

# Konstrukcija hologramske piramide

---

**Tuljak, Matteo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Istrian University of applied sciences / Istarsko veleučilište - Università Istriana di scienze applicate**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:212:890165>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-05**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Digital repository of Istrian University of applied sciences](#)



image not found or type unknown



**Istarsko  
veleučilište**  
Università  
Istria  
di scienze  
applicate

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ POLITEHNIKE

Matteo Tuljak

**KONSTRUKCIJA HOLOGRAMSKE PIRAMIDE**

ZAVRŠNI RAD

Pula, rujan 2019.

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ POLITEHNIKE

## KONSTRUKCIJA HOLOGRAMSKE PIRAMIDE

ZAVRŠNI RAD

**Predmet:** Konstrukcije

**Student:** Matteo Tuljak

**Mentor:** Milenko Jokić, dipl. ing. stroj., pred.

Pula, rujan 2019.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem svojem mentoru Milenku Jokiću, dipl. ing. stroj. pred. na ukazanoj pomoći i savjetima prilikom izrade ovoga rada.

Isto tako veliku zahvalu bi posvetio svojoj obitelji, prijateljima i ostalim bližnjima koji su bili uz mene za vrijeme školovanja te mi pružali veliku motivaciju, pomoć i snagu kako bi mogao ostvariti svoje ciljeve.

## **IZJAVA O SAMOSTALNOSTI IZRADE ZAVRŠNOG RADA**

Izjavljujem da sam završni rad “**Konstrukcija hologramske piramide**” izradio samostalno koristeći stečena znanja i vještine koje sam usvojio tijekom studija, te navedenom stručnom literaturom koju sam naveo na kraju rada.

Završni rad je pisan u duhu hrvatskog jezika i u skladu sa pravilnikom o završnom radu na stručnom studiju Politehnike Pula.

## SAŽETAK

Završni rad „Konstrukcija hologramske piramide“ prikazuje primjenu znanja i vještina koja se odnose na ispravno oblikovanje primjenom CAE/CAD programskih sustava, koji nam omogućavaju bržu optimizaciju konstrukcije i općenito efikasniji proces konstruiranja. Svrha rada je konstruiranje tehničkog proizvoda odnosno hologramske piramide koja je u mogućnosti svojim dizajnom i karakteristikama konkurirati sličnim proizvodima na tržištu. Kako bi bili u mogućnosti dosegnuti ovakav cilj od velike je važnosti bilo dobro istražiti tržište, držati se procesa i pravila ispravnog konstruiranja, pronaći tvrtke koje su u mogućnosti izraditi dijelove proizvoda po određenim kriterijima i uz sve to pripaziti na troškove izrade i ostati unutar željenog budžeta. Proces konstruiranja započinje izradom 3D modela uređaja za projekciju slike te se zatim prema njegovim karakteristikama oblikuje ostatak konstrukcije i prema željama mijenja dizajn te odabir materijala. Konstruiranje završava izradom potpune tehničke dokumentacije.

**Ključne riječi:** hologramska piramida, konstruiranje, 3D model, tehnička dokumentacija, CAE, CAD.

## **ABSTRACT**

The final work „Design of the hologram pyramid“demonstrates modern knowledge and skills in approaching the design methods using CAE/CAD software systems that enable us to simplify the design and optimize the structural requirements. The essence of the work itself is to design a product like the Hologram pyramid that can compete with similar products on the market with its design and characteristics. To be able to reach such a goal, it was of great importance to have a good market research, to keep up with the process and rules of correct constructing, to find companies that are able to make parts of the product according to certain criteria and to pay attention to the costs and remain within the budget. The construction process begins with the 3D model design of the projector device, and then according to its characteristics it forms the rest of the structure with wanted design changes and choice of material. The construction process ends with the creation of complete technical documentation.

**Key words:** hologram pyramid, construction, 3D model, technical documentation, CAE, CAD

# SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
1.1.	Opis i definicija problema .....	1
1.2.	Cilj i svrha rada .....	1
1.3.	Hipoteza.....	2
1.4.	Metode rada .....	2
1.5.	Struktura rada .....	2
2.	HOLOGRAM .....	3
2.1.	Povijesni razvoj holograma .....	10
2.2.	Moguće primjene holograma.....	11
2.2.1.	Primjena holograma u vojnom mapiranju .....	11
2.2.2.	Potencijalna primjena holograma u skladištenju informacija .....	12
2.2.3.	Primjena holograma u marketingu .....	13
2.2.4.	Potencijalna primjena holograma u medicini.....	13
2.2.5.	Primjena holograma u sigurnosti.....	14
2.2.6.	Primjena holograma u umjetnosti .....	15
2.2.7.	Primjena holograma u arhitekturi .....	16
2.2.8.	Primjena holograma u školovanju strojara .....	16
2.3.	Hologramska piramida – pregled dostupnih uređaja na tržištu.....	18
3.	KONSTRUKCIJA HOLOGRAMSKE PIRAMIDE.....	22
3.1.	Cilj i svrha vlastite konstrukcije .....	22
3.2.	Proces konstruiranja .....	22
3.2.1.	Razjašnjavanje zadatka .....	24
3.2.2.	Koncipiranje.....	24
3.2.3.	Projektiranje .....	25
3.2.4.	Konstruktivska razrada .....	25
3.3.	Zahtjevi procesa konstruiranja.....	26
3.3.1.	Zahtjev za funkcionalnom ispravnošću .....	26
3.3.2.	Zahtjevi tehnološke ispravnost.....	27
3.3.3.	Zahtjevi ekonomičnosti .....	28
3.3.4.	Zahtjevi tržišta .....	29
4.	PRIMJENA CAE/CAD PROGRAMSKOG SUSTAVA AUTODESK INVENTOR U PROCESU KONSTRUIRANJA.....	29



4.1.	Izgradnja 3D modela .....	30
4.2.	Izrada tehničkih crteža .....	36
4.2.1.	Sklopni crtež .....	38
4.2.2.	Radionički crteži .....	39
4.3.	Prilagodba modela proizvodnom pogonu .....	40
5.	ANIMACIJA PROJEKCIJE .....	42
6.	DALJINSKO UPRAVLJANJE UREĐAJEM .....	44
7.	TROŠKOVNIK .....	45
8.	ZAKLJUČAK .....	46
	LITERATURA .....	47
	POPIS SLIKA .....	48
	PRILOG .....	50

# **1. UVOD**

Primjenu holograma u današnje vrijeme moguće je vidjeti u različitim oblicima. Naljepnice sa barkodovima i QR kodovima u obliku holograma se vrlo često koriste kao dodatna zaštita i potvrda autentičnosti skupljih proizvoda. Isto tako hologrami se sve češće koriste kao oblici zaštite od krivotvorenja vozačkih dozvola, kreditnih kartica, novca i tome slično. Ipak hologramska tehnologija je donijela najveću revoluciju u svijetu oglašavanja kada govorimo o novim i inovativnim rješenjima. Hologramski oglasi odnosno holografski ekrani već su čvrsto pozicionirani kao idealna metoda za promoviranje aktivnosti i oglašavanje. Stvaranje iluzije stvarnog objekta koji je većinom pozicioniran da lebdi u zraku, iznimno privlači pozornost potencijalnih kupaca. Iz navedenih razloga potreba za ulaganje u hologramsku tehnologiju je sve veća. [1]

## **1.1. Opis i definicija problema**

Na tržištu ima mnogo različitih modela hologramskih piramida koje se razlikuju dizajnom, primjenom, karakteristikama i slično. Njihova cijena varira ovisno o njihovoj ulozi i načinu uporabe. Komercijalne hologramske piramide veće kvalitete koje se koriste u marketinške svrhe dosižu veoma visoke cijene, dok su one za privatnu uporabu lošije kvalitete i nižih cijena. Dolazi se do zaključka o mogućnosti konstruiranja hologramske piramide koje će zadovoljiti visokim standardima kvalitete i dizajna uz relativno niske troškove razvoja i izrade. Da bi se to omogućilo treba obratiti veliku pažnju u procesu konstruiranja, omogućiti što jednostavniju izradu i što prihvatljiviji dizajn sklopa.

## **1.2. Cilj i svrha rada**

Cilj završnog rada je primijeniti usvojeno znanje iz područja konstruiranja kako bi se konstruirala i izradila hologramska piramida odnosno pomoću CAD programskih sustava izraditi detaljan 3D model i pripadajuću tehničku dokumentaciju. U procesu konstruiranja potrebno je uzeti u obzir sve čimbenike vezane za konstrukcijski zadatak kako bi se dobilo optimalno rješenje.

### **1.3. Hipoteza**

Pravilnom primjenom usvojenih znanja i vještina na Istarskom veleučilištu iz područja konstruiranja sposobni smo izraditi određene konstrukcije jednakih kvaliteta i karakteristika poput onih komercijalnih na tržištu.

### **1.4. Metode rada**

U izradi završnog rada korištene su sljedeće metode:

- metoda analize,
- metoda sinteze,
- povijesna metoda,
- grafička metoda,
- metoda modeliranja.

### **1.5. Struktura rada**

Rad je strukturiran u sedam poglavlja. U prvom poglavlju opisani su problem, svrha, cilj rada te je postavljena hipoteza. Drugo poglavlje započinje opisom definicije holograma te njegov povijesni razvoj, primjena i dostupnost uređaja na tržištu. Veliki naglasak ima treće poglavlje u kojem prolazimo kroz sve faze procesa konstruiranja i zahtjeva koji se moraju ispuniti kako bi u konačnici dobili optimalan odnosno ispravno konstruiran tehnički proizvod. U četvrtom poglavlju opisuje se program Autodesk Inventor zajedno sa izradom 3D modela tehničkog proizvoda, tehničkih crteža i raznim preinakama kako bi mogli izvršiti prilagodbu proizvodnom pogonu. Peto poglavlje opisuje izradu animacije dok šesto poglavlje mogućnost bežičnog upravljanja uređajem pomoću aplikacije. U sedmom poglavlju prikazan je troškovni izrade proizvoda. Zadnje poglavlje odnosno osmo poglavlje sastoji se od zaključka rada.

## 2. HOLOGRAM

Uobičajeni opis holograma je trodimenzionalna slika iz razloga što prilikom promatranja ostavlja takav dojam. Međutim, holografija ima malu povezanost s tradicionalnom fotografijom. Za razliku od fotografije, hologram je sastavljen od niza podataka o obliku, veličini, svjetlosti i kontrastu oblika koji se nastoje prikazati. Ovi isti podaci pohranjeni su u mikroskopskim, kompleksnim te isprepletenim uzrocima.[1]

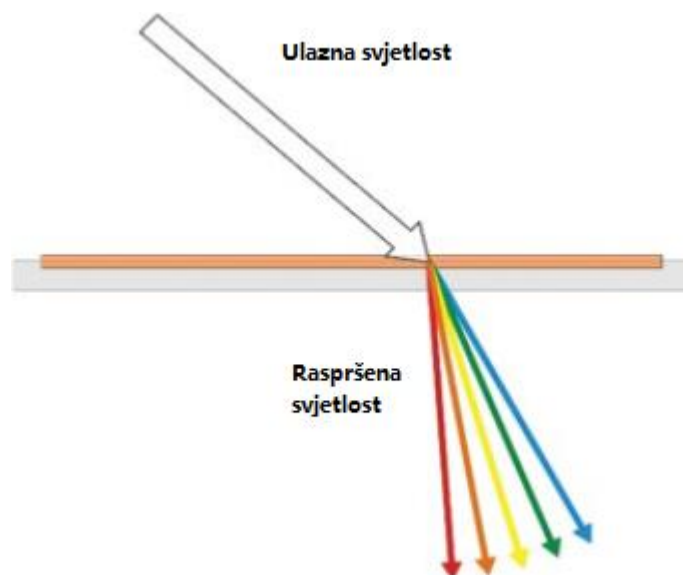
Hologram nastaje tako da se laserska zraka podijeli na dva dijela, jedan se dio odbija od predmeta snimanja te zatim se križa s drugim dijelom zrake koja se reflektira od zrcala. Dvije reflektirane zrake kreiraju interferencijski uzorak koji se potom snima na film. Nakon prolaska laserske zrake kroz film, dolazi do samo projekcije holograma, što rezultira trodimenzionalnom slikom predmeta. [1]

Potrebno je objasniti neke od važniji vrsta hologramskih zapisa koje je moguće ostvariti te isto tako spomenuti one koji se često opisuju sa riječju “hologram” no oni realno ne ispunjavaju kriterije ove kategorije.

### **Vrste holograma:**

- **Amplitudno fazni hologram:** Srebrni halid nakon početnog razvoja, proizvodi zrna crnog srebra koji stvaraju „amplitudne“ zapise o zonama odnosno resama koje su povezane s područjima visokog inteferetnog svjetla, koje zauzvat predstavljaju interakciju referentnog snopa s objektnim valom. Ovaj zapis se naziva amplitudni hologram odnosno trodimenzionalna matrica zona bistre želatine koja je prekinuta zrcima srebrnog metala koji sprječava izravan prolaz svjetlosnih zraka kroz sloj. [18]
- **Prijenosni hologram:** Pojednostavljeno rečeno prijenosni hologram je snimka gdje na fazi rekonstrukcije ili gledanja, izvor osvjetljenja usmjerava svoje svjetlo kroz film ili ploču za snimanje, tako da će gledatelj ispitivati sliku s suprotne strane od izvora svjetlosti, kao što se vidi na slici 1. Difrakcijska svojstva prijenosnog holograma djeluju na takav način da rasprše incidentnu bijelu svjetlost u njezine komponente. Hologram u svom učinku djeluje na sličan način kao prizma, iako se raspodjela boje čini obrnuta. Ovo

temeljno svojstvo prijenosnog holograma onemogućilo je u ranim godinama pregled slike u bijeloj svjetlosti, sve do nevjerojatnog izuma duginog holograma od strane dr. Stephena Bentona 1967. Godine. Dakle, ugradnjom prijenosnog sloja na podlogu od metalne folije, možemo vidjeti sliku s iste strane gdje se nalazi i izvor osvjetljenja. [18]

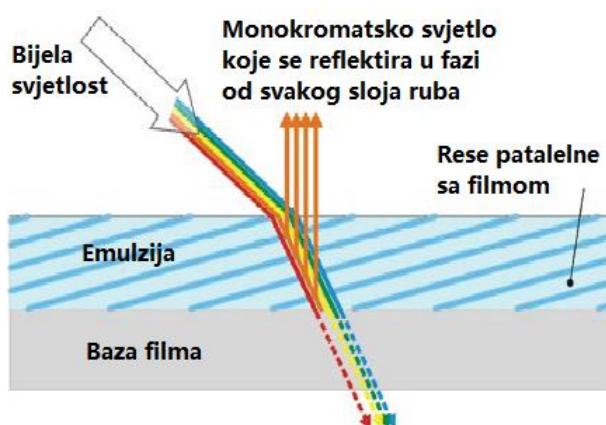


**Slika 1.** Raspršenje svjetlosti kod prijenosnih holograma

**Izvor:** Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd

- **Refleksijski hologram:** U najjednostavnijem smislu refleksijski hologrami su oni koji su osvijetljeni u koraku rekonstrukcije ili ponavljanja sa iste strane ploče ili filma kroz koju gledatelj vidi sliku. Ti hologrami se često nazivaju Lippmannovi hologrami. Kao i kod tehnologije prijenosnih holograma konfiguracija za snimanje takve mikrostrukture je suprotna od konfiguracije gledanja. Da bi se kod reflektivnih holograma stvorila tražena mikrostruktura potrebno je predvidjeti da objekt snimanja te referentne zrake budu suprotnog upadnog kuta u odnosu na medij za snimanje. Rezultat je da su rubovi tipično planarni unutar sloja te imaju tendenciju da djeluju pomalo poput zrcala, umjesto da prikazuju disperzivni učinak transmisijskog holograma nalik prizmi. Ovo "zrcalo" ima monokromatska svojstva, tako da djeluje poput filtra na bijelo svjetlo, jedna se valna duljina selektivno reflektira, dok zrake svih ostalih valnih duljina prolaze izravno kroz sloj. To je zato što zrake svjetlosti koje su prikazane narančastom bojom na slici 2. imaju valne duljine koje se

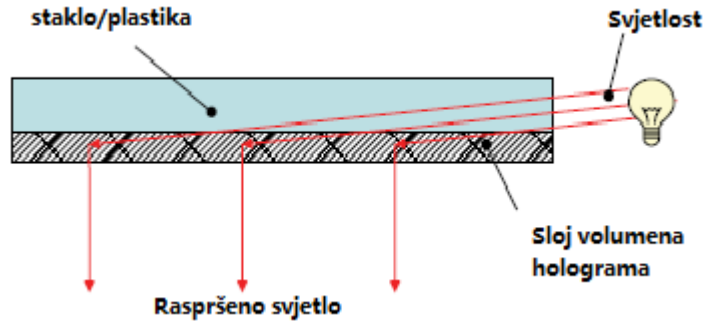
poklapaju s određenom odabranom frekvencijom planarne rešetke. Te iste valne duljine se konstruktivno ometaju, u skladu s Braggovim zakonom na uzastopnim paralelnim indeksnim sučeljima. Na taj se način stvara reflektirana sumacija njihove energije, dok druge valne duljine ne zadovoljavaju uvjete za konstruktivnu interferenciju. Budući da je refleksijski hologram sposoban odražavati odabranu svjetlost određene valne duljine, sam uređaj može imati oblik jasnog, gotovo bezbojnog sloja, koji nosi trodimenzionalnu ili animiranu sliku. [18]



**Slika 2.** Rad refleksijskog holograma

**Izvor:** Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd

- **Rubno osvjetljeni hologrami:** S obzirom na činjenicu da je mikrostruktura volumena u osnovi središnjica između definiranih konfiguracija "prijenosa" i "refleksije", imamo hologram koji, nakon primitka osvjetljavanja odgovarajuće valne duljine pod kosim kutom unutar sloja nosača, kao što je prikazano na slici 3. može usmjeriti to svjetlo na takav način da izlazi iz filma kroz njegovu prednju površinu u obliku ravninskog vala ili u obliku složenog objekta s mogućnošću prikazivanja 3D ili animirane slike. Ova tehnologija je bila spora u postizanju rezultata slične kvalitete naspram visoko ostvarenim postignućima konvencionalnih zaslona. [18]

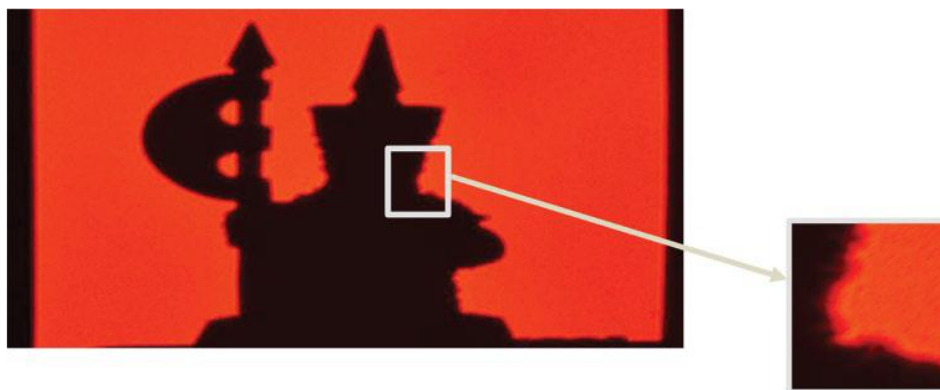


**Slika 3.** Rad rubno osvjetljenog holograma

**Izvor:** Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd

- **“Fresnelov” i “Fraunhoferov” hologram:** Tipični pojmovi "Fresnel-ovi" i "Fraunhofer-ovi" hologrami predstavljaju ekstremne slučajeve koje susrećemo na optičkom stolu pri izradi stvarnih holograma.

Fraunhofer je bio njemački fizičar aktivan na prijelazu iz osamnaestog stoljeća. Njegovo zapažanje je to da će udaljeni objekt koji ometa snop svjetlosti proizvesti sjenu čiju periferiju karakteriziraju okolne linije izmjenične svjetlosti i tame. Slika 4. prikazuje fotografiju kolimiranog laserskog snopa koji pada na udaljeni zaslon. Rubovi otvora manifestiraju se kao periodični slijed linija naizmjenične visoke i niske svjetline. Naravno, ovaj efekt nije ograničen na rubove otvora, već utječe na rubove svakog detalja grafičke slike. [18]

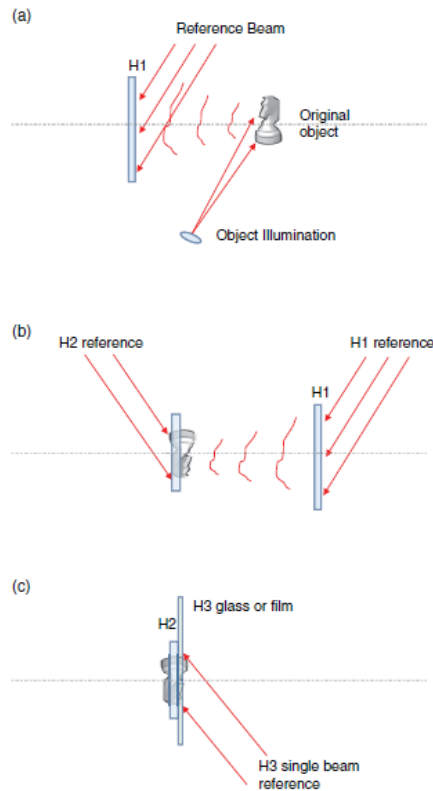


**Slika 4.** Pregled rubnog osvjetljenja Fresnelov-og i Fraunhoferov-og holograma

**Izvor:** Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd

- **Display hologrami:** Osnovna konfiguracija tih optičkih sklopova prikazana je shematski na slici 5. Da bi se tipična procedura sažeto opisala, objekt je osvijetljen laserskim svjetlom, a koherentna referentna zraka stiže istovremeno kako bi proizvela val smetnje, koji je tako zabilježen u H1, prikazano na slici 5. (a). Ova ploča se smatra stalnim arhivskim zapisom o predmetu. Na slici 5. (b) H1 ploča sa svojom "redundantnom" slikom pomaknutom daleko od površine, osvijetljena je laserom (po mogućnosti istom valnom duljinom kao i laserski izvor) od suprotne površine ploče kako bi proizvela stvarnu sliku subjekta, premještenu s površine. Zatim se druga neosvijetljena ploča za snimanje postavi na sličnu udaljenost od H1, kao što je to bio izvorni objekt, i uvodi se nova koherentna referentna zraka za snimanje nove slike izvornog "H1" snimka, kao druga generacija holograma, odatle i naslov "H2". U slučaju kada se druga referentna zraka siječe sa strane nasuprot H1, kao što je prikazano na slici 5. (b), rezultirat će refleksijskim hologramom. Međutim, ako je druga referentna zraka usmjerena s iste strane ploče, snimljena je druga generacija H2 prijenosnog holograma. Općenito sada se odabire položaj subjekta holograma na način da se on nalazi na mediju za snimanje kako bi se postigla iluzija za gledatelja gdje se čini da je 3D objekt smješten djelomično ispred zaslona, a dijelom iza filma ili ploče. U određenim primjenama kao što je masovna proizvodnja, "H2" hologram, koji može biti stakleni ili filmski sloj, koristi se kao drugi "glavni" hologram, kao što je prikazano na slici 5. (c). Moguće je koristiti ovaj hologram kao subjekt za kopiranje slike. Film se obično postavlja na H2 kako bi se omogućilo da jedna laserska zraka prenese sliku iz H2 u novi filmski sloj, kako bi se proizvela H3 slika treće generacije.
- [18]





**Slika 5.** Rad Display holograma

**Izvor:** Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd

- **Sigurnosni hologrami:** Reljefna odnosno gravirna holografija predvodnica je sigurnosnog tiska i razvitka velike industrije. Reljefiranje je proces koji koristi difrakcijske slike površinskog reljefa koje se pri velikoj brzini pritiscu pomoću valjka na jeftinu termoplastičnu foliju. Budući da je rezultat izuzetno tanka difraktivna mikrostruktura ona raspršuje upadnu svjetlost u njezine pojedinačne komponentarne boje. Koristeći Bentonovu tehniku "duge", holografske slike reflektirane od podloge srebrne folije izgledaju nevjerovatno svijetlije i estetski privlačnije u raznolikim bojama. Tehnika je sposobna proizvesti vrlo velike količine jeftinih folijskih hologram. Zbog toga je industrija sigurnosti koristila reljefne holograme u obliku ljepljivih naljepnica i vruće folije u razdoblju preko trideset godina. U današnje vrijeme krivotvorenje postaje ozbiljan problem za reljefnu holografiju, a sigurnosna industrija poziva na nova rješenja koja bi mogla uključivati puno-bojne refleksijske holograme. Utvrđene metode primjene vruće folije na novčanice, kreditne kartice i pakiranje morat će se zamijeniti novim tehnikama za sigurnu primjenu refleksijskih holograma. Uvođenje fotopolimera kao medija za

snimanje volumnih holograma ima tendenciju da zamijeni ideju masovne proizvodnje srebrohalogenida koju je 1980. godine uveo Applied Holographics. [18]



**Slika 6.** Sigurnosni hologram

Izvor: <httpwww.holomall.comSilver%20Color%20Hologram%20Label%2046.htm>

### Što nije hologram:

- Jedna od frustracija na koju se obično izražavaju holografi jest kontinuirano primanje upita koji se odnose na tehnike koje se ne mogu smatrati hologramima. 3D snimanje sigurno nije ograničeno na holografiju na isti način na koji holografija nije nužno ograničena na 3D snimanje. Stoga potrebno je naglasiti brojne kategorije 3D snimanja koje se redovito nazivaju hologramima ali za koje se smatra da nisu nužno u skladu s Gaborovim izumom.
- Kategorije “lažnih holograma”:
  - Dot-matrix hologram
  - Digitalne slike
  - Holografski optički element
  - Papper-ov duh
  - Metoda anaglifa
  - Lentikularne slike
  - Kodirani znakovi
  - Ručno crtani hologrami
  - “ Magic Eye ” [18]

## 2.1. Povijesni razvoj holograma

Znanstvene metode i teorije slijedom kojih je nastao hologram prvi su puta formirane 1947. godine. Mađarski znanstvenik Dennis Gabor razvijao ideju holografije kako bi unaprijedio u to vrijeme prilično loše performanse elektronskog mikroskopa te pronašao način poboljšanja rezolucije. Dennis Gabor imao je strogo matematički pristup te je primjenjivao matematičke izračune francuskog matematičara i fizičara Jean Baptiste Joseph Fouriera-a koji je razvio matematički način pretvaranja bilo kojeg uzorka u jezik jednostavnih valova i obratno. [1]

No međutim tek je šezdesetih godina 20. stoljeća otkriće lasera omogućilo praktičnu primjenu holografije. [2] Prvi uspješno realiziran 3D prikaz omogućen je 1962. godine na sveučilištu Michigan, a od kasnijih 60-ih pa na dalje hologrami su se počeli sve više koristiti u reklamne, znanstvene i umjetničke svrhe. [1]

No ipak davno prije Dennis Gábor-a određena otkrića tadašnjih znanstvenika stvorila pretpostavke za pronalaženje i razvoj tehnike holografije.

1. 1672. god. Sir Isaac Newton je uz pomoć prizme razdijelio val bijele svjetlosti na njegove spektralne komponente
2. 1882. god. određena je brzina svjetlosti kao 299 778 km/s
3. 1948. god. Dennis Gábor otkriva osnovne metode holografije
4. 1958. god. Ch. H. Towers i A. L. Schawlow objavljuju članak "Infracrveni i optički laser" u kojem su nagovijestili mogućnost laserskog emitiranja koherentne svjetlosti
5. 1960. god. T. M. Maiman iz kalifornijskog "Hughes Aircraft Company Research Laboratory" gradi prvi laser - impulsni rubinski laser
6. 1961. god. Pronalaskom lasera budi se ponovno interes za holografiju. E. Leith i J. Upatnieks sa "University of Michigan" ponavljaju rane Gaborove eksperimente, ovog puta uz pomoć lasera. Y. N. Denisyuk u SSSR-u snima holograme za čiju se reprodukciju koristi refleksija bijele svjetlosti. Tehniku refleksnih holograma razvija intenzivno Stroke i njegova grupa sa "State University of New York" sredinom 60-ih godina 20. stoljeća.

7. 1971. god. Dennis Gábor prima Nobelovu nagradu za fiziku za svoja otkrića osnova holografije
8. 1972. god. L. Cross i D. Smith snimaju prvi hologram objekta u pokretu.[2]

## 2.2. Moguće primjene holograma

Mnoge svjetske industrije koriste hologramske proizvode kako bi poboljšale vlastit imidž svojih marki na tržištu. Hologrami se koriste za atraktivne ambalaže proizvoda kako bi mogli privući dodatne kupce, kao sigurnosne zaštite koje je gotovo nemoguće krivotvoriti, isto tako veliku uporabu imaju u novim tehnološkim zrakoplovima, automobilima, medicini, audio i TV sustavima. Kao i svaka druga napredna tehnologija biti će potrebno određeno vrijeme prije nego što se usavrši i potpuno dovede na tržište. [3]

### 2.2.1. Primjena holograma u vojnom mapiranju

Geografska inteligencije je veoma bitan dio vojne strategije u kojoj se koriste trodimenzionalne slike za poboljšanje pregleda terena. Takva vrsta tehnologije omogućava vojnicima da vide trodimenzionalnu sliku terena, gledaju iza uglova te im pomaže u raznim vojnim treninzima. Tvrtke koje izrađuju te slike to čine uz pomoć složenih digitalnih podataka o slici koje zatim sastavljaju u hologramsku listu. To omogućava gledanje u visoko kvalitetnu 3D sliku terena pohranjenu na hologramskom listu. Zatim se taj hologramski list zamota te mu je omogućeno jednostavno skladištenje i transport. Takve slične karte se koriste i u scenarijima evakuacije i u spašavanju od katastrofa. [4]



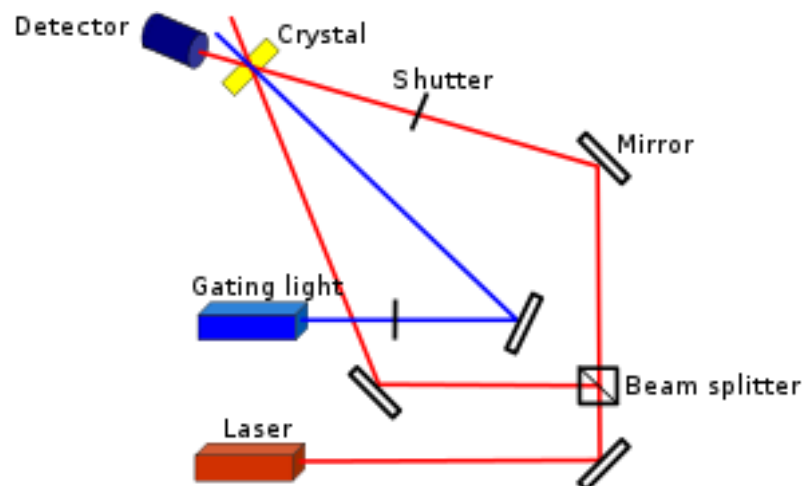
**Slika 7.** Hologrami u vojnom mapiranju

**Izvor:**[https://www.army.mil/article/62149/into\\_the\\_deep\\_3\\_d\\_holographic\\_technology\\_provides\\_detailed\\_human\\_intelligence](https://www.army.mil/article/62149/into_the_deep_3_d_holographic_technology_provides_detailed_human_intelligence)

## 2.2.2. Potencijalna primjena holograma u skladištenju informacija

U današnje se vrijeme stvaraju ogromne količine podataka koje je potrebno pohraniti. Za tu se pohranu masovno koriste sve jeftiniji digitalni prijenosnici podataka poput USB-a, hard disk-a, DVD-a itd. Jedina mana tih proizvoda je u tome što ih je lako oštetiti i korumpirati što dovodi do toga da se mogu izgubiti velike količine važnih podataka.

Iz tog razloga bi se mogle koristiti hologramske slike koje imaju nevjerovatno realističan proces snimanja i pohrane podataka uz pomoć refleksije svjetlosti iz subjekta snimanja. Oni ne moraju snimati samo podatke o vizualnom objektu nego isto tako mogu snimati čiste podatke. Što znači da oni mogu potencijalno skladištiti ogromne količine podataka uz dugoročnu sigurnost. Ukoliko optičkim hologramom napravimo stranicu s informacijama te se ona zatim slomi, i dalje postoji mogućnost rekonstrukcije iz bilo kojeg drugog slomljenog dijela. To olakšava pouzdano pohranjivanje podataka hologramskom tehnologijom. Za razliku od CD-a i DVD-a koji pohranjuju podatke na površini, hologrami pohranjuju podatke u tri dimenzije te se te stranice mogu preklapati u prostoru za pohranu. [6]



**Slika 8.** Primjena tehnologije holograma u skladištenju informacija

**Izvor:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Holographic\\_data\\_storage](https://en.wikipedia.org/wiki/Holographic_data_storage)

### 2.2.3. Primjena holograma u marketingu

Pošto se svaka tvrtka natječe jedna sa drugom kako bi dobila što veću pozornost ljudi i kako bi se što više promovirala, jednostavne poruke na ekranu više nisu dovoljne. Iz tog se razloga određene tvrtke okreću prema virtualnoj stvarnosti poput holograma koji im omogućavaju veće marketinške uspjehe. Hologrami se koriste za promociju raznih proizvoda, usluga i događaja na način da stvore interakciju između samog holograma i potrošača. Za takve slične stvari najčešće se koriste poznate osobe od kojih se stvori hologramska projekcija pomoću koje se privlače ljudi. [15]



**Slika 9.** Hologrami u svrhu marketinga

**Izvor:** <https://www.standbanner.co.uk/signs-and-graphics/3d-holographic-sign-display-advertising>

### 2.2.4. Potencijalna primjena holograma u medicini

Holografija bi također mogla značajno utjecati na razvoj medicine, kao alat za vizualizaciju podataka o pacijentu tijekom treninga studenata i kirurga. Nedavna poboljšanja u tehnikama snimanja holograma i dostupnost alata omogućavaju slikanje kroz tkiva što donosi oftalmologiji, stomatologiji, urologiji i ostalim granama medicine snažno obećanje da će se holografija pojaviti kao moćan alat za medicinske primjene.[5] Mnogi medicinski sustavi stvaraju složene podatke koristeći napredne tehnologije snimanja, poput magnetske

rezonance i ultrazvučnih skeniranja. Uobičajeno je da se te elektroničke informacije koriste za prikaz ravne slike na zaslonu računala no moguće ih je koristiti i za izradu cjelovitih 3D hologramskih slika proizvedenih računalom. Prednost kod holograma je u tome što nisu potrebni posebni uređaji za predodžbu 3D slike što omogućava studentima i liječnicima neometano gledanje predmeta iz svih uglova. Pohranjivanje nekoliko različitih slika u istom hologramu znači da se gledatelj može kretati po zaslonu te promatrati različite organe ili dijelove tijela. [4]



**Slika 10.** Uporaba holograma u medicini

**Izvor:** <https://latam.tech/microsoft-hololens-allowing-students-study-medicine-through-augmented-reality/3289/>

### 2.2.5. Primjena holograma u sigurnosti

Pošto su hologrami složeni optički uređaji koje je veoma teško napraviti imaju nevjerovatnu prednost na tržištu komercijalne sigurnosti. Najbliži sigurnosni hologram nama je srebrni pravokutnih golubice na kreditnoj kartici. Ono prikazuje trodimenzionalnu sliku koja je vidljiva dok se rotira s jedne na drugu stranu te mijenja boju. Vrlo ju je lako proizvesti no izuzetno teško krivotvoriti. Isto tako možemo vidjeti primjenu holograma na novčanicama koju su većinom zaštićene reflektirajućom trakom pomoću koje raspoznavamo dali je novac krivotvoren ili nije. [4] Hologrami su klasificirani u različite tipove s obzirom na stupanj ugrađene optičke sigurnosti tijekom procesa stvaranja a to su:



- 2D / 3D hologramske slike
- Dotmatrix
- FlipFlop
- Electron – beamlithograpy[7]



**Slika 11.** Sigurnosni QR kod

**Izvor:** <https://www.ologrammi.com/en-GB/products/holograms-barcode-qr-code/>

### 2.2.6. Primjena holograma u umjetnosti

Mnogi umjetnici su se uključili u holografiju gotovo čim je to postao praktični optički proces. U svijetu postoje mnogi pionirski umjetnici koji koriste trodimenzionalne mogućnosti snimanja holograma kako bi savijali ili smanjili prostor, izgradili više vizualno čvrstih objekata u istom volumenu, kombinirali zbirke fotografija ili videozapisa za izradu animiranih 3D djela te za oblikovanje čiste svjetlosti. [6]



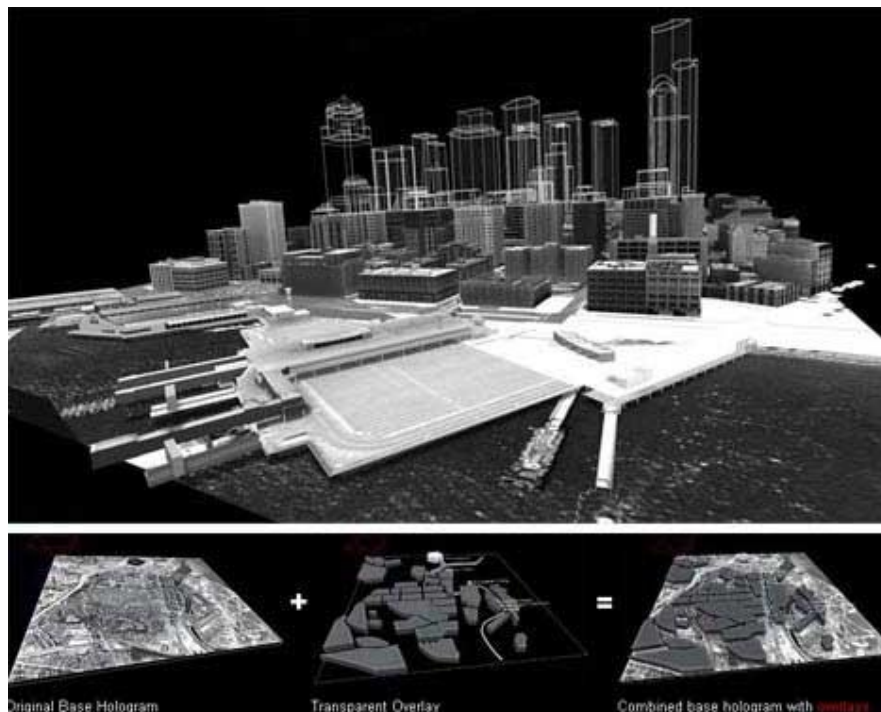
**Slika 12.** Hologrami u umjetnosti

**Izvor:** <http://holocenter.org/art-grant/guidelines>



### 2.2.7. Primjena holograma u arhitekturi

Jedna od najočitijih primjena holografije u arhitektonskom okruženju je snimanje modela koji se koriste za vizualizaciju novih zgrada u fazi projektiranja. Arhitekti, planeri i razvojni inženjeri proizvode detaljne modele svojih struktura kao način prikazivanja izgleda gotovih zgrada ili kompleksa svojim klijentima. Ovi modeli su veoma skupi i većinom krhki, tako da je logičan korak korištenje holografije kao metode prikazivanja trodimenzionalne snimke visoke kvalitete. To pruža atraktivnu alternativu inače tradicionalnom modelu, povećava prodajnu uspješnost i bolju predodžbu na korporativnim sastancima te sito tako mogućnosti lakšeg prijenosa izvornog 3D modela na različite lokacije. [8]



**Slika 13.** Korištenje holograma u arhitekturi

**Izvor:** <https://gajitz.com/pop-up-buildings-incredible-3d-architectural-holograms/>

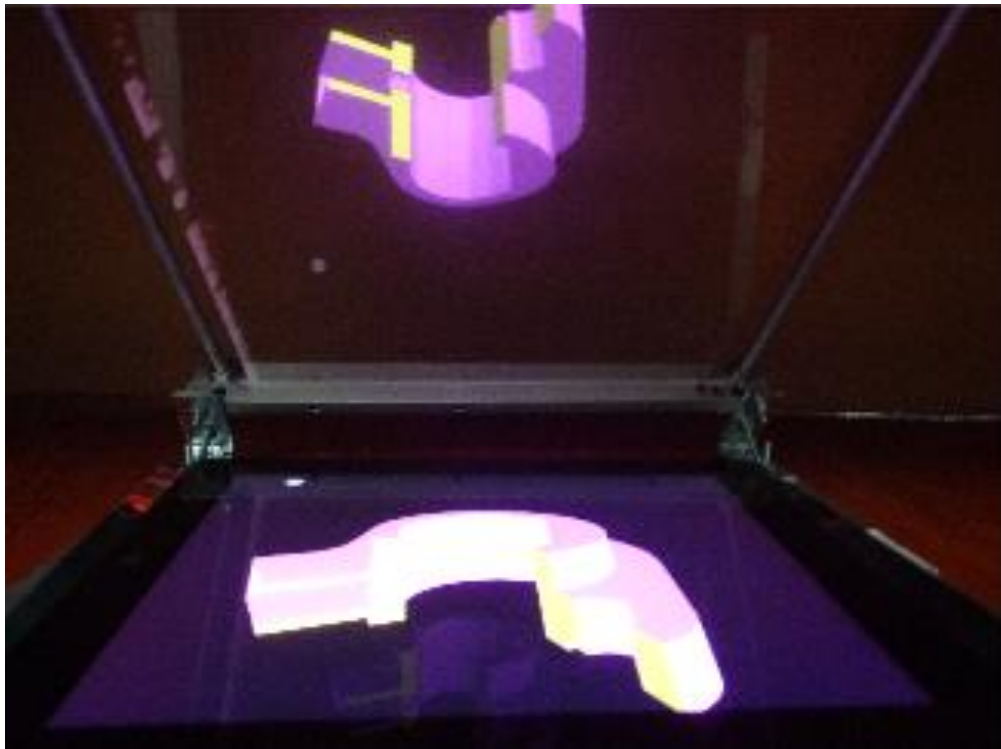
### 2.2.8. Primjena holograma u školovanju strojara

Studenti strojarstva prilikom studija uče osnovne koncepte i tehnike tehničkog crtanja uz postupno uvođenje korištenja raznih računalnih sustava. Međutim pri početku učenja tehničkog crtanja na prvog godini veliki broj studenata ima poteškoća u razumijevanju i crtanju predmeta iz dvodimenzionalnih prikaza. Isti problem nastaje kada imaju predočen prostorni prikaz predmeta te njega trebaju pretvoriti u dvodimenzionalni prikaz prikazan u

raznim pogledima. Jedan od komplementarnih alata koji omogućava studentima bolje razumijevanje 3D modela je uporaba holograma.

Studentima pomoću hologramske projekcije omogućena je predodžbu predmeta iz svih uglova što im zapravo pomaže u razumijevanju izgleda i oblika predmeta čime si olakšavaju crtanje ortogonalnih i izometrijskih projekcija. Isto tako moguće je predmete rotirati, uvećavati, smanjivati, spajati u cjeline ovisno o potrebama svakog od studenata. [16]

U slučaju školovanja primjena holograma uvelike pomaže studentima i profesorima koji mogu prenijeti svoje znanje na lakši i kvalitetniji način.



**Slika 14.** Primjena holograma u školovanju

**Izvor:** <https://core.ac.uk/download/pdf/61523884.pdf>

### 2.3. Hologramska piramida – pregled dostupnih uređaja na tržištu

Tržište hologramskih piramida je u sve većem rastu zbog toga što one privlače pozornost ljudi te na taj način povećavaju prodaju i marketinški uspjeh samih proizvoda. Dostupno je mnogo različitih modela piramida koje se razlikuju u veličini, namjeni i cijeni. U nastavku slijedi pregled različitih piramida kod kojih je izrazito različit dizajn koji se prilagođava potrebama korisnika.

#### 2.3.1. Holapex Hologram Pyramid HD

Holapex piramide namijenjene su tabletima i pametnim telefonima. Kvaliteta refleksije hologramske slike jedna je od najboljih u rangu ovih modela piramida jer su stranice piramide izrađene od najtanjih mogućih plastičnih materijala te uz to mogu i izdržati teret od 2,26 kg. [9]



**Slika 15.** Holapex Hologram Pyramid

**Izvor:** <https://holapex.com/collections/frontpage/products/bundle-holapex-vivid-and-light-for-smartphones-and-tablets>

NAZIV	Holapex Hologram Pyramid HD
DIMENZIJE ZA MOBITELE	10,16cm x 5,08 cm
DIMENZIJE ZA TABLETE	15,24cm x 7,62cm
PRENOSIVOST	Da
CIJENA	15,00 \$

**Tablica 1.** Holapex Hologram Pyramid HD

**Izvor:** <https://holapex.com/collections/frontpage/products/bundle-holapex-vivid-and-light-for-smartphones-and-tablets>

### 2.3.2. SmaxscreenHolographicPyramid 3D Display Showcase

SMAXSCREEN hologramska piramida je potpuno integrirana 3D platforma koja spaja najnaprednije tehnologije obrade slike. To omogućava da se usredotoči pažnja kupca na proizvod kroz jedinstven način. Unutar kućišta se isto tako nalaze uređaji koji stvaraju hologramsku sliku kako bi ona bila što kvalitetnije i izoštrjenija. 3D hologramski zaslon omogućava animacije u stvarno vremenu sa veoma jasnim i čistim slikama koje mogu mijenjati svoje dimenzije po potrebi korisnika, Ova hologramska piramida je odličan način oglašavanja u muzejima, dvoranama, trgovinama, izložbama i događajima. [11]



**Slika 16.** SMAXSCREEN Holographic Pyramid

**Izvor:** <http://www.smaxscreen.com/Full-HD-270-3D-Holographic-Pyramid-Display-Showcase-Hologram-Box-pd6187300.html>

NAZIV	SMAXSCREEN HolographicPyramid 3D Display Showcase
DIMENZIJE	57cm x 38,4cm x 34,4 cm
BROJ MODELA	SH27022
ULAZNI PRIKLJUČCI	USB/VGA/HDMI
VIDEO FORMAT	MP4,AVI,WMV
FORMAT	16:9
REZOLUCIJA	1920 x 1080
PRENOSIVOST	Ne
CIJENA	1688,00 \$

**Tablica 2.** SMAXSCREEN HolographicPyramid 3D Display Showcase

**Izvor:** <http://www.smaxscreen.com/Full-HD-270-3D-Holographic-Pyramid-Display-Showcase-Hologram-Box-pd6187300.html>

### 2.3.3. Holocube

Holocube je potpuno integrirana 3D projekcijska platforma koja omogućava jedinstven izgled proizvoda. Ona kombinira moderne tehnike projekcije slike sa modernim dizajnom kućišta. To omogućava fokus na proizvod isto kao i na 3D projekcije. Isto tako omogućava spajanje fizičkog proizvoda sa 3D hologramskim efektima što još više privlači pažnju kupaca. U sebi sadrži integrirane zvučnike, LED programabilno svjetlo, mogućnost ekrana osjetljivog na dodir, integrirani bežični internet i još mnoštvo dodatka po potrebi. [10]



Slika 17. Holocube

**Izvor:** [https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958\\_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41](https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41)

NAZIV	Holocube
DIMENZIJE	57cm x 38cm x 39 cm
BROJ MODELA	SH18022
ULAZNI PRIKLJUŠCI	USB/VGA
HOLOGRAMSKO STAKLO	Temperirano optičko staklo
REZOLUCIJA	1280 x 1024
PRENOSIVOST	Da
CIJENA	1575,00 \$

Tablica 3. Holocube

**Izvor:** [https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958\\_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41](https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41)

#### 2.3.4. H+Techonology – Holus

Holus je prijenosna stolna platforma koja omogućava pretvorbu bilo kojeg digitalnog sadržaja s računala, pametnog telefona ili tableta u 3D holografsko iskustvo. Moguć je pregled iz sva četiri kuta što povećava interakciju uređaja s korisnikom. Programeri mogu osmisliti 3D holografске igre koje se mogu koristiti upravo na ovakvom uređaju, isto tako moguća je vizualizacija raznih 3D modela koji su napravljeni na računalu pomoću raznih aplikacija. Iz tih razloga Holus otvara brojne mogućnosti svim korisnicima. [12]



**Slika 18.** Holus

**Izvor:** <https://hplustech.com/pages/holus-design>

NAZIV	H+Techonology – Holus
DIMENZIJE	40cm x 51cm x 51cm
PREGLEDNOST	360°
UGRAĐENI ZVUČNICI	Ne
ULAZNI PRIKLJUŠCI	USB/HDMI
REZOLUCIJA	1600 x 1600
PRENOSIVOST	Da
CIJENA	850 \$

**Tablica 4.** H+Techonology – Holus

**Izvor:** <https://hplustech.com/pages/holus-design>

### **3. KONSTRUKCIJA HOLOGRAMSKE PIRAMIDE**

U ovome dijelu rada navedeni su razlozi za izradu vlastite konstrukcije, isto tako biti će prikazan sam proces konstruiranja hologramske piramide. Proći će se kroz sve faze konstruirana počevši od razjašnjavanja zadatka pa do koncipiranja, projektiranja i konstrukcijske razrade. Opisat će se zahtjevi koji se moraju ispuniti te njihova važnost prilikom konstruiranja.

#### **3.1. Cilj i svrha vlastite konstrukcije**

Pregledom ostalih hologramskih piramida na tržištu kao što je vidljivo iz poglavlja 2.3 moguće je vidjeti kako se cijene razlikuju ovisno o mogućnostima piramide, njenih karakteristika, veličini, dizajnu, načinu uporabe i kvaliteti izrade. Piramide profesionalnije i kvalitetnije izrade imaju mnogo veći cjenovni rang te su upravo zbog toga teško dostupne. No ipak moguća je izrada stolne hologramske piramide dosta veće kvalitete izrade i boljih materijala po prihvatljivoj cijeni. Vidljivo je da se cijena piramida dodatno povećava zbog samog dizajna te zbog sklapanja. Iz tog razloga bitno je napraviti samostalnu analizu svih cijena izrade dijelova, osmisliti željeni dizajn te omogućiti jednostavno sklapanje i rastavljanje hologramske piramide uz ograničena financijska sredstva.

#### **3.2. Proces konstruiranja**

Proces konstruiranja je dio jednog šireg procesa stvaranja odnosno razvoja novog tehničkog proizvoda koji uvijek započinje čovjekovom potrebom za novim proizvodom. Za osmišljeni proizvod potrebno je definirati konstrukcijski zadatak sa kojim se zatim ulazi u sam proces konstruiranja. Prilikom procesa razvoja novog proizvoda potrebno je ponekad proizvesti prototipove proizvoda koji zatim prolaze kroz proces verifikacije. Proizvodnja prototipova i verifikacija nam pomažu kako bi mogli dobiti uvid na mjesta koja je potrebno dodatno poboljšati u cilju postizanja željenih rezultata. Sljedeća faza je sama proizvodnja proizvoda te konačna upotreba od strane korisnika. Čovjekova motivacija za stvaranje novog proizvoda odnosno konstrukcije može biti profit, želja za poboljšanjem kvalitete života, želja za prezentacijom stečenih znanja itd. [13]

Prilikom konstruiranja hologramske piramide bilo je isto tako neophodno držati se toka procesa konstruiranja kako bi se mogao ostvariti željeni rezultat. Na samom početku bila

je potrebna ideja za stvaranjem proizvoda odnosno holograma sa kojom se zatim osmislio konstrukcijski zadatak. Ideja je dobivena iz sličnih proizvoda na tržištu iste namjene koji se razlikuju dizajnom, specifikacijama i koji su oblikovani raznim potrebama potrošača. Motivacija za izradu konstrukcije bila je stvoriti uređaj koji može konkurirati sličnim proizvodima na tržištu. Konstrukcija hologramske piramide nije namijenjena serijskoj proizvodnji nego izradi prototipa koji će proći određenu verifikaciju u svrhu prezentacije rada odnosno Istarskog veleučilišta.

Temelji za uspješno konstruiranje su:

- Znanja iz prirodnih znanosti ( matematika, fizika )
- Znanja o svojstvima i obradi materijala
- Znanja i iskustva u području na koje se konstrukcija odnosi
- Znanja o elementima strojeva
- Stvaralačka sposobnost
- Odlučnost, optimizam, upornost, rad u timu[17]

Prilikom proces konstruiranja treba se voditi računa da budući tehnički proizvod udovolji što više tehničkim zahtjevima, zahtjevima ekonomičnosti i zahtjevima tržišta. Isto tako važno je da udovolji i mnogim drugim načelima poput: sigurnosti, jednostavnosti, jednoznačnosti, stabilnosti itd.[17]

Da bi se sve navedeno ostvarilo potrebno je prijeđe kroz sljedeće faze konstruiranja a to su:

- Razjašnjavanje zadatka
- Koncipiranje
- Projektiranje
- Konstrukcijska razrada[17]



### **3.2.1. Razjašnjavanje zadatka**

U fazi razjašnjavanja zadatka definiraju se ulazne veličine koje su potrebne za ostale faze. Te ulazne veličine su zapravo postavljeni zahtjevi koje konstrukcija mora ispuniti. Prvi zahtjev je definirati namjenu samog proizvoda odnosno hologramske piramide. [13] Namjena piramide je prikazati hologramsku projekciju loga Istarskog veleučilišta (Politehlike Pula) u želji prezentacije znanja i vještina stečenih studiranjem kao i u svrhu promidžbe visoke škole odnosno Istarskog veleučilišta. Da bi se to omogućilo potrebno je ispravno konstruirati piramidu kao i napraviti video prikaz loga koji će se prikazivati. Isto tako sljedeći bitan zahtjev je odrediti gabarite nosive konstrukcije kako oni ne bi odstupali od tablet računala koji će se koristiti za projekciju animacije. To znači da bi se konstrukcija odnosno hologramska piramida trebala svojim gabaritima prilagoditi veličini uređaja. Važno je i odrediti razinu kvalitete proizvoda koji će se konstruirati. Poželjno bi bilo da on dizajnom i kvalitetom materijala može konkurirati sličnim proizvodima na tržištu. Završni zahtjev koji bi se trebao ispuniti je financijsko ograničenje proizvoda. Naime pošto se raspolaže ograničenim financijskim resursima bitno je uzeti u obzir sve prijašnje zahtjeve i oblikovati konstrukciju na način da ne probijemo definirani financijski budžet.

Faza razjašnjavanja zadatka završava izradom konačne liste zahtjeva koje budući tehnički proizvod mora ispuniti.

### **3.2.2. Koncipiranje**

Temeljem definiranih lista zahtjeva iz faze razjašnjavanja zadatka u drugoj fazi procesa konstruiranja treba voditi računa o tome da se odabere takvo načelno rješenje koje će omogućiti jednoznačne proračune i jednoznačnu funkciju budućeg tehničkog proizvoda. U fazi koncipiranja postoje dva načina odabira načelnog rješenja. U slučaju da se radi o potpuno novom tehničkom proizvodu tada se utvrđuje novo načelno rješenje odnosno koncepcija proizvoda. Pri tome se uobičajeno izrađuje više varijanti rješenja te se odabire ono najpovoljnije. Kod varijante postojećeg proizvoda faza koncipiranja se uglavnom preskače pošto načelno rješenje ostaje isto a jedino se mijenjaju veličina i eventualno razmještaj sastavnih dijelova. [13] Koncepcija proizvoda opisanog u radu tj. hologramske piramide preuzeta je od sličnih proizvod koji se nalaze na tržištu. Vidljive promjene nalaze se u dizajnu, dimenzijama, razmještaju dijelova i odabiru materijala. Faza koncipiranja završava odabirom najpovoljnijeg načelnog rješenja.

### **3.2.3. Projektiranje**

U fazi projektiranja vrši se razrada načelnog rješenja. Na temelju važnih zahtjeva definiraju se približne dimenzije i oblik tehničkog proizvoda. Zatim se taj oblik postepeno razvija i mijenja uzimajući u obzir sve više manje važnih zahtjeva. Postupak proračunavanja i oblikovanja proizvoda vrši se dok se ne dobije zadovoljavajuće rješenje. [13]Projektiranje hologramske piramide radi se na temelju načelnog rješenja odnosno koncepcije i definiranih podataka u konstrukcijskom zadatku kao što su veličina proizvoda, cijena itd. Polazni element pomoću kojega se vrši projektiranje je uređaj za projiciranje slike odnosno tablet računalo. Cijela konstrukcija mora biti oblikovana tako da odgovara dimenzijama uređaja jer u suprotnom ne bi dobili željeni krajnji rezultat. Isto tako vrlo je bitan i vizualni aspekt proizvoda koji povećava atraktivnost proizvoda. Projektiranje odnosno oblikovanje i dimenzioniranje proizvoda vrši se u programu za izradu 3D modela gdje je moguće bez dodatnih troškova dodatno usavršiti i modelirati konstrukciju. Faza projektiranja završava odabirom konačnog rješenja te se zatim izrađuju projektni crteži u mjerilu.

### **3.2.4. Konstrukcijska razrada**

Temeljem 3D modela koji je napravljen u fazi projektiranja pristupa se izradi tehničkih crteža odnosno sklopnih i radioničkih nacrti za proizvodnju. Za svaki sastavni dio proizvoda se definitivno određuje oblik i sve izmjere koje su bitne za funkciju elementa odnosno funkciju budućeg tehničkog proizvoda, materijal od kojeg će element biti izrađen, stanje i svojstva površina, načinu izrade: lijevanje, kovanje, zavarivanje, obrada odvajanjem čestica te površinska obrada. Veliku važnost ima izrada tehničke dokumentacije koja mora sadržavati jednoznačne upute za izradu određenog dijela, sklopa, odnosno konstrukcije u cjelini. [13]

### **3.3. Zahtjevi procesa konstruiranja**

U procesu konstruiranja treba nastojati da buduća tehnička tvorevina u što većoj mjeri udovoljava zahtjevima konstruiranja. Pod te zahtjeve podrazumijevamo tehničke zahtjeve (funkcionalna i tehnološka ispravnost), zahtjeve ekonomičnosti i zahtjeve tržišta. U kojoj mjeri i u kojem odnosu će biti zadovoljeni prethodno navedeni zahtjevi ovisi o vrsti i namjeni tehničkog proizvoda, odnosno radi li se o pojedinačnoj, maloserijskoj, serijskoj, visoko serijskoj ili masovnoj proizvodnji. Kad govorimo o zahtjevima najveću prednost pred ostalima ima zahtjev za funkcionalnom ispravnošću. To je temeljni zahtjev koji mora biti ispunjen unutar definiranog konstrukcijskog zadatka. [13]

#### **3.3.1. Zahtjev za funkcionalnom ispravnošću**

Pod funkcionalnom ispravnošću podrazumijevamo da tehnička tvorevina mora ispunjavati svoju predviđenu zadaću u određenom vijeku trajanja te pri tome bilo kakva toplinska, mehanička, električna i kemijska opterećenja ne smiju izazvati stanja koja mogu dovesti do neispravnog funkcioniranja ili prestanka rada. [13]

U procesu konstruiranja hologramske piramide najveću pažnju moramo usredotočiti toplinskim i mehaničkim opterećenjima s kojima konstrukcija dolazi u doticaj.

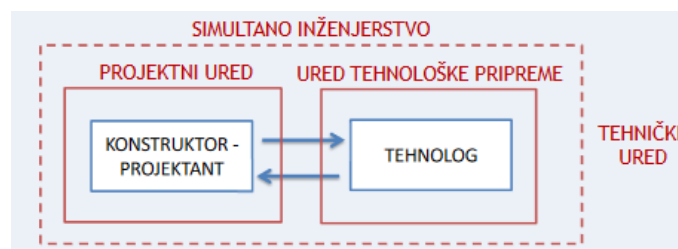
Pod mehanička opterećenja podrazumijevamo površinske i volumenske sile koje će djelovati na tehnički proizvod u eksploataciji. U procesu konstruiranja se mora uzeti u obzir intezitet navedenih sila te oblikovati konstrukciju na način da nesmetano može obavljati svoju funkciju bez pojave oštećenja odnosno loma. Posebnu pažnju treba posvetiti mjestima na kojima se javlja koncentracija naprezanja. Kućište hologramske piramide mora biti tako dimenzionirano odnosno proizvedeno da može izdržati očekivana mehanička opterećenja kao što su naslanjanje korisnika na uređaj, stavljanje određenog predmeta na kućište uređaja, pad sa male visine itd.

Isto tako posebnu pozornost treba posvetiti toplinskim opterećenjima. U dijelovima konstrukcije hologramske piramide u kojima je onemogućeno odvođenje topline može doći do pregrijavanja uređaja namijenjenog za projekciju slike te do prestanka rada istog ili do pojave termičkih naprezanja unutar same konstrukcije. S porastom temperature dolazi do opadanja čvrstoće i granice tečenja dok se smanjenjem temperature smanjuje žilavost i

povećava mogućnost loma. Iz tog razloga treba predvidjeti rashladne rupe za efikasno odvođenje topline iz kućišta uređaja za projekciju slike.

### 3.3.2. Zahtjevi tehnološke ispravnost

Tehnički proizvod treba oblikovati tako da mu je prvenstveno omogućena jednostavna izrada i obrada određenim tehnološkim postupkom, ali i jednostavna montaža, transport, kontrola i recikliranje. Nastoji se konstruirati proizvod koji omogućuje minimalan utrošak materijala, vremena i opreme a da pri tome ispunjava zahtjeve funkcije i namjene. Veliku važnost ima projektant koji mora posjedovati znanja o obradi i svojstvima materijala te osnovama tehnološkog procesa, odnosno mora biti upoznat sa tehnologijom proizvodnje s kojom raspolaže poduzeće u kojem će se vršiti izrada dijelova konstrukcije. Konstruktor odnosno projektant u procesu konstruiranja dužan je komunicirati sa poduzećem o mogućnostima određenog proizvodnog pogona. Na taj se način mogu napraviti značajne uštede i spriječiti eventualne korekcije i ispravke koje mogu rezultirati dodatnim novčanim izdacima i dodatnom utrošku vremena izrade. [13]



**Slika 19.** Simultano inženjerstvo

**Izvor:** Tiskani pisani nastavni materijal – Politehnika Pula

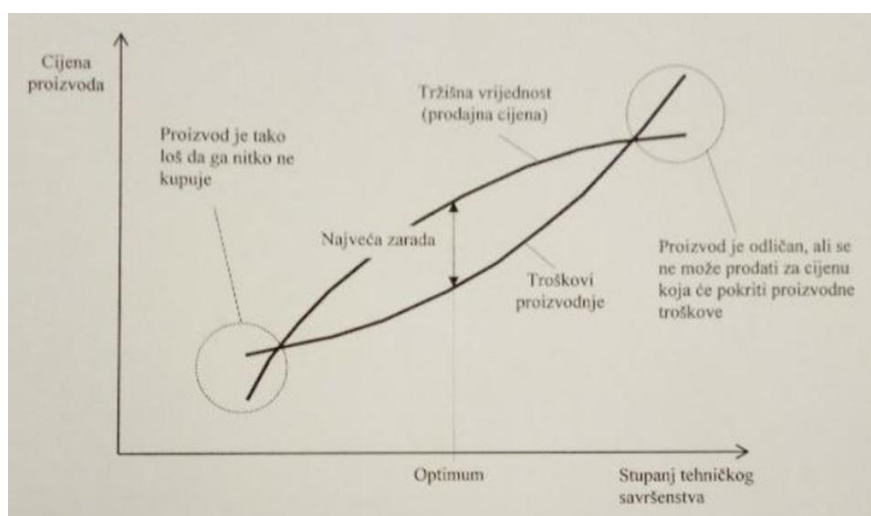
Nakon odabira izgleda odnosno dizajna hologramske piramide u razgovoru s tehnologom odnosno poduzećem odgovornim za izradu utvrđeno je da su potrebne određene preinake na proizvodu kako bi se isti mogao prilagoditi tehnološkim mogućnostima proizvodnje odnosno kako bi se mogao proizvesti. Bilo je potrebno prilagoditi konstrukciju na način da se postolja oba kućišta tj. gornjeg kućišta koje je ima funkciju nošenja tableta te donjeg kućišta odgovornog za pridržavanje staklene piramide odvoje u više sastavnih dijelova. Gornje kućište odvojeno je na tri dijela dok je donje kućište odvojeno na dva dijela. Time je omogućena izrada kućišta hologramske piramide, a da se ne mijenja dizajn i izgled željenog proizvoda. Odvojeni i obrađeni dijelovi kućišta će se lijepiti te na taj način formirati zamišljenu konstrukciju.

Ovim postupkom su ostvarene uštede u procesu proizvodnje činjenicom da je ponuda za klasičnu obradu odvajanjem čestica bila dosta skuplja u odnosu za tehnološki postupak rezanja. S obzirom da se radi o pojedinačnoj proizvodnji, postupak lijepljenja neće utjecati na konačnu cijenu proizvoda.

### 3.3.3. Zahtjevi ekonomičnosti

Ekonomičnost proizvoda je usko povezana sa zahtjevima za tehnološkom ispravnošću. Što je tehnološka ispravnost proizvoda veća to će on biti i ekonomičniji. Tijekom eksploatacije treba minimizirati troškove utrošene energije te prilikom odabira materijala treba težiti tome da se odabere materijal koji se može u što većoj mjeri jeftino reciklirati. [13]

Prilikom razvoja proizvoda potrebno je bilo definirati odnos između njegove cijene proizvodnje i tehničkog savršenstva. Treba voditi računa da se dosegne optimalan balans između kvalitete proizvoda i troškova njegove izrade. Veliku važnost ima dogovor sa tehnolozima u vezi sa mogućnostima proizvodnog pogona. Što je veća prilagodba pogonu i strojevima to će i sama izrada biti jeftinija. U slučaju da se želi postići visok stupanj kvalitete i troškovi izrade će nam biti veliki time dolazimo u situaciju da proizvod nije isplativ jer će nam zarada biti minimalna pošto svu dobit vraćamo u proces proizvodnje. U slučaju da stvaramo proizvod niske kvalitete on neće biti u mogućnosti da konkurira sa ostalim proizvodima na tržištu čime će i njegova prodaja biti vrlo niska time i novčana dobit.



**Slika 20.** Odnos cijene i tehničkog savršenstva

**Izvor:** Tiskani pisani nastavni materijal – Politehnika Pula

### **3.3.4. Zahtjevi tržišta**

Zahtjevi tržišta ovise o tome dali se radi o proizvodima specijalne namjene koji se rade po narudžbi ili se radi o proizvodima široke potrošnje koji služe za masovnu prodaju i distribuciju. Prodaju na tržište povećava estetski dobar i moderan izgled no unatoč tome potrebno je pripaziti da se zadovolje i ostali zahtjevi konstruiranja, posebice zahtjev za funkcionalnom ispravnošću.[13]

Kako bi hologramska piramida mogla biti konkurentna na tržištu, najveća pažnja usredotočena je na izbor materijala odnosno njegove vizualne karakteristike. Od velike je važnosti je da svi odabrani materijali stvore vizualno lijepi proizvod visoke kvalitete koji isto tako ispunjava sve zahtjeve ispravnog konstruiranja.

## **4. PRIMJENA CAE/CAD PROGRAMSKOG SUSTAVA AUTODESK INVENTOR U PROCESU KONSTRUIRANJA**

U nastavku rada se prikazuje primjena programskog sustava Autodesk Inventor u procesu konstruiranja hologramske piramide. Autodesk Inventor je razvijen od strane američke kompanije Autodesk Inc., te spada u skupinu programskih sustava koji se prvenstveno koriste za parametarsko modeliranje dijelova i sklopova, izradu tehničke dokumentacije i inženjersku vizualizaciju.

Izgradnjom 3d modela dijelova i sklopova primjenom CAE/CAD programskih sustava omogućava se lakša provjera točnosti geometrije i tehničke dokumentacije čime se smanjuje mogućnost pogrešaka u procesu konstruiranja. Osim toga, parametarsko modeliranje nam omogućava brzu izmjenu geometrije modela dijelova i sklopova, kao i pripadajuće tehničke dokumentacije, čime se olakšava rad projektanta u procesu konstruiranja budućeg tehničkog proizvoda odnosno smanjuje se potrebno vrijeme za razvoj novog proizvoda. Primjenom dodatnih modula iz područja računalom podržanog inženjerstva (CAE) omogućava se izgradnja virtualnog prototipa čime se smanjuje potreba za izgradnjom fizičkih prototipova u procesu razvoja novih proizvoda. [13]

#### 4.1. Izgradnja 3D modela

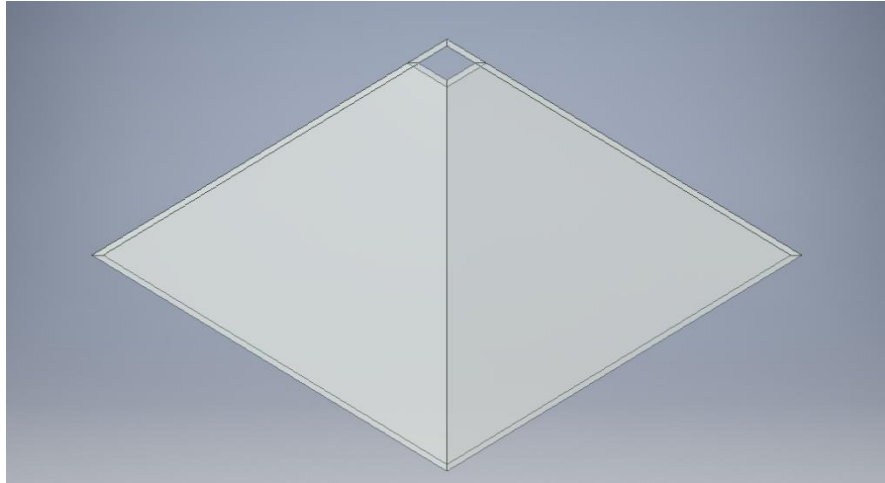
Prvi korak u izgradnji 3D modela je modeliranje tableta odnosno uređaja sa projiciranje slike kako bi kasnije bili u mogućnosti izraditi odgovarajuće kućište. U prvom koraku je potrebno uzeti precizne mjere tableta. Važno je da 3d model tableta geometrijom i dimenzijama odgovara tabletu koji će biti korišten jer će se na temelju dimenzija tableta oblikovati kućište hologramske piramide. U slučaju pogreške bilo kakva dodatna strojna obrada bi bila skupa i dovela bi do relativno velikih troškova izmjena konstrukcije.



**Slika 21.** Model tableta

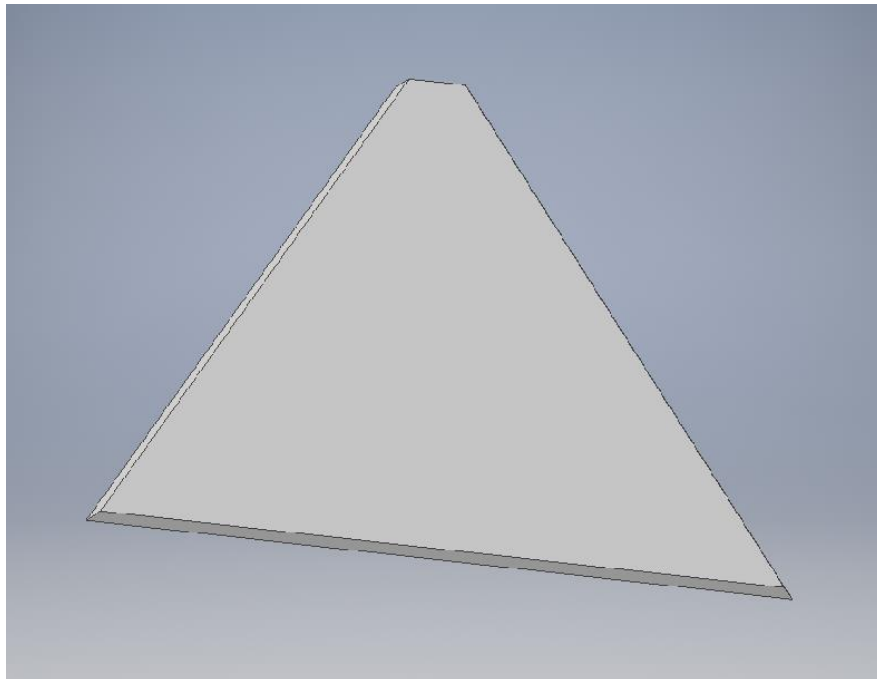
**Izvor:** Autor

Nakon izrađenog modela tableta slijedi izrada staklene piramide. U prvom koraku se određuju ključne dimenzije poput duljine donjih stranica koje moraju biti dimenzionirane na način da se slika sa ekrana tableta uspješno reproducira na stranice piramide. Veliku važnost ima i visina piramide koja utječe na upadni kut svjetlosnih zraka koje prenose sliku sa tableta, te je potrebno naći optimalni omjer između željene visine piramide i kuta nagiba stranica. Staklena piramida se radi na način da se prethodno iz ravnog stakla izrežu četiri jednake stranice piramide te se zatim iste primjenom specijalnog ljepila spajaju u svrhu dobivanja sklopa staklene piramide. Na isti način je rađen i 3d model. U suprotnom, postupak proizvodnje staklene piramide iz jednog komada bi bio skup i kompliciran.



**Slika 22.** Model piramide

**Izvor:** Autor

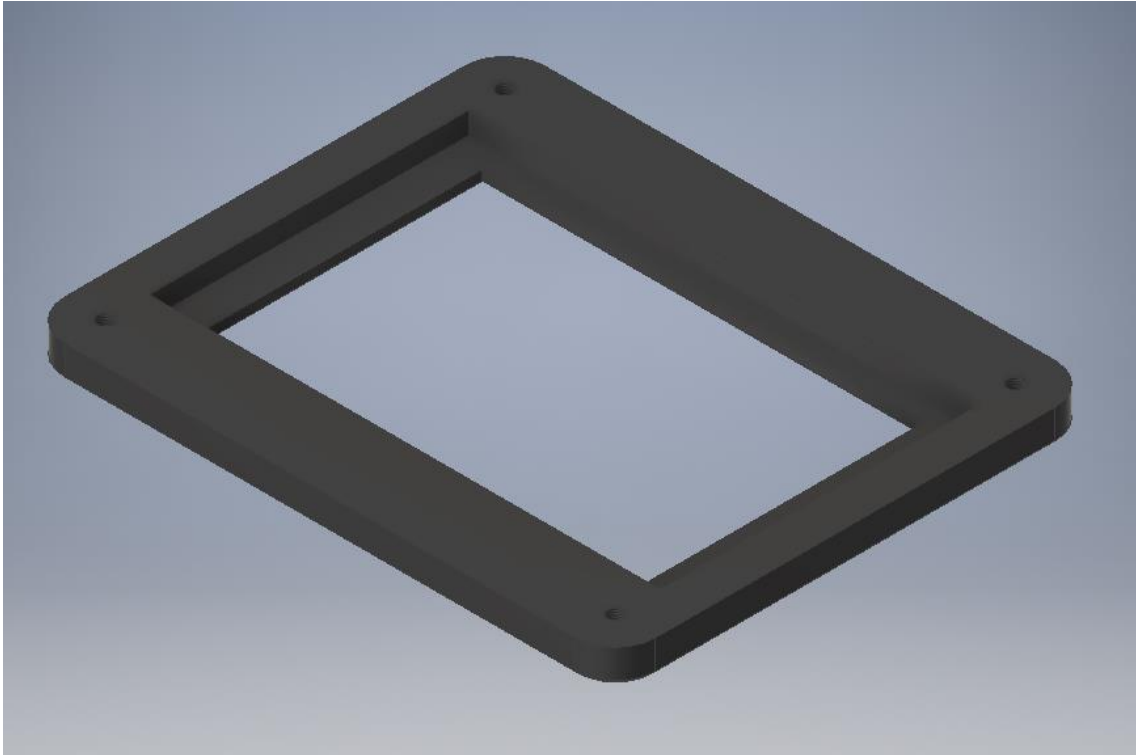


**Slika 23.** Model stranice piramide

**Izvor:** Autor

Na temelju modela tableta i staklene piramide izrađuje se kućište za njihovo nošenje. U prvom koraku izrađuje se kućište za tablet pri čemu se vodi računa da kućište odgovara dimenzijama tableta. Potrebno je predvidjeti da tablet lijepo legne u svoje postolje na način da nema dodirivanja rubova tableta sa stjenkama kućišta. Treba voditi računa da kompletna površina ekrana tableta nakon njegovog smještanja u kućište mora ostati slobodna za projiciranje slike jer bi u suprotnom moglo doći do toga da se dio animacije ne vidi.

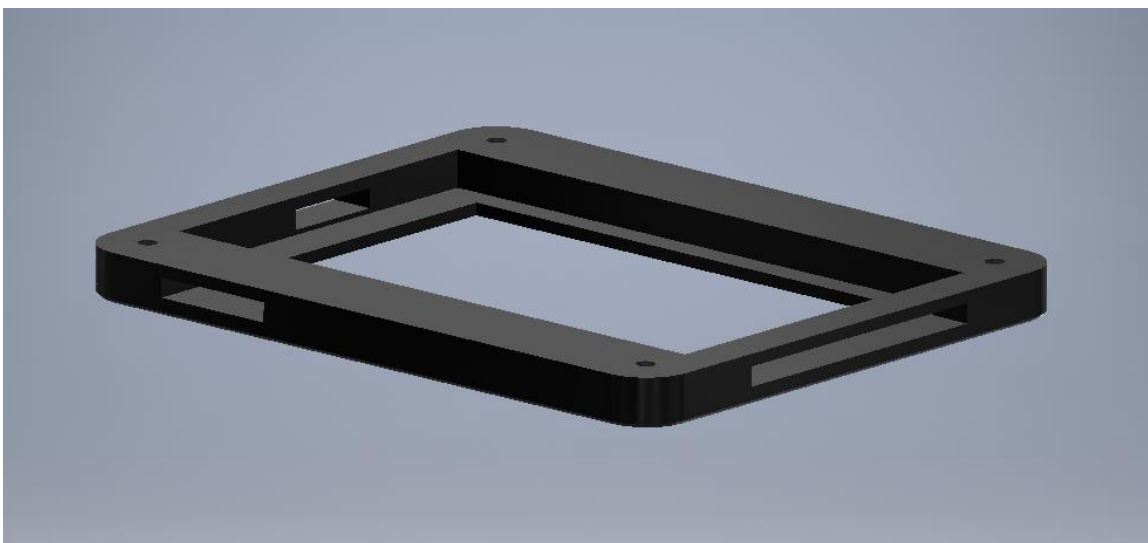




**Slika 24.** Model kućišta za tablet

**Izvor:** Autor

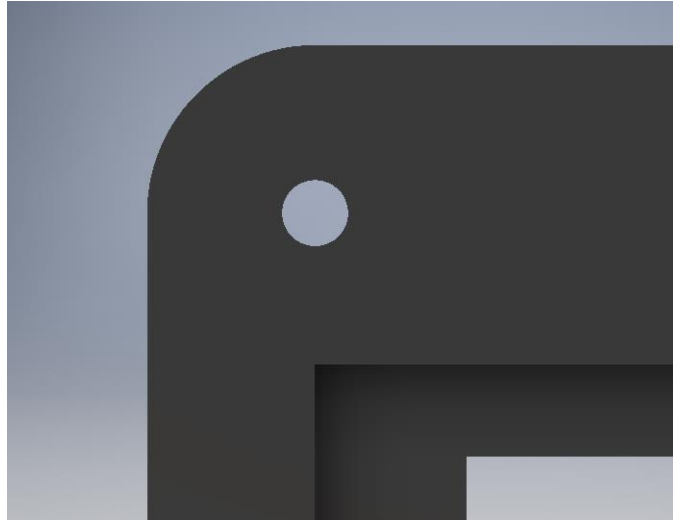
Sljedeća stvar koju je potrebno predvidjeti su otvorena mjesta na kućištu koja nam omogućavaju povezivanje tableta na punjač u slučaju da se isprazni baterija i povezivanje na zvučnike ukoliko je to potrebno. Otvori moraju biti takvi da ne ometaju kablovima ulazak u tablet a isto tako i da ne narušavaju previše estetski izgled kućišta.



**Slika 25.** Otvori na kućištu za tablet

**Izvor:** Autor

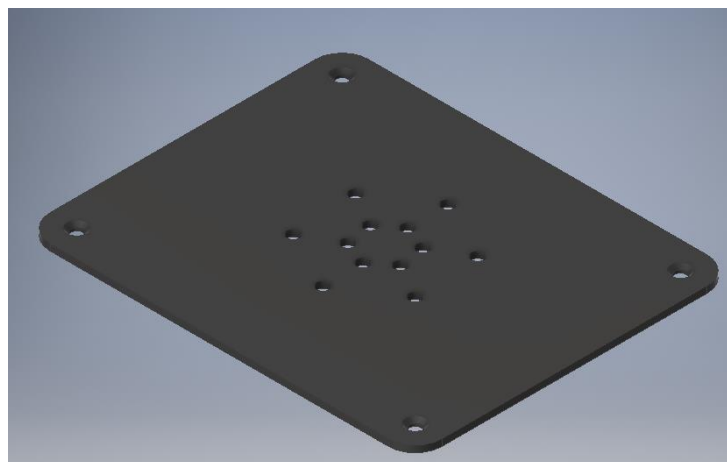
Zadnji korak izrade modela kućišta za tablet je izrada navojnih rupa. Navojne rupe su izvedene cijelom dužinom provrta kako bi se omogućila što lakša montaža konstrukcijskih dijelova (poklopca i nosača).



**Slika 26.** Navojne rupe na kućištu

**Izvor:** Autor

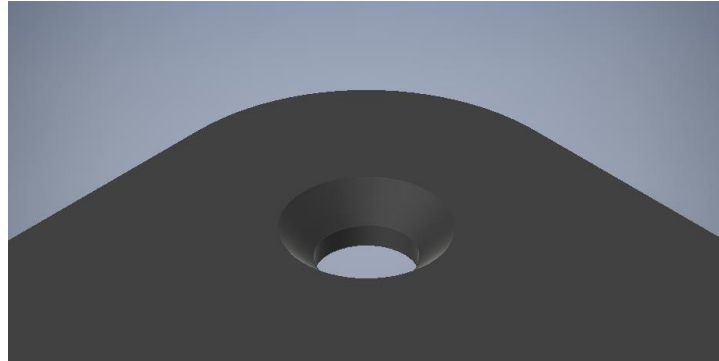
U sljedećem koraku se izrađuje poklopac kućišta za tablet. Poklopac se oblikuje u odnosu na prethodno izrađeni model kućišta. Zadaća poklopca je da zaštiti tablet od ispadanja prilikom prenošenja uređaja te da poboljša vizualni izgled proizvoda. Prilikom oblikovanja mora se uzeti u obzir hlađenje tableta odnosno adekvatno odvođenje topline sa uređaja za projiciranje slike. To je omogućeno izradom prolaznih rupa koje se nalaze na sredini poklopca.



**Slika 27.** Model poklopca kućišta

**Izvor:** Autor

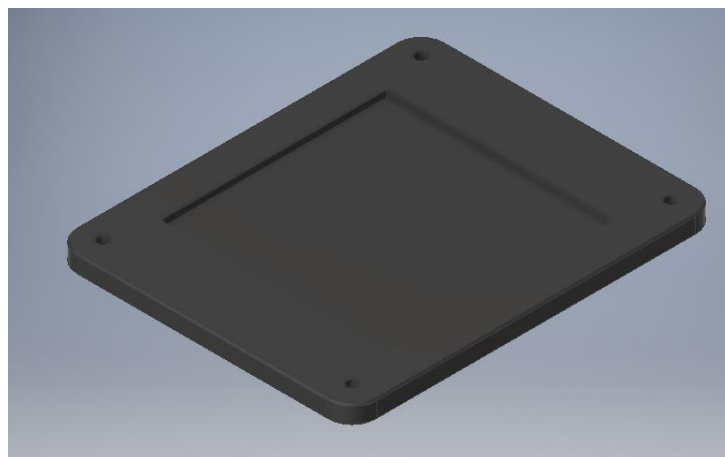
Kako bi se omogućila adekvatna montaža poklopca te poboljšao vizualni izgled konstrukcije na način da glava vijka ne bude izdignuta u odnosu na ravninu poklopca, izvode se prolazne rupe sa upuštanjem za glavu vijka.



**Slika 28.** Prolazne rupe sa upuštanjem na poklopcu

**Izvor:** Autor

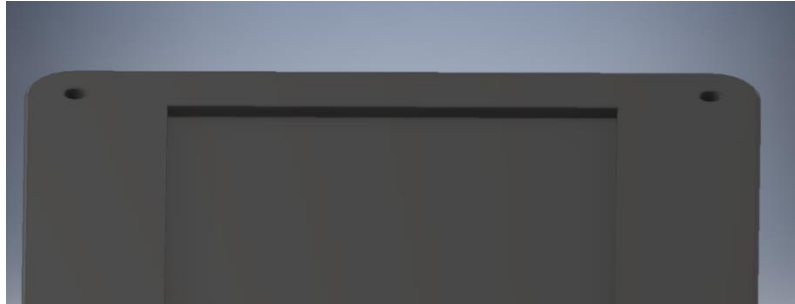
Nakon izrade modela kućišta za tablet i njegovog zaštitnog poklopca prelazi se na izradu postolja za piramidu. Postolje treba oblikovati na način da odgovara dimenzijama piramide kao i dimenzijama ostalih modeliranih dijelova. Debljina odnosno visina kućišta mora biti definirana na način da se omogući laka montaža nosača kućišta tableta, što se postiže izradom upuštenih prolaznih rupa. Dimenzije udubljenja na postolju moraju odgovarati dimenzijama staklene piramide tako da se onemogući pomicanje iste. Kako bi se omogućila montaža staklene piramide na postolje, dimenzije udubljenja su nešto veće od dimenzije same piramide. Nakon montaže će se spoj dodatno učvrstiti primjenom posebnog bezbojnog ljepila.



**Slika 29.** Postolje za piramidu

**Izvor:** Autor

Općenito, kod modeliranja svih dijelova treba uzeti u obzir visinu uređaja, odnosno udaljenost između postolja i nosača tableta. Visina staklene piramide mora biti tako definirana da se omogući najoptimalnija projekcija slike na stranice piramide.



**Slika 30.** Udubljenja za piramidu

**Izvor:** Autor

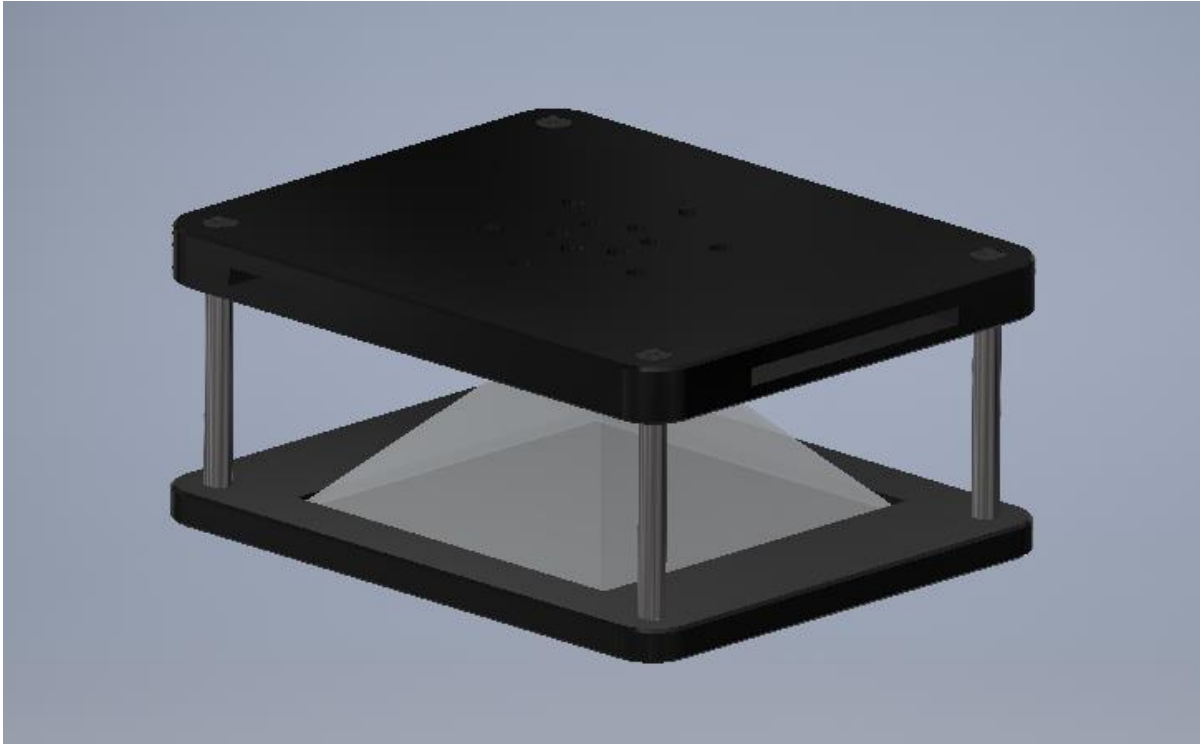
U zadnjem koraku se izrađuju potporni stupovi odnosno nosači kućišta tableta. S obzirom da se radi o relativno lakoj konstrukciji, dimenzije nosača nije potrebno posebno računati već se određuju na način da vizualno budu u skladu sa ostatkom uređaja. Nosači na svojim krajevima imaju izrađene navojne dijelove koji omogućavaju njihovo spajanje sa ostalim dijelovima konstrukcije. Spajanje na kućište za tablet vrši se pomoću navoja i navojne rupe dok se spajanje na postolje izvodi pomoću matice.



**Slika 31.** Potporni stupovi

**Izvor:** Autor

Na temelju prethodno prikazanih dijelova izrađuje se završni model sklopa hologramske piramide primjenom „*Assembly*“ modula unutar programskog sustava Autodesk Inventor. Izradom modela sklopa tehničkog proizvoda istovremeno se kontrolira geometrija te se vrši provjera da li svi dijelovi međusobno dosjedaju na željeni način. U slučaju da prilikom izrade modela dijelova dođe do pogreške program će nas upozoriti na pogrešku tako da istu možemo ispraviti.



**Slika 32.** Sklop hologramske piramide

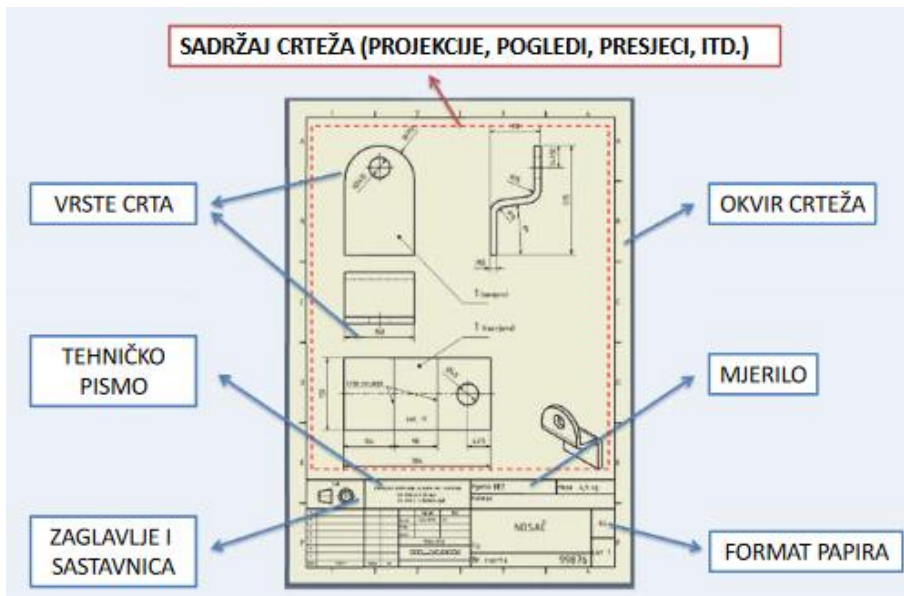
**Izvor:** Autor

#### **4.2. Izrada tehničkih crteža**

Tehničko crtanje temelj je tehničke pismenosti svakog inženjera ili tehničara pomoću kojega oni komuniciraju diljem svijeta. Izrada tehničkih crteža omogućava očuvanje ideja od zaborava. Da bi se omogućila nedvosmislena i jednoznačna komunikacija potrebno je da tehnički crtež bude izrađen po unaprijed definiranim pravilima i normama tehničkog dokumentiranja. Zadaća tehničkog crtanja je prikazati prostorno tijelo u ravnini crteža. U tome se koristimo načelima nacrtne geometrije u kombinaciji sa posebnim propisima.[13]

Na temelju dobivenih dimenzija iz treće faze procesa konstruiranja izrađuje se model hologramske piramide kako je opisano u poglavlju 4.1. Nakon izrade modela dijelova i

pripadajućeg modela sklopa, izrađuje se tehnička dokumentacija odnosno tehnički crteži primjenom „*Drawing*“ modula unutar programskog sustava Autodesk Inventor. Potrebno je voditi računa da oblikovanje crteža bude u što većoj mjeri u skladu sa definiranim pravilima i normama. U oblikovanje tehničkog crteža spadaju: sadržaj crteža (projekcije, pregledi, presjeci, itd.), vrste crta, tehničko pismo, zaglavlje i sastavnica, okvir crteža, mjerilo i format papira.



**Slika 33.** Primjer sadržaja tehničkog crteža

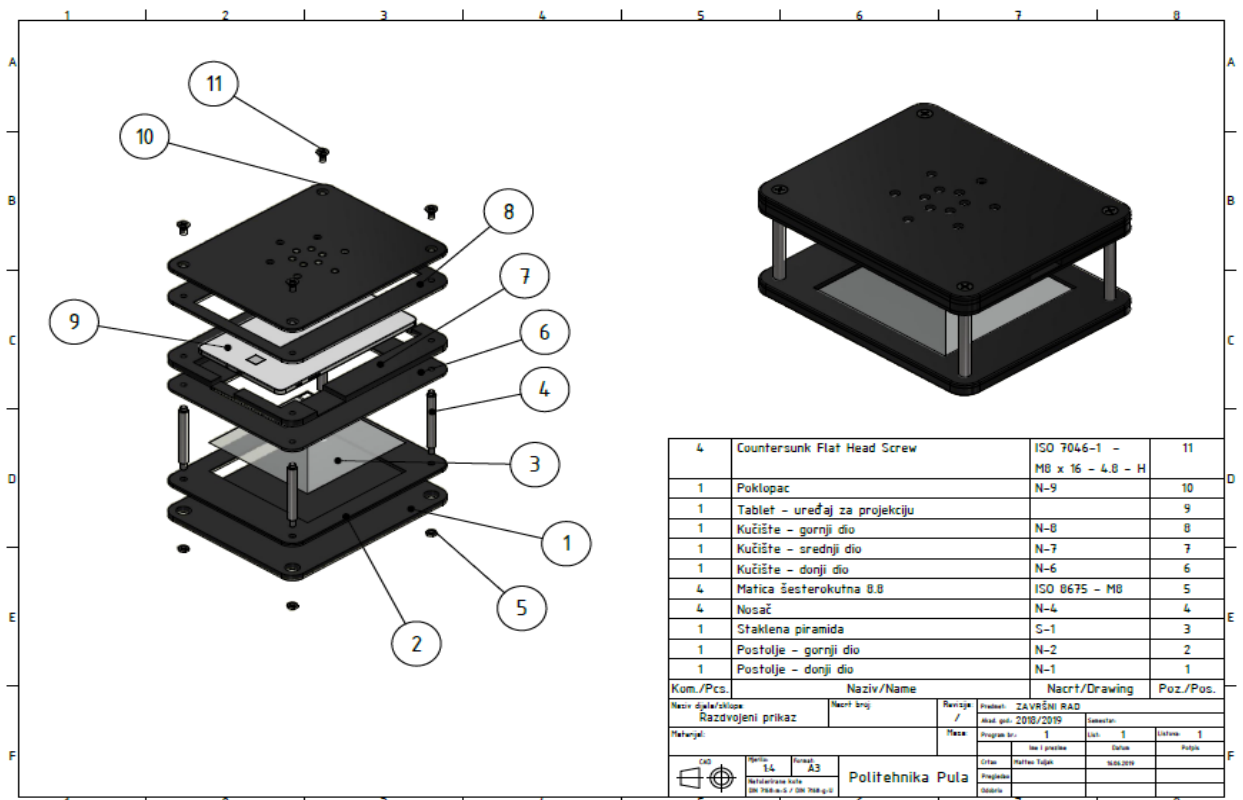
**Izvor:** Konstrukcije - nastavni materijal – Istarsko veleučilište

Veliku pažnju treba posvetiti samom sadržaju crteža odnosno rasporedu projekcija, načinu prikazivanja predmeta, pogleda i presjeka. Tehnički crtež treba jednoznačno i nedvosmisleno definirati oblik, izmjere, način izrade predmeta, površinsku obradu, materijal, tolerancije izmjera, tolerancije oblika i položaja te sve ostale bitne karakteristike za proizvodnju.

Programski sustav Autodesk Inventor značajno olakšava izradu tehničkih crteža činjenicom da automatski na temelju prethodno kreiranih 3d modela dijelova i sklopova automatski kreira željene projekcije (ortogonalne i aksonometrijske). [13]

#### 4.2.1. Sklopni crtež

U konkretnom slučaju, crtež sklopa hologramske piramide je izrađen na način da je korištena izometrijska projekcija. Na crtežu se nalaze dvije izometrijske projekcije. Prva prikazuje rastavljeni sklop, a druga sklop nakon njegova sastavljanja. Time se povećava jasnoća prikaza i olakšava rad osobe koja će sklop sastavljati. Na crtežu su označene pozicije pojedinih dijelova a u sastavnici se za svaki dio nalazi informacija o količini, nazivu dijela, te broju nacrti ili standarda.

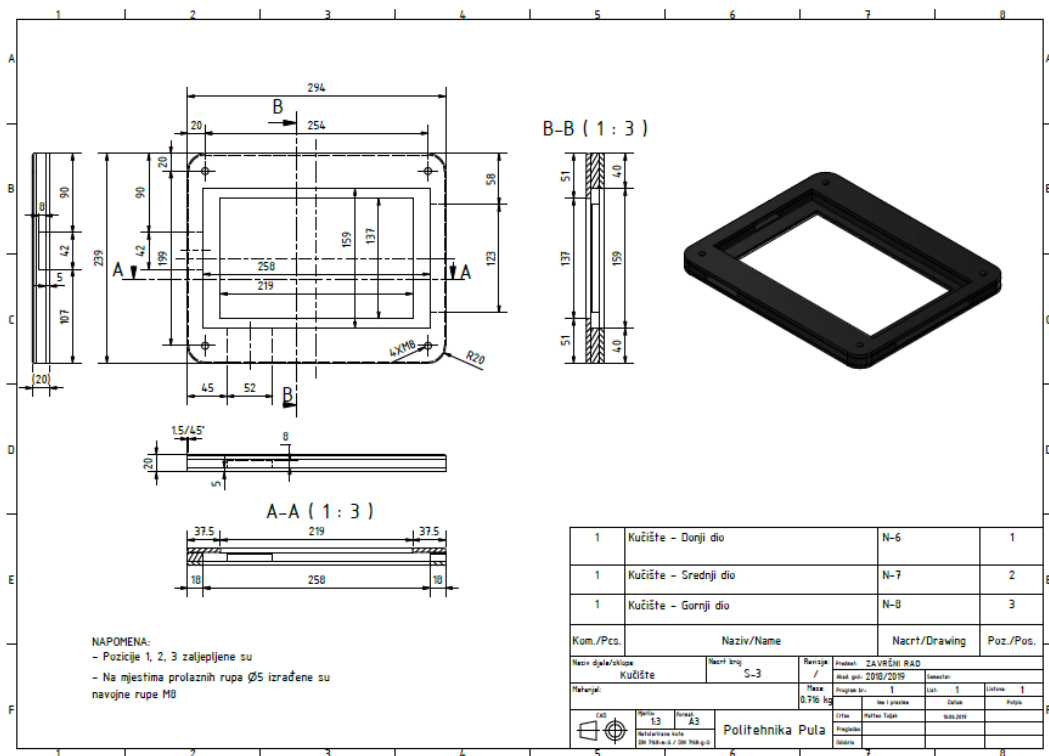


Slika 34. Primjer sklopnog crteža

Izvor: Autor

## 4.2.2. Radionički crteži

Radionički crteži se izrađuju upotrebom ortogonalnih projekcija. U najvećem broju slučajeva su dovoljne tri glavne ravnine projiciranja, a to su nacrt, tlocrt i bokocrt. Veliku pažnju treba posvetiti samom sadržaju crteža odnosno načinu prikazivanja predmeta, pravilnom odabiru i rasporedu projekcija, pogleda, presjeka itd. Na svakoj od projekcija su precizno prikazani dijelovi sa definiranim izmjerama. Prilikom kotiranja treba voditi računa da se iste značajke predmeta ne kotiraju više puta, te da kote budu ravnomjerno raspoređene po projekcijama. Time se postiže pregledniji i lako čitljiv nacrt. Ukoliko je moguće predmete na crtežu je poželjno crtati u mjerilu 1:1, koje se mijenja ovisno o veličini predmeta, formatu tehničkog crteža i složenosti predmeta. Definirano mjerilo treba omogućiti jasan prikaz i dobru čitljivost tehničkog crteža. Crtež može imati jedno glavno mjerilo za generalnu predodžbu predmeta dok pojedini detalji, presjeci i pregledi mogu biti prikazani u nekom drugom mjerilu koje mora biti označeno iznad prikaza. Zaglavlje i sastavnica se uobičajeno crtaju u donjem desnom kutu crteža. Zaglavlje služi za upisivanje osnovnih podataka potrebnih za identifikaciju i primjenu crteža. Sastavnica se crta iznad zaglavlja no ukoliko ovdje nema dovoljno mjesta tada se može crtati i na nekom drugom dijelu crteža. [13]



Slika 35. Primjer radioničkog crteža

Izvor: Autor



### 4.3. Prilagodba modela proizvodnom pogonu

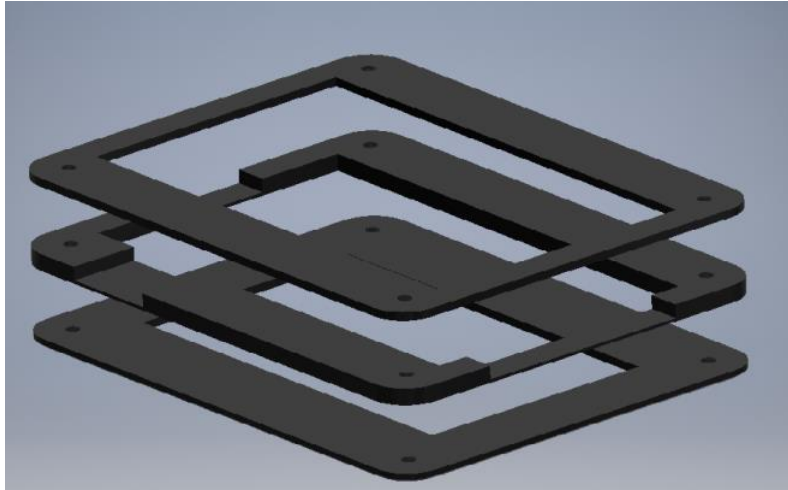
Nakon izrade 3D modela i tehničkih crteža, čime je završen proces konstruiranja, kreće se u postupak izrade odnosno proizvodnje. Cilj je hologramsku piramidu izraditi uz što manje troškove te da se svi dijelovi izrade u poduzećima koja se nalaze na području Istarske županije.

S obzirom da bi cijena izrade kućišta tableta i postolja piramide premašila prethodno definirane troškove proizvodnje u slučaju da se izrađuju od tvrde plastike obradom odvajanjem čestica odnosno da se izrađuju iz jednog komada, pristupilo se alternativnom rješenju koje uključuje izradu navedenih elemenata iz više slojeva, primjenom tehnološkog postupka laserskog rezanja pleksiglasa. Međutim, ovo uključuje određene izmjene u tehničkoj dokumentaciji odnosno modelu. Dijelovi koje je potrebno prilagodit za izradu iz više slojeva su gornje kućište za tablet te donje postolje za piramidu.

Imajući u vidu gore navedeno izvršena je korekcija modela i tehničkih crteža na način da su kućište za tablet i postolje piramide izrađeni iz više zasebnih dijelova odnosno slojeva koji će se nakon izrade međusobno zalijepiti. Mjesta na kojima se konstrukcija odnosno model odvaja su područja na kojima postoji prijelaz iz jedne debljine stijenke u drugu ili dio konstrukcije koji ima bočne rupe.

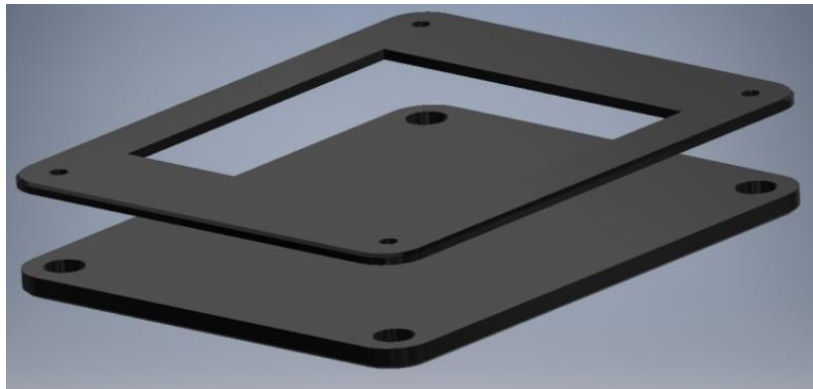
Model kućišta za tablet je potrebno odvojiti na tri dijela odnosno na donji dio kućišta koji se sastoji od ploče sa prolaznim provrtima i pravokutnom otvorom kroz koji se projicira slika sa tableta, središnji dio kućišta kod kojeg se nalaze prolazni provrti i bočni utori kroz koje prolaze razni kablovi povezani na tablet, te gornji dio kućišta koji se sastoji od ploče sa prolaznim provrtima i otvorom. Naknadno, nakon postupka lijepljenja će se na pozicijama prolaznih provrta izraditi navojne rupe kako je prvotno bilo previđeno.

Postolje za piramidu odvojeno je na dva dijela, donji dio postolja koji ima četiri provrta promjera 20mm, te gornji dio postolja koji ima kvadratni otvor te provrte promjera 9mm.



**Slika 36.** Odvojeni prikaz kućišta za tablet

**Izvor:** Autor



**Slika 37.** Odvojeni prikaz postolja piramide

**Izvor:** Autor

## 5. ANIMACIJA PROJEKCIJE

Kako bi započeli sa izradom animacije bilo je prvo potrebno pronaći adekvatnu sliku, u našem slučaju je to logo Politehnike Pula. Nakon pronalaska loga, animacija se izrađivala u nekoliko koraka. Za izradu animacije su korišteni sljedeći programi: Adobe Photoshop, Autodesk 3ds Max, te Adobe Premiere Pro.

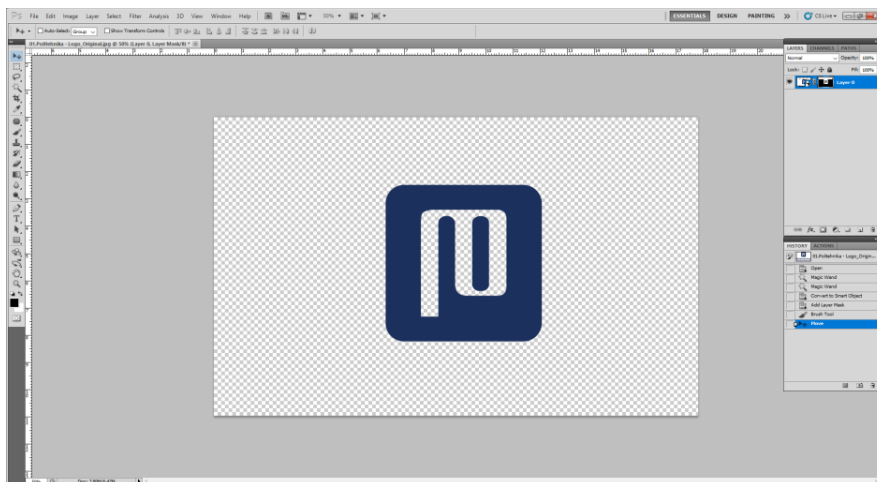


**Politehnika Pula**  
Visoka tehničko-poslovna škola

**Slika 38.** Logo fakulteta

**Izvor:** [http://politehnika-pula.hr/preddiplomski\\_studij](http://politehnika-pula.hr/preddiplomski_studij)

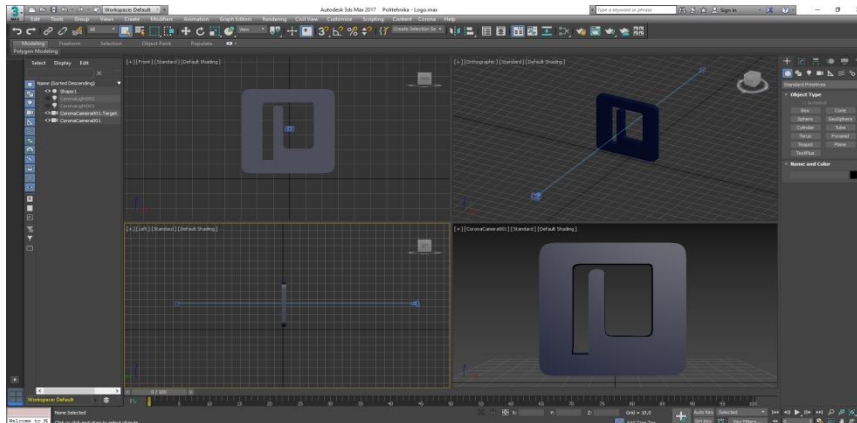
U prvom koraku je bilo potrebno logo Politehnike Pula (slika 38.) izmijeniti u programu Adobe Photoshop na način da se sa slike ukloni bijela pozadina. Uklonivši bijelu pozadinu dobivena je čista slika loga pomoću kojeg smo zatim mogli krenuti u izradu 3D animiranog prikaza.



**Slika 39.** Logo bez bijele pozadine

**Izvor:** Autor

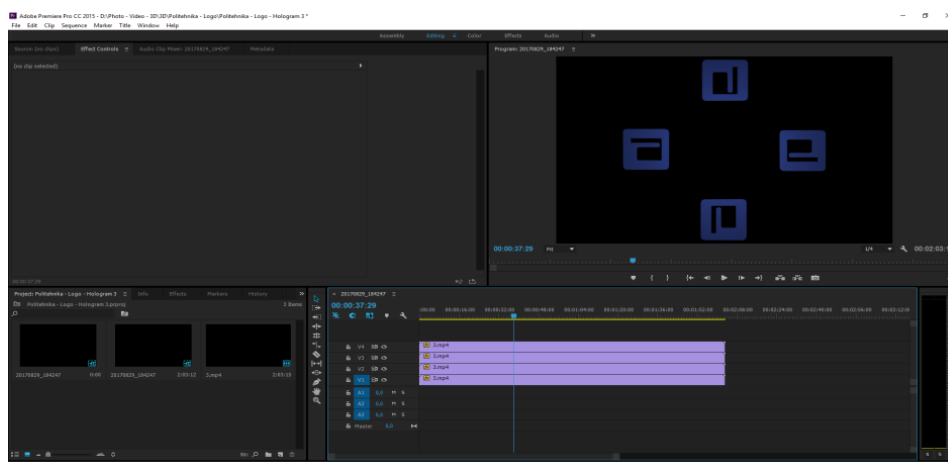
Za izradu animacije je korišten program Autodesk 3ds Max pomoću kojega je moguće 2D nepomičnu sliku pretvoriti u 3D animirani prikaz. Kao animacija korištena je rotacija loga oko njegove osi.



**Slika 40.** Izrada animiranog prikaza

Izvor: Autor

U zadnjem koraku se pomoću programa Adobe Premiere Pro prethodno izrađena animacija doraduje na način da se projekcijom iste na staklenu piramidu dobije efekt hologamskog prikaza. Animacija sa slike 40 se multiplicira na sve četiri strane uređaja te se na taj način prilikom promatranja stvara efekt holograma. Kako bi prilikom promatranja imali uspravnu sliku na staklenoj piramidi bilo je potrebno tu istu 3D animaciju preokrenuti na ekranu od uređaja.



**Slika 41.** Izrada hologamskog prikaza

Izvor: Autor

Na kraju se pripremljena animacija pohranjuje u mp4 zapisu kako bi ju uređaj mogao prepoznati.

## 6. DALJINSKO UPRAVLJANJE UREĐAJEM

Upravljanje uređajem za projekciju slike (tabletom) je veoma otežano iz razloga što se ono nalazi u zatvorenom kućištu. U slučaju potrebe za bilo kojom vrstom upravljanja kao što je promjena animirane slike, povećanje osvjetljenja itd. bili bi prisiljeni vaditi uređaj iz predviđenog kućišta te nakon toga ponovo ga vraćati u isto. Iz tog razloga bilo je potrebno pronaći aplikaciju koja bi omogućila njegovo spajanje i upravljanje pomoću drugog uređaja.

Aplikacija koja omogućava sve navedeno naziva se „*TeamViewer*“ „*TeamViewer*“ omogućava jednostavan, brz i efikasan daljinski pristup drugom uređaju tako što pruža dijeljenje zaslona i potpuno daljinsko upravljanje, prijenos datoteka u oba smjera, te prijenos zvuka i HD videozapisa u stvarnom vremenu.

Da bi se dijeljenje zaslona i njegovo upravljanje omogućilo bilo je potrebno da se aplikacija instalira na oba uređaja tj. na uređaj zadužen za projekciju slike te na bilo koji drugi uređaj preko kojega se upravlja. Sljedeći korak bio je taj da se instaliraju još dvije aplikacije istog razvojnog programera a to su „*Team Viewer Quick Support*“ koji omogućava uparivanje dva mobilna uređaja te „*Add-On: Samsung*“ koji omogućava uređajima marke Samsung dijeljenje zaslona. Nakon instalacije svih potrebnih aplikacija na oba uređaja potrebno je da se oni prepoznaju i spoje, a to se radi na način da se sa jednog uređaja na drugi pošalje sigurnosni kod koji se zatim upisuje u drugi uređaj te se tako ostvaruje dozvola o njihovom uparivanju i upravljanju. Način spajanja je korištenje mobilnih podataka ili wifi mreže.



**Slika 42.** Primjer načina upravljanja uređajem

**Izvor:** Autor

## 7. TROŠKOVNIK

U tablici 5 su prikazani ukupni troškovi izrade hologramske piramide opisane u ovome radu. U tablici nisu uključeni troškovi razvoja odnosno vrijeme koje je bilo potrebno za izradu kompletne konstrukcijske dokumentacije.

Redni br.	Naziv	Jedinična cijena	Količina	Ukupno
1	Pleksiglas ( materijal, rezanje )	850 kn	1 kom.	850 kn
2	Staklena piramida ( materijal, rezanje )	350 kn	1 kom.	350 kn
3	Nosač	30 kn	4 kom.	120 kn
4	Matica šesterokutna	0.50 kn	4 kom.	2 kn
5	Tablet	1500 kn	1 kom.	1500 kn
6	Vijak	2 kn	4 kom.	8 kn
				<b><math>\Sigma = 2830\text{kn}</math></b>

**Tablica 5.** Troškovnik

**Izvor:** Izradio autor

## 8. ZAKLJUČAK

Prilikom izrade završnog rada na primjeru hologramske piramide prikazan je proces konstruiranja. Kako bi uspješno konstruirali hologramsku piramidu potrebno je proći kroz sve faze procesa konstruiranja, a to su: razrješavanje zadatka, koncipiranje, projektiranje i konstrukcijska razrada.

U procesu razvoja novog proizvoda veliku pažnju treba obratiti na zahtjeve pri konstruiranju odnosno na zahtjeve kojima buduća tehnička tvorevina mora u što većoj mjeri udovoljavati. Pod te zahtjeve podrazumijevamo tehničke zahtjeve (funkcionalna i tehnološka ispravnost), zahtjeve ekonomičnosti i zahtjeve tržišta. U opisanom primjeru razvoja hologramske piramide od najveće su važnosti bili zahtjevi za tehnološkom ispravnošću, te zahtjevi ekonomičnosti koju su veoma bitni za smanjenje troškova izrade te povećanje konkurentnosti na tržištu.

Hologramska piramida izrađena je prema opisanoj tehničkoj dokumentaciji upotrebom radioničkih crteža i odabranim tehnološkim postupcima izrade. Svi sastavni dijelovi konstrukcije odgovaraju dimenzijskim karakteristikama i specifikaciji materijala navedenih u radu.

Cijeli proces konstruiranja izrađen je prema preporukama unutar literature te pomoću usvojenog znanja za vrijeme školovanja. Vidljivo je da smo u mogućnosti prilikom završetka školovanja implementirati usvojena teorijska i praktična znanja unutar procesa konstruiranja te na taj način stvoriti proizvod koji svojim karakteristikama i dizajnom može konkurirati onima na tržištu.

## LITERATURA

- [1] <https://www.holofiction.hr/hr/tvrtka/vijesti/%C5%A1to-je-to-hologram.html>
- [2] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Holografija>
- [3] [http://www.hlhologram.com/Uses\\_of\\_hologram.html](http://www.hlhologram.com/Uses_of_hologram.html)
- [4] <http://theconversation.com/five-surprising-ways-holograms-are-revolutionising-the-world-77886>
- [5] <https://www.integraf.com/resources/articles/a-medical-applications-of-holography>
- [6] <https://www.clean-rooms.org/what-can-we-expect-from-hologram-technology-in-the-future/>
- [7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Security\\_hologram](https://en.wikipedia.org/wiki/Security_hologram)
- [8] <http://www.apecper.com/content/articles/rca2002/>
- [9] <https://www.kickstarter.com/projects/2112361525/hologram-pyramid-hd-for-smartphones-and-tablets-ga>
- [10] [https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958\\_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41](https://www.aliexpress.com/store/product/22-Holocube-3D-Holographic-Display-One-Sided-3D-Hologram-Showcase/534958_32610295975.html?spm=2114.12010612.8148356.17.7e9663b0KiGE41)
- [11] <http://www.smaxscreen.com/Full-HD-270-3D-Holographic-Pyramid-Display-Showcase-Hologram-Box-pd6187300.html>
- [12] <https://hplustech.com/pages/holus-design>
- [13] Konstrukcije – Nastavni materijali – Istarsko veleučilište
- [14] <https://www.geoinova.com/index.php/you/programi/autodesk-inventor>
- [15] <https://www.dmnews.com/agencies/blog/13042200/3d-marketing-with-holograms>
- [16] <https://core.ac.uk/download/pdf/61523884.pdf>
- [17] Križan, B.: Osnove proračuna i oblikovanja konstrukcijskih elemenata, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
- [18] Richardson, M.: The Hologram Principles and Techniques, 2018 John Wiley & Sons Ltd
- [19] <http://www.holomall.comSilver%20Color%20Hologram%20Label%2046.htm>
- [20] <https://www.ologrammi.com/en-GB/products/holograms-barcode-qr-code/>



## POPIS SLIKA

- Slika 1. Raspršenje svjetlosti kod prijenosnih holograma
- Slika 2. Rad refleksijskog holograma
- Slika 3. Rad rubno osvjetljenog holograma
- Slika 4. Pregled rubnog osvjetljenja Fresnelov-og i Fraunhoferov-og holograma
- Slika 5. Rad Display holograma
- Slika 6. Sigurnosni hologram
- Slika 7. Hologrami u vojnom mapiranju
- Slika 8. Primjena tehnologije holograma u skladištenju informacija
- Slika 9. Hologrami u svrhu marketinga
- Slika 10. Uporaba holograma u medicini
- Slika 11. Sigurnosni QR kod
- Slika 12. Hologrami u umjetnosti
- Slika 13. Korištenje holograma u arhitekturi
- Slika 14. Primjena holograma u školovanju
- Slika 15. Holapex Hologram Pyramid
- Slika 16. SMAXSCREEN Holographic Pyramid
- Slika 17. Holocube
- Slika 18. Holux
- Slika 19. Simultano inženjerstvo
- Slika 20. Odnos cijene i tehničkog savršenstva
- Slika 21. Model tableta
- Slika 22. Model piramide
- Slika 23. Model stranice piramide
- Slika 24. Model kućišta za tablet
- Slika 25. Otvori na kućištu za tablet
- Slika 26. Navojne rupe na kućištu
- Slika 27. Model poklopca kućišta
- Slika 28. Prolazne rupe sa upuštanjem na poklopcu
- Slika 29. Udubljenja za piramidu
- Slika 30. Potporni stupovi
- Slika 31. Potpuni sklop buduće konstrukcije
- Slika 32. Sklop hologramske piramide

- Slika 33. Primjer radioničkog crteža
- Slika 34. Primjer udubljenja na postolju piramide
- Slika 35. Primjer udubljenja na kućištu za tablet
- Slika 36. Odvojeni prikaz kućišta za tablet
- Slika 37. Odvojeni prikaz postolja piramide
- Slika 38. Logo fakulteta
- Slika 39. Logo bez bijele pozadine
- Slika 40. Izrada animiranog prikaza
- Slika 41. Izrada hologramskog prikaza
- Slika 42. Primjer načina upravljanja uređajem

## **POPIS TABLICA**

- Tablica 1. Holapex Hologram Pyramid HD
- Tablica 2. SMAXSCREEN Holographic Pyramid 3D Display Showcase
- Tablica 3. Holocube
- Tablica 4. H+Techonology – Holus

## **PRILOG**

Sklopni nacrti:

1. S – 0 Razdvojeni prikaz
2. S – 1 Staklena piramida
3. S – 2 Postolje piramide
4. S – 3 Kučište

Radionički nacrti:

1. N – 1 Postolje donji dio
2. N – 2 Postolje gornji dio
3. N – 3 Stranica piramide
4. N – 4 Nosač
5. N – 5 Kučište – donji dio
6. N – 6 Kučište – srednji dio
7. N – 7 Kučište – gornji dio
8. N – 8 Poklopac