netočno, navodi plin koji se komprimira	1

Čak ni tehnički crtež, koji ne sadrži zbunjujuće apstrakcije, nije dobro objašnjen od strane većine studenata. Neki od studenata znali su točno ime mehanizma kod oba prikaza, no većina je kod umjetničkog prikaza pisala da je opruga u biti zagrijana, te da se radi o stlačenom zraku čiji se višak izbacuje kroz koljenastu cijev prikazanu na Slici 34. Iz istraživanja je izvučen odnos jasnoća ovih prikaza (Slika 35.).



Slika 35. – Usporedba jasnoća prikaza ventila za razvođenje zraka

Ovi gore navedeni razlozi pridonijeli su jako velikoj nejasnoći umjetničkog prikaza, sa čak 90% netočnih odgovora (Tablica 10), što čini ovaj umjetnički prikaz najnejasnijim od svih prethodnih.

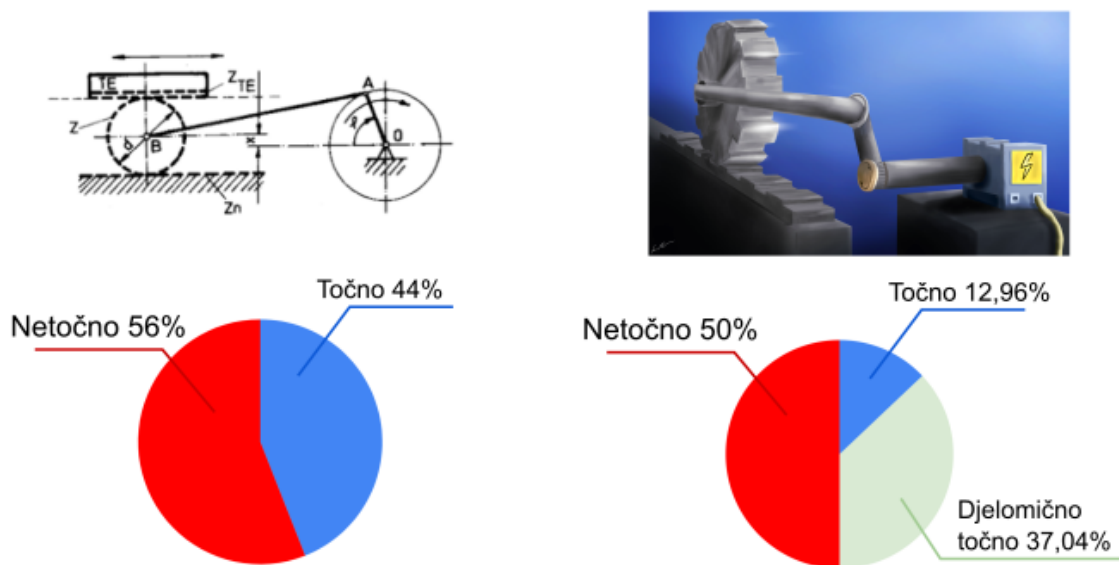
Tablica 10. – Finalna kategorizacija odgovora za ventil za razvođenje zraka

Tehnički crtež		Umjetnički prikaz	
Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 13)	Kategorija odgovora	Broj studenata (ukupno 20)
Djelomično točno	<b>8 (61,54%)</b>	Netočno	<b>18 (90%)</b>
Netočno	<b>3 (23,08%)</b>	Djelomično točno	<b>1 (5%)</b>
Točno	<b>2 (15,38%)</b>	Točno	<b>1 (5%)</b>

S druge strane, tehnički crtež je netočno opisalo samo 23,08% studenata. Kako se čini iz tablice, studentima je više bio jasniji tehnički crtež nego umjetnički, a razlog tomu se može pretpostavljati. Moguće je da je studentima umjetnički prikaz bio zbunjujući zbog svih doslovno nacrtanih i naslikanih elemenata, poput plinske boce, plina koji izlazi iz cijevi i oblika glavne cijevi (koja je cilindrična). Ovaj umjetnički prikaz rađen je s najvećim brojem detalja i elemenata od svih prethodnih, što je još jedan mogući razlog zbunjujuće prirode istog prikaza. Prethodni mehanizmi su bili predloženi prilično jednostavno i bili su najsličniji tehničkim crtežima.

#### 4. RASPRAVA

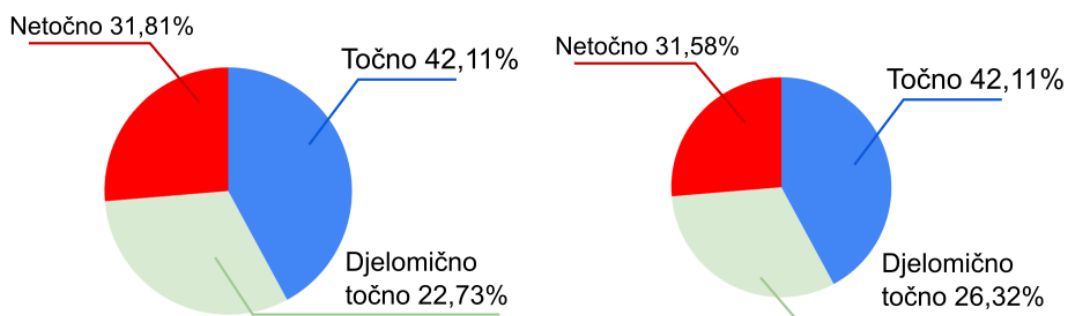
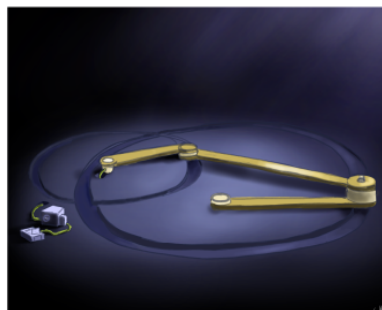
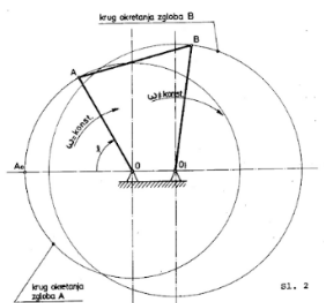
Iz provedenog istraživanja iz eksperimentalnog dijela rada može se zaključiti da je najjasniji mehanizam za studente bio malteški križ, u tehničkom i umjetničkom prikazu. Prikazani su svi mehanizmi u tehničkom i umjetničkom prikazu i rezultati sa istraživanja u obliku kružnog grafa.



Slika 36. – Usporedba rezultata za motorni mehanizam

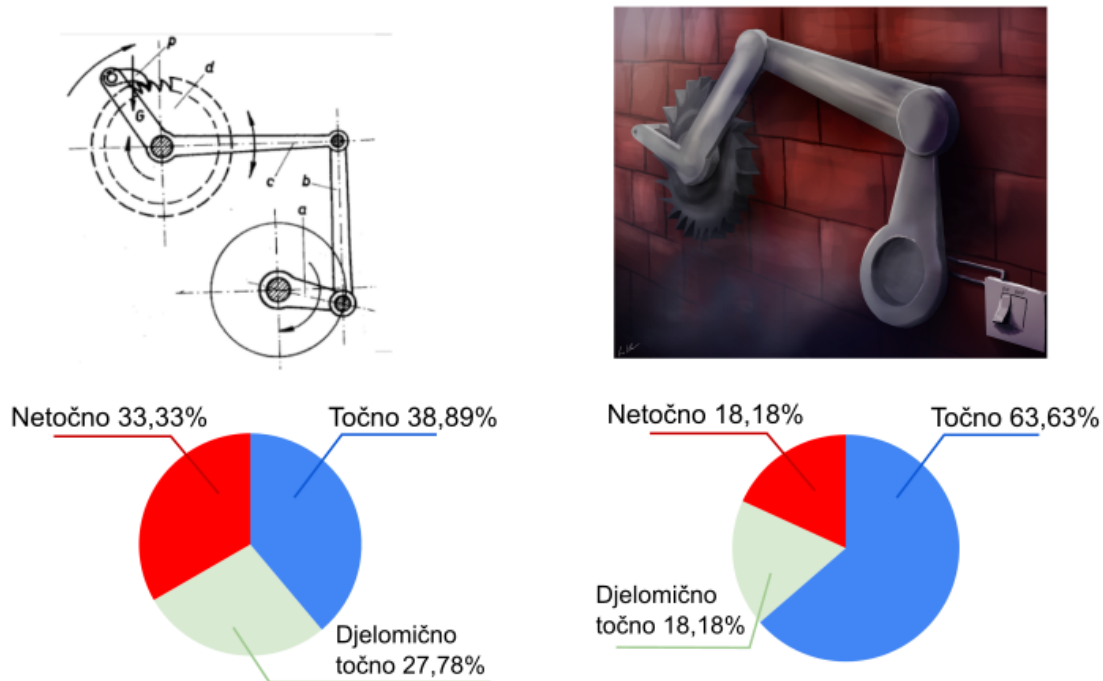
Na Slici 36. vidi se usporedba rezultata istraživanja za motorni mehanizam. Ispod oba prikaza su rezultati objašnjenja studenata u obliku kružnih grafova. Primjećuje se da kategorija ‘Djelomično točno’ nedostaje kod tehničkog crteža, kao što je napomenuto prije (radi drugačije koncipiranog istraživanja). Iz ove usporedbe može se primijetiti da je manje netočnih odgovora kod umjetničkog prikaza, ali zato je tehnički prikaz dobio više točni. Najvjerojatniji razlog ovomu je sam prikaz, tj. apstrakcija kod umjetničkog prikaza. Tehnički crtež je naizgled objektivniji i izravniji u prikazu rada ovog mehanizma, a postoji i mogućnost da su studenti otprije znali za ovaj mehanizam. Zbog ovoga se može zaključiti da je neke studente umjetnički crtež zbunio, sa svojim doslovnim prikazima električnih pogonskih elemenata, kao npr. utičnice i elektromotor. Samu pažnju od prave svrhe i funkcije mehanizma možda oduzima i previše “detaljan” prikaz poluga, jer one mogu biti različitih izgleda u stvarnosti. Ono što se vidi na

umjetničkom crtežu se uzima doslovno, a tehnički crtež ostavlja prostor za interpretaciju.



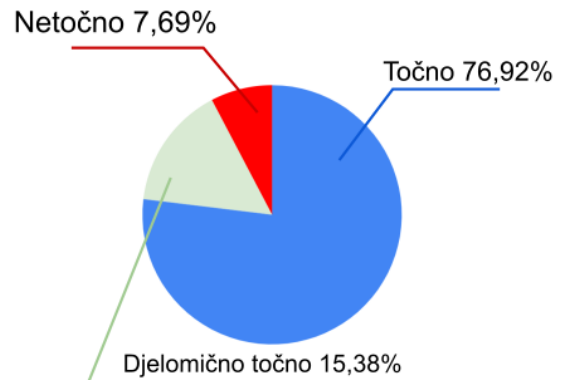
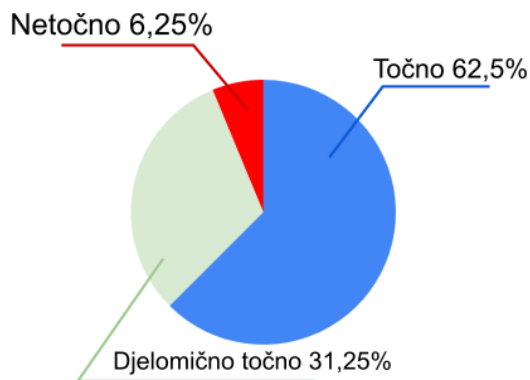
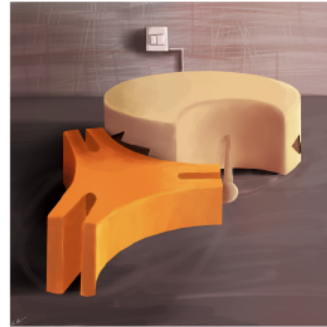
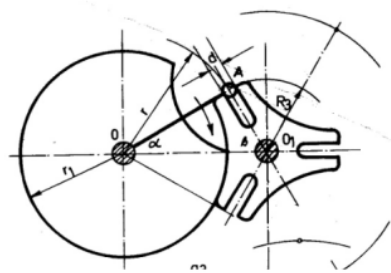
Slika 37. – Usporedba rezultata za zglobni četverokut

Na Slici 37. se može vidjeti da je jednak broj studenata točno objasnio rad zglobnog četverokuta kod oba prikaza. Također su i ostale kategorije otprilike podjednake u postocima. Ovdje se može vidjeti drugačiji umjetnički stil, i dalje postoji neka apstraktna pozadina, koja se ne mora uzeti doslovno. Mehanizam izgleda jednostavnije i lagan je za shvatiti preko oba prikaza. Umjetnički prikaz je kod ovog mehanizma zahtijevao manje vremena za izradu, pa je sam prikaz jasniji i manje kompliciraniji, što ga čini “sličnim” tehničkim crtežom.



Slika 38. – Usporedba rezultata za zaporni mehanizam

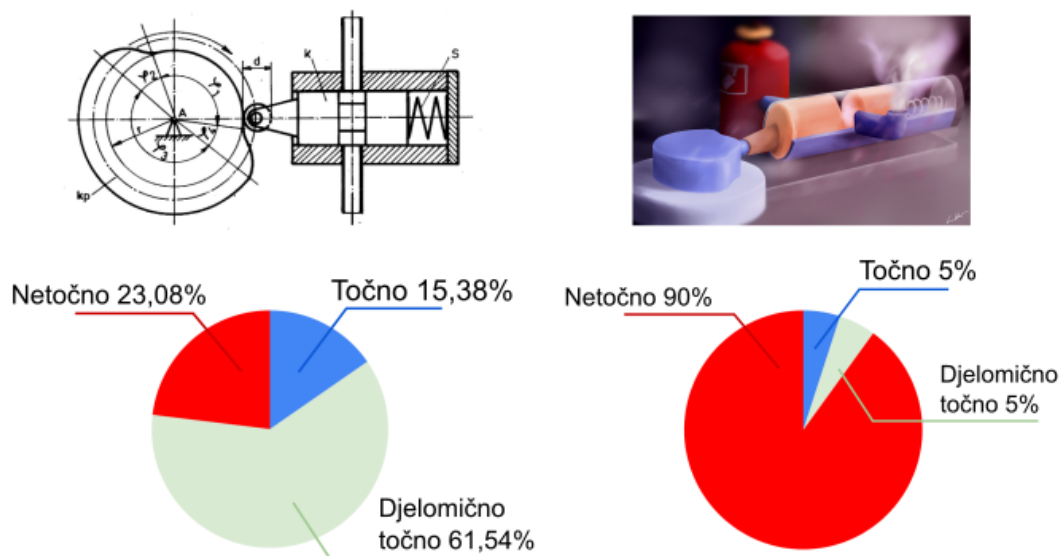
Zaporni mehanizam je bio puno lakši za shvatiti u obliku umjetničkog prikaza (Slika 38.). Kod oba prikaza bilo je objašnjenja gdje su studenti zamijenili pogonski i gonjeni dio, a neke poluge su smatrali statičnima. Veća točnost umjetničkog prikaza može biti posljedica toga da je ubačen prekidač za električnu struju koji predstavlja koji dio mehanizma je pogonski. Nakon što se odredi koji je pogonski dio, lako je za pretpostaviti kako mehanizam funkcionira i koji se dijelovi miču, te na koji način. Moguće je da bi zaporni mehanizam imao i veći broj točnih objašnjenja (kod umjetničkog prikaza), da se okolina mehanizma prikazala drugačije. Ovdje je prikazan kao obješen na cigleni zid, što može odvratiti studente od razumijevanja mehanizma i shvaćanja njegove svrhe. Jedna od izjava studenata da je “4. poluga” statična je najvjerojatnije posljedica načina kako je ta poluga nacrtana u maloj blizini sa električnim prekidačem. Ne izgleda kao da je poluga razmaknuta od zida, pa je zbog toga pretpostavka da se ta poluga ne može micati.



Slika 39. – Usporedba rezultata za malteški križ

Malteški križ je, kako je već spomenuto, najjasniji i najtočnije objašnjeni mehanizam u oba prikaza (Slika 39.). Studenti su nešto bolje shvatili umjetnički prikaz. Par studenata je točno napisalo ime mehanizma. Kao i kod prošlog mehanizma, i ovdje je postavljen identični električni prekidač kod umjetničkog prikaza, kako bi se prikazalo koji je dio pogonski. Na samom “valjku” koji je pogonski dio mehanizma su ucrtane i strelice koje pokazuju smjer njegovog rotiranja. Moguće je da je ovo najjasniji mehanizam iz razloga što ima najmanji broj dijelova (zglobni četverokut je slične jednostavnosti, no nisu svi razumjeli njegov rad) – postoji jedan pogonski i jedan gonjeni dio, te su oni u direktnom kontaktu. Zbog toga nema posrednih elemenata mehanizama za koje je potrebno razmišljanje koji se dio pokreće prvi, a koji nakon njega itd. Rezultat toga je da su neki studenti čak i zaključili da se malteški križ okrene za  $120^\circ$ , pa stane, pa se opet vrti za  $120^\circ$  (jer postoje tri “utora” – puni krug podijeljen na tri dijela je  $120^\circ$ ). Umjetnički prikaz malteškog križa razumjelo je još više studenata, iako on ne koristi previše apstrakcija. Jedina apstrakcija je električni prekidač u zidu koji pokazuje koji je dio mehanizma pogonski.





Slika 40. – Usporedba rezultata za ventil za razvođenje zraka

Umjetnički prikaz ventila za razvođenje zraka imao je najveći broj netočnih objašnjenja, što ga čini najnejasnijim prikazom u ovom radu (Slika 40.). Tehnički crtež ovog mehanizma ima najveći broj djelomično točnih odgovora, što sugerira da studenti nisu bili sigurni “što vide” na slici. Ovaj tehnički crtež konkretno može biti interpretiran na različit broj načina, ali samo je jedan točan. To je posljedica toga da ima neke elemente s kojima studenti 1. godine nisu još upoznati, posebice ako dolaze iz netehničkih srednjih škola. Postoji mogućnost da je najveću zabunu stvarao element čiji je promjer označen sa  $d$ . Neki su odgovarali da on pokreće krivuljni valjak. Desni dio mehanizma, odnosno sam ventil, je najvjerojatnije stvarao najviše zabune zbog toga što nije moglo biti dokučeno što koji dio predstavlja. Također, moguće je da funkcija tih pojedinih elemenata nije jasno prikazana. Što se tiče umjetničkog prikaza, on najviše varira izgledom od tehničkog crteža od svih mehanizama u ovom radu. Dakle, ovdje je korišteno najviše slobodne interpretacije autora. Studenti su spominjali kondenzaciju, pohranu energije, mikroeksplozije, filtriranje i ostalo. Za pretpostaviti je da je uzrok ovako širokom rasponu netočnih odgovora upravo doslovni prikaz ovog mehanizma, jer je plin prikazan kao plinska boca, a cijev je napravljena tako da joj je presjek okrugli, dok se to ne može vidjeti na tehničkom crtežu. Još jedan veoma moguću zbujujući faktor na umjetničkom prikazu je naslikana para, tj. plin/zrak koji izlazi iz koljenaste

cijevi. Naslikan je na način da izgleda kao neka zagrijana para, što daje studentima do znanja da se radi o nekom sustavu koji zagrijava, pa su spiralnu cijev (oprugu) povezali s tim procesom. Para, tj. plin i općenito “atmosfersko-ambijentalni” elementi jedni su od najlakših stvari za postići digitalnim slikanjem (ovisno o tehnici slikanja), a u ovom slučaju taj plin izgleda poput neke pare. Ovo je mogući razlog krive interpretacije rada ovog mehanizma od strane studenata. Krivuljna ploča je isto tako bila krivo interpretirana. I sam oblik “tube” u kojoj se nalazi uteg koji propušta/ne propušta zrak je jedan od faktora koji je uzrokovao nejasnoću prikaza.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je cilj bio istražiti razlike u jasnoći kod tehničkog crteža i umjetničkog prikaza. Istraživanje je provedeno na način da su studenti dobili jedan od ta dva prikaza, te su morali opisati kako on funkcionira. Iz istraživanja je dobiveno mnogo različitih odgovora koji su na kraju sortirani u kategorije: točno, djelomično točno i netočno. Iz ovih rezultata je izveden zaključak da je malteški križ studentima najjasniji u oba prikaza. Najnejasniji tehnički crtež bio je motorni mehanizam. Najnejasniji umjetnički prikaz bio je ventil za razvođenje zraka.

Zaključeno je da apstrakcije i doslovni prikazi elemenata u umjetničkim prikazima najviše utječu na razumijevanje mehanizma. Tehnički crteži su prikazani tako da svi koji su upoznati sa elementima istog (linije, brojevi, oznake, oblici) jednako interpretiraju mehanizam, te se ti elementi mogu primijeniti na brojne načine kako bi se opisao rad nekog dijela stroja. Tehnički crtež objektivno prikazuje mehanizam, dok umjetnički prikaz (kao u ovom radu) varira kod interpretacija od mehanizma do mehanizma. Čak i naizgled bezazlene i male odluke u početnom (idejskom) koraku izrade skice umjetničkog prikaza mogu jako utjecati na cjelokupnu jasnoću.

Iz istraživanja se još može zaključiti da ponekad tehnički crtež može biti jednostavniji za shvatiti od umjetničkog prikaza, iako je potonji često doslovno prikazan i teško je promašiti interpretaciju nekog elementa u mehanizmu (za razliku od tehničkog, gdje se koriste stručni, tehnički grafički elementi). No, umjetnički prikaz zna biti previše apstraktan, ili se koriste elementi (kao npr. para kod ventila za razvođenje zraka) koji ga mogu učiniti zbunjujućim i nerijetko zavaravajućim. U tom slučaju tehnički crtež može biti puno jasniji.

## 6. LITERATURA

- [1] <https://krita.org/en/> - Krita, pristupljeno 22.6.2023.
- [2] <https://www.wacom.com/en-us/products/pen-tablets/wacom-intuos#Specifications>, Wacom, pristupljeno 24.6.2023.
- [3] <https://www.artistsnetwork.com/art-subjects/understanding-value-and-tone-for-better-painting/>, Understanding Value and Tone for Better Painting, pristupljeno 22.6.2023.
- [4] <https://www.studiobinder.com/blog/what-is-motion-blur-definition/>, What is Motion Blur, Is Motion Blur Good & Why Does It Happen?, pristupljeno 22.6.2023.
- [5] Gardner, W. (2022). Draw and Paint Better with Krita, Packt Publishing, Birmingham
- [6] <https://artstudiolife.com/thumbnail-sketch/>, What is a Thumbnail Sketch? How to Easily Draw Your Own, pristupljeno 23.6.2023.
- [7] <https://www.skillshare.com/en/blog/why-line-art-drawing-may-be-your-next-favorite-creative-practice>, A Guide to Line Art: History, Techniques, and How to Improve, pristupljeno 22.6.2023.
- [8] Aleksander, N. (2009). Digital Painting Techniques: Practical Techniques of Digital Art Masters, Elsevier, Oxford
- [9] <https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/mehanizmi.pdf>, Mehanizmi, pristupljeno 24.6.2023.
- [10] Marošević, G. (1989). Principi rada tiskarskih strojeva, Birotehnika, Zagreb
- [11] Bickford, John H. (1972). Mechanisms for intermittent motion, New York: Industrial Press, New York