

Sveučilište u Zagrebu  
Arhitektonski fakultet

Helena Bajsić  
Nina Barać  
Dora Bogut  
Krešimir Borošak  
Noel Bucul  
Matija Ceganec  
Karlo Lauc  
Nina Milina  
Mirta Moravec  
Petra Ojvan  
Sara Pelc  
Mirna Pezerović  
Matea Pinjušić  
Matija Pogorilić  
Marin Ponjević  
Tin Vukušić

**Spekulacije o materijalu**

Zagreb, 2022. godina

Ovaj rad izrađen je u okviru redovnog kolegija *Istraživanja, seminari, projekti – arhitektonske konstrukcije* na III. semestru Diplomskog studija pod vodstvom doc art. Zorane Protić i asis. Hrvoja Spudića i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2021. / 2022.



## Sadržaj rada:

01	Uvod
02	Ciljevi rada
03	Plan rada
06	Rezultati
18	Rasprava
19	Zaključci
29	Sažetak
30	Summary

Prilog:

cjeloviti repozitorij istraživanja pod nazivom Spekulacije o materijalu (knjiga)

## Uvod

Istraživanje *Spekulacije o materijalu* je provedeno u okviru redovnog kolegija *Istraživanje, seminari, projekti – arhitektonske konstrukcije* na III. semestru Diplomskog studija. Okosnicu kolegija činila je usredotočenost na materijale i njihove specifične fenomene.

Materijal promatramo dvojako: kao strukturnu građu i kao projektni alat. Istražujemo ga studijski, empirijski i spekulativno, kao mogući gradivni element, ali i kao dio kulturnih (među)odnosa, usmjeravanjem pažnje na porijeklo materijala, kontekst i njegova svojstva. Na pragu novog tehnološkog razdoblja čini se važno ponovo usmjeriti pažnju na fizički svijet koji nas okružuje. Služeći se postojećim znanjima, elementarnim vještinama i jednostavnim tehnikama, okosnicu kolegija čini potraga, istraživanje i izrada vlastitih uzoraka različitih kompozita.

Važan dio istraživanja činili su susreti s arhitektima / umjetnicima / istraživačima kojima materijal čini esenciju njihovog djelovanja. Pa su tako ostvareni posjeti maketarskoj radionici pod vodstvom Dujma Inavniševića i Silvije Laković (KoFAKTOR), umjetničkom ateljeu kipara Nevena Bilića, te umjetničkom kolektivu Atelijeri Žitnjak.

Rad na kolegiju se odvijao kroz tri usporedne teorijsko praktične metodološke linije: istraživanje, eksperiment i spekulaciju. Repozitorij istraživanja izložen je i u živo prezentiran na izložbi *Spekulacije o materijalu* na podestu drugog kata Arhitektonskog fakulteta tijekom veljače 2022. godine te na taj način diseminirao pojedinačne uvide kao zajednički mogući drukčiji pristup materijalnosti prostora.

## Ciljevi rada

Istraživanje se bavi specifičnostima i prostornim potencijalom materijala, čiji je cilj otvoriti i razviti drukčiji pogled na normiranu [s]tvarnost i način kako koristimo materijale, tehnike i tehnologije. Istraživanje nema tendenciju iznalaženja novih modela građenja, već ispitati mogućnosti svega postojećeg, osnažujući konceptualna promišljanja na polju materijalnosti i tehnologija. Povezujući apstraktne pojmove sa stvarnim i materijalnim, cilj istraživanja je senzibiliziranje drugih za uočavanje prikrivenih potencijala izgrađenog prostora, preispitivanje postojećih načina fizičkog djelovanja unutar prostorne prakse te proširivanje vlastitog polja interesa. Ono čini korak u razumijevanju i pronalaženju alternativa unutar sadašnjeg sustava, ali i razmišljanju o potencijalnoj drugačijoj budućnosti.

## Plan rada

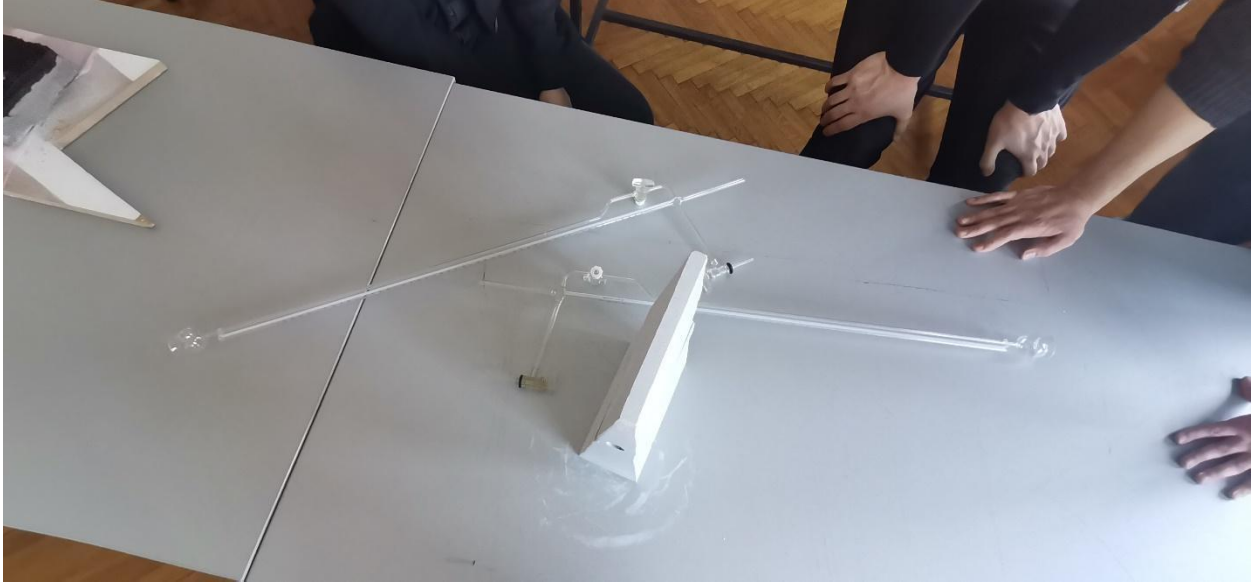
Bavimo se materijalnim fenomenima kroz tri usporedne linije: istraživanje, eksperiment i spekulaciju. Rad tijekom semestra nije linearan, već se pojedini segmenti istraživanja međusobno preklapaju, pojačavaju i sažimaju.

*Istraživački pristup* podrazumijeva postavljanje teorijskog okvira teme, studiranje primjera suvremenih prostornih praksi, uvide u druga znanstvena i umjetnička područja, prikupljanje specifičnih tehničkih znanja, terensko istraživanje, uz dokumentiranje cjelovitog procesa rada.

*Eksperimentalni pristup* čini praktični rad na nizu uzoraka i radnih modela, uz primjenu dostupnih alata, jednostavnih tehnika i elementarnih vještina. Ovakav fizički pristup prenosi vizualne i opipljive aspekte materijala, razotkrivajući proces njihove izrade i porijeklo sirovina. Dok zanatski rad ima za cilj stvaranje gotovog proizvoda, cilj eksperimentalnog pristupa je stvaranje novih znanja s nepredvidivim, nepreciznim, neizvjestnim ishodom.

*Spekulativni pristup* preispituje postojeće modele građenja i predlaže alternative kako u sadašnjosti tako i u bliskoj budućnosti. Spekulacija čini narativni okvir moguće primjene istraženog materijala na postojećim zgradama ili njegovo korištenje u scenarijima koji još nisu izgađeni.

Važan dio ovog istraživanja čini posjet i razgovor s osobama kojima materijali čine esenciju djelovanja. Osim pojedinačnih portaga za takvim iskustvom, organiziran je zajednički obilazak maketarske radionice na studiju Dizajna i razgovor s arhitektima iz studija KoFAKTOR, Dujmom Ivaniševićem i Silvijom Laković, radni dan u prostorima umjetničkog kolektiva Atelijera Žitnjak uz vodstvo Bojana Krištofića, posjet izložbi Branimira Štivića, te posjet umjetničkom studiju i razgovor s kiparom Nevenom Bilićem.





## Rezultati

Primjenom primarnih istraživačkih vještina prikupljanja, dokumentiranja, analize, eksperimentiranja, interpretacije i sinteze dobivenih informacija, studenti stvaraju nove uvide koji im omogućuju uvjerljive tehničke interpretacije i drukčije pristupe građenju. Rezultati istraživanja Spekulacije o materijalu čini 11 različitih uvida u materijale i njihove fenomene:

Helena Bajsić, Krešimir Borošak, Matija Pogorilić  
**beton**

Nina Barać Karlo Lauc  
**otisak / erozija**

Mirna Pezerović  
**(bio)razgradivo**

Tin Vukušić  
**vosak**

Matija Cepanec  
**papir**

Dora Bogut  
**celuloza**

Noel Bucul  
**zvuk**

Mirta Moravec Matea Pinjušić  
**tkanje**

Petra Ojvan Sara Pelc  
**žbuka**

Marin Ponjević  
**sol**

Nina Milina Marin Ponjević  
**zemlja**

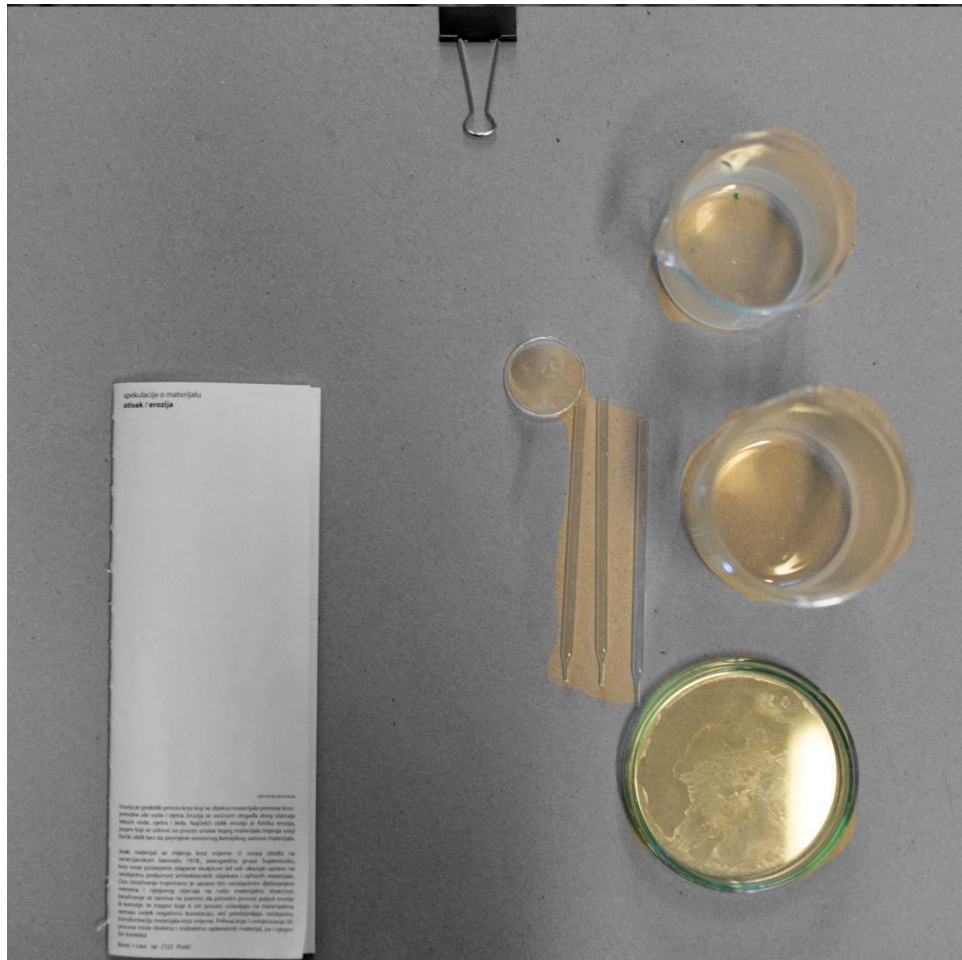




## Beton

*Pristupajući betonu kao artificijelnom kamenu koji omogućuje djelomično slobodu ekspresivnosti forme, istraživanje traži nove odgovore na stara pitanja o prirodi materijala te kako utjecati na njegovu genezu redizajnirajući proces tvorbe i primjene ovog materijala. Isprva tekuć i metamorfozan, a kasnije svjedok prolaznosti vremena, beton se istražuje tisućama godina, a kroz vrijeme neke su davne ideje ostale zaboravljene. U ovom semestru bavimo se betonom bez predrasuda i suzdržanosti današnjice.*





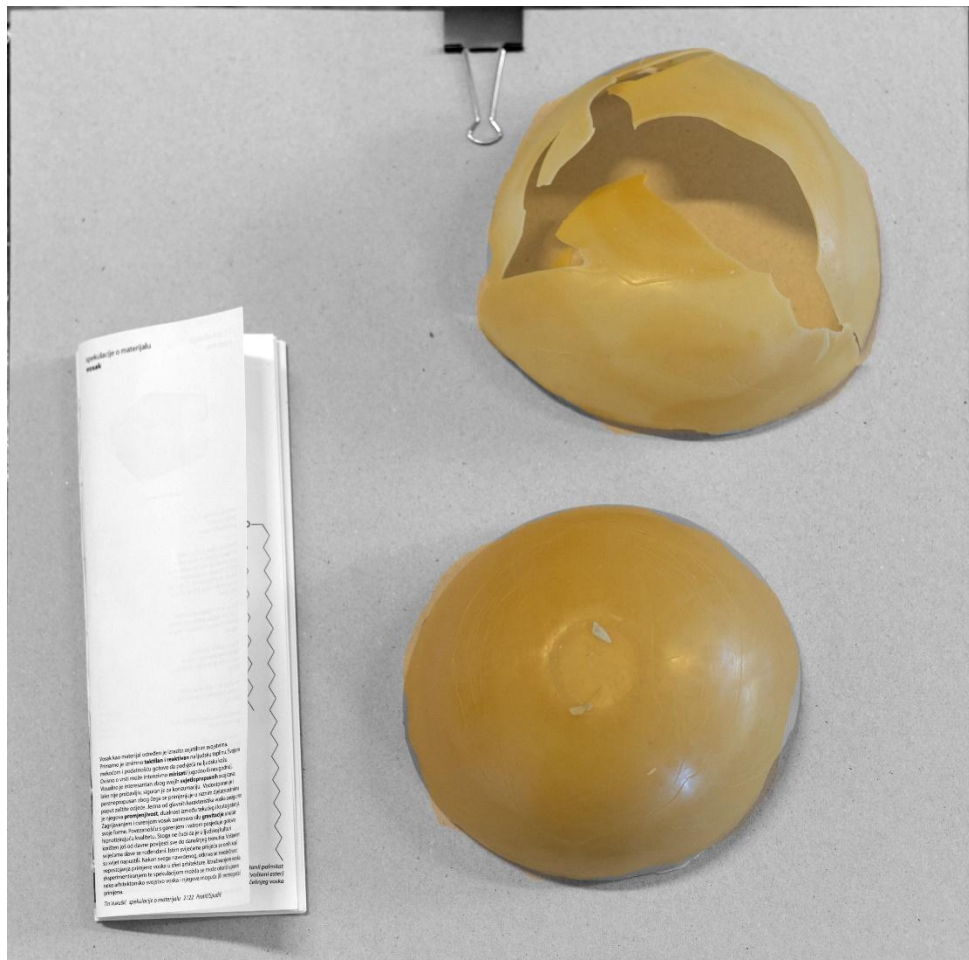
## Otisak / erozija

*Ovo istraživanje inspirirano je upravo tim neizbježnim djelovanjem vremena i njegovog utjecaja na našu materijalnu stvarnost. Istraživanje se zasniva na premisi da prirodni procesi poput erozije ili korozije, te tragovi koje ti isti procesi ostavljaju na materijalima nemaju uvijek negativnu konotaciju, već predstavljaju neizbježnu transformaciju materijala kroz vrijeme. Prihvatanje i usmjeravanje tih procesa može direktno i indirektno oplemeniti materijal, pa i njegov širi kontekst.*



## **(bio)razgradivo**

***RAZGRADITI, RAZGRADNJA, RAZGRADIVO, BIORAZGRADIVO, BIORAZGRADNJA, KOMPOSTABILANO, RECIKLIRATI, RACIKLAŽA, BIOBIO su niz riječi koje utječu na naše odabire u kupnji, misleći da činimo razliku i brinemo za okoliš, vjerujemo da će biorazgradiva plastika nestati bez traga i nikakvog utjecaja na zemlju. Pručavanje prirodnih zakonitosti i svojstava kore voća i njegove postojeće uporabe otvara spekulacije o uporabi, koristi, nepresušnog materijala, otpada voća.***



## Vosak

*Vosak kao materijal određen je izrazito osjetilnim svojstvima. Primarno je iznimno taktilan i reaktivan na ljudsku toplinu. Svojom mekoćom i podatnošću gotovo da podsjeća na ljudsku kožu. Istraživanjem voska, eksperimentiranjem te spekulacijom možda se može otkriti upravo neko arhitektonsko svojstvo voska i njegova moguća [ili nemoguća] primjena. Vizualna zavodljivost, izrazita taktilnost, akustična mekoća i povremena aromatičnost voska upravo pozivaju na interakciju – vrlo je ugodno proučavati vosak.*





## Papir

*U reakciji svjetlosti i materijala dolazi do određenih pojava koje ljudsko oko percipira, a mozak čita kao stvarnost. Ovdje svjetlost možemo promatrati kao element kojim oblikujemo prostor, a njome možemo upravljati kroz materijale s kojima je stavljamo u interakciju. Kao primjer ističe se provedeno istraživanje o papiru koje je dovelo do određenih zaključaka i saznanja o svim njegovim (s)tvarnostima. Iako je kao materijal u arhitekturi ostao zarobljen u tradiciji pojedinih kultura te u eksperimentalnim radovima pojedinih arhitekata, papir se pokazuje kao vrlo potentan materijal koji u kombinaciji sa svjetlom može stvarati prostore stalno različitih atmosfera.*



02. vrst  
celuloza

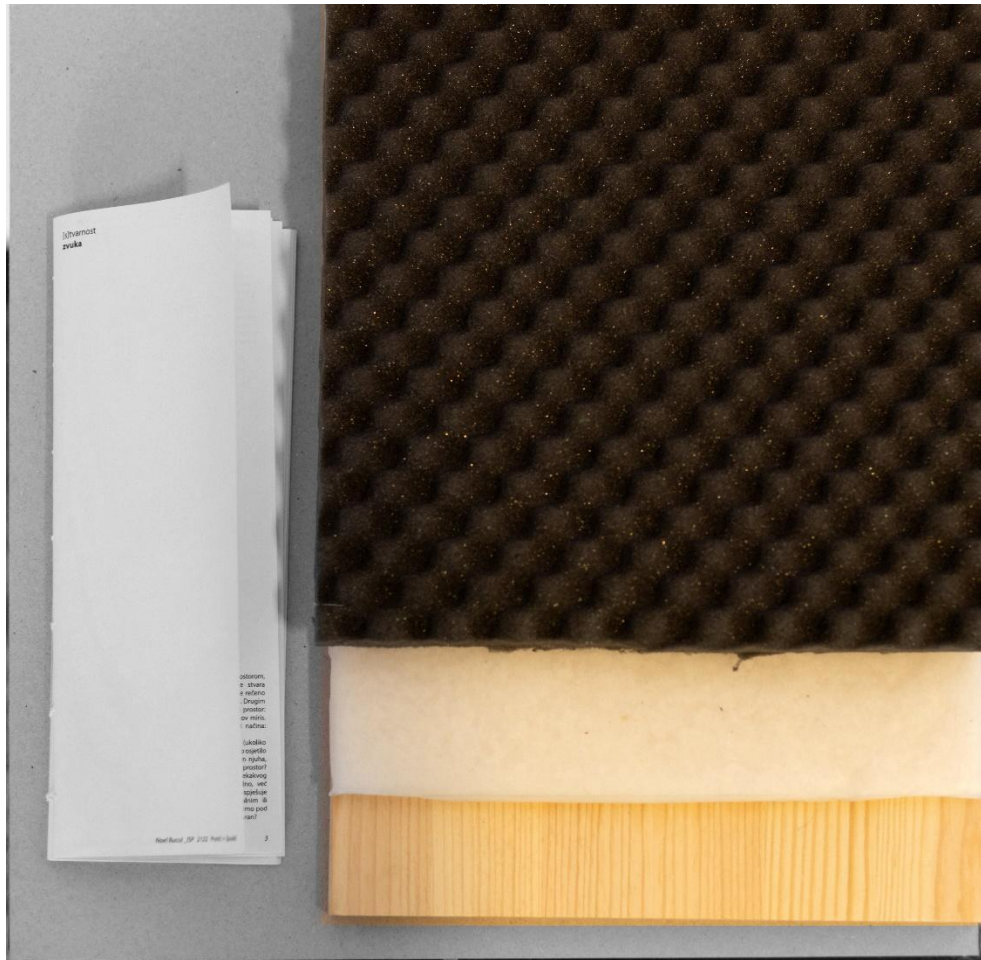
Dobrovolj je jedna od aktualnih tema današnjice. U vrijeme kada je arhitektura interdisciplinarna i za stalni razvoj bitno je započeti ka sukladnjem istraživanju različitih stvarnosti gdje arhitektura koja bi se primjenjivala na različite upotrebe materijala. Drvena građa najčešći je obnovljivi materijal u građarstvu, no istovremeno najteža i najskuplja vrsta materijala koji su obnovljivi kroz različite vrijeme. Glavni su materijal, može se ući dužje u njegove komponente koje mu daju svojstva zbog kojih se dugo koristi, udobnom u samu tuu di svoje materije. Celuloza je građbena tvar drveća i većine biomaterije na planeti Zemlji. Prisutna je u većini stvari koje nas okružuje, kao i u otpadu koji čovjek sve više proizvodi.

Cilj rada je istražiti potencijal celuloznog otpada, recikliranja papira i ostalih celuloza kao biomaterijala u arhitektonskim projektima. Studija istražuje rast biofilma proizvedenog vrenjem obojnih bakterija, proizvodnju i način recikliranja papira i organskog materijala te koje forme može preuzeti, svojstva celuloze kroz njegove različite (s)tvarnosti. Istražuje se potencijal celuloze da gradi arhitekturu koja odgovara okolišu sa visokom razinom integracije između strukture, oblika i materijala u različitim razmjerima - mikro, mezo i makro, i u različitim stvarnostima i spekulacijama.

Dava boquer 09-2122 Pirelli Spazio

## Celuloza

*Celuloza je građbena tvar drveća i većine biomaterije na planeti Zemlji. Prisutna je u većini stvari koja nas okružuje, kao i u otpadu koji čovjek sve više proizvodi. Studija istražuje rast biofilma proizvedenog vrenjem obojnih bakterija, proizvodnju i način recikliranja papira i organskog materijala te koje forme može preuzeti, svojstva celuloze kroz njegove različite (s)tvarnosti. Istražuje se potencijal celuloze da gradi arhitekturu koja odgovara okolišu sa visokom razinom integracije između strukture, oblika i materijala u različitim razmjerima - mikro, mezo i makro, i u različitim stvarnostima i spekulacijama.*



## Zvuk

*Možemo li čuti protstor? Možemo li tretirati određeni prostor poput nekakvog instrumenta koji nas neće zadiviti samo vizualno i taktilno, već auditivno? Možemo li zvuk koristiti poput alata koji nam pospješuje percepciju određenog prostora, kao što to činimo vizualnim ili taktilnim efektima? Je li moguće čuti teksturu kao što je osjetimo pod prstima? Je li moguće stvoriti prostor zvukom? Je li zvuk (s)tvaran? Što bi bilo ako bi u takvom svijetu punom zvukova mogli stvoriti tišinu? Inverzijom buke određenog prostora, možemo dobiti tišinu. Puno bi jasnije čuli zvukove koje stvaramo našim koraćanjem kroz prostor. Ti zvukovi postaju poput tonova, a prostor instrument po kojem sviramo našim kretanjem.*





## Tkanje

*Potica i istraživanje tkanja bila je zamisao i preispitivanje stvaranje arhitekture od niti. Što je uopće nit? Moguće je da upravo u kombinaciji prirodnih i novih tehnoloških mogućnosti postoji cijelo novo područje. Ovakav način i struktura proučavanja nekog materijala, u ovom slučaju tkanja, otvara neke nove vidike i poimanje nekog materijala uopće, a svaki od segmenata istraživanja/eksperiment/spekulacija ima svoje značenje u konačnom oblikovanju slike i mogućnosti naše spoznaje materijalnosti.*



## Žbuka

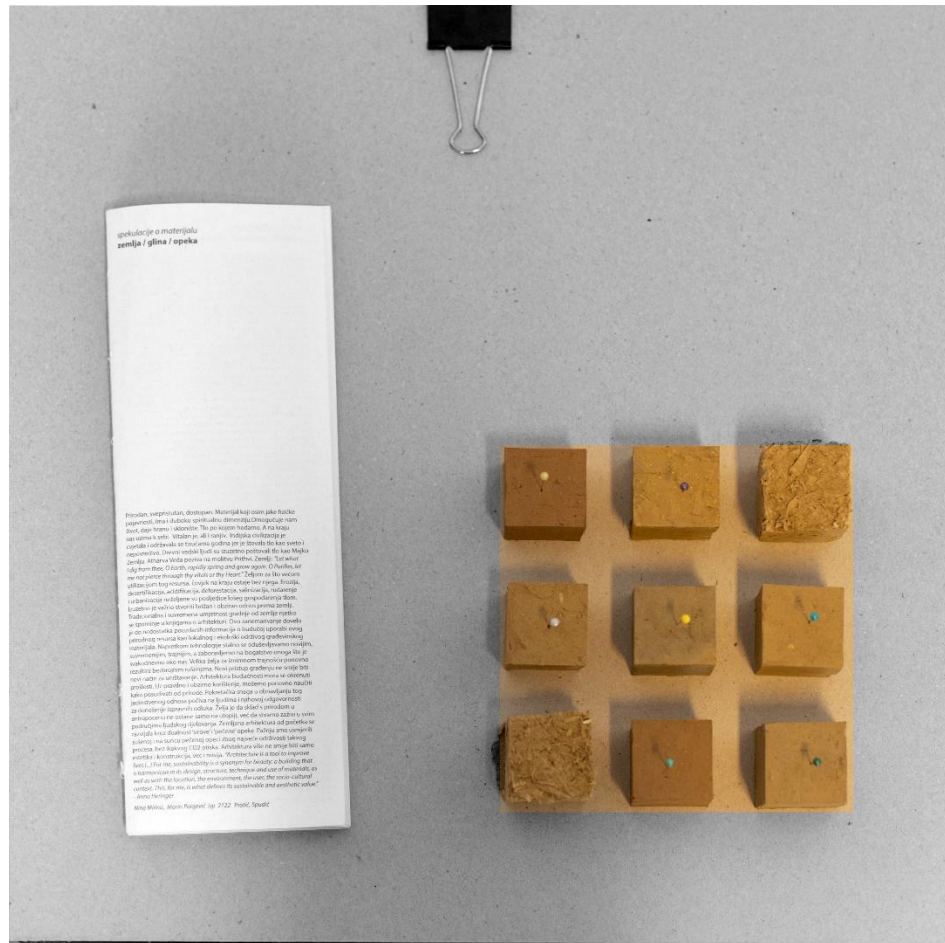
*Većina arhitekata suočava se s temom žbuke tek u praksi jer građevni materijal žbuka nije nastavni predmet. Na nacrtu ga se može vidjeti samo kao tanku crtu. Upravo iz tog razloga odlučile su istražiti tu tanku crtu u mjerilu 1:1. Pijesak, vapno i voda. Sastojci su jednostavni, postupak uobičajen, a ipak je preobrazba jednostavnih sirovina u čvrst i trajan građevni materijal zapanjujuća. Proces eksperimenta otvorio je neka nova pitanja koja se nastavljaju u spekulaciji, gdje su se pokušale nakon upoznavanja s materijalom vratiti na njezine praforme i praobljke.*





## Sol

*Kristalizacija soli kao tema proučavanja u kontekstu njezine materijalnosti nastala je iz primarne ideje proučavanja materijala koji tradicionalno nije građevniski. Sol kao materijal, pogotovo u kombinaciji s još jednim materijalom, u ovom slučaju istraživanja tekstilom, daje iznimne rezultate. Na kraju ovog istraživanja ostaje pitanje koliko nas još takvih 'nekonstruktivnih' materijala okružuje i kojim kvalitetama raspolažu.*



## Zemlja

*Prirodan, svepristutan, dostupan. Tlo po kojem hodamo. Erozija, dezertifikacija, acidifikacija, deforestacija, salinizacija, rudarenje i urbanizacija neželjene su posljedice lošeg gospodarenja tlom. Napretkom tehnologije stalno se oduševljavamo novijim, suvremenijim, trajnijim, a zaboravljamo na bogatstvo onoga što je svakodnevno oko nas. Velika želja za iznimnom trajnošću ponovno rezultira bezbrojnim rušenjima. Zemljana arhitektura od početka se razvijala kroz dualnost 'sirove' i 'pečene' opeke. Pažnju smo usmjerili sušenoj i na suncu pečenoj opeci zbog najveće održivosti takvog procesa, bez ikakvog CO2 otiska. Arhitektura više ne smije biti samo estetika i konstrukcija, već i misija.*

## Rasprava

Rezultati istraživanja prezentirani su zainteresiranoj javnosti putem završne izložbe, skupne prezentacije i niza individualno vođenih obilazaka.

Završna prezentacija se odvijala u prostoru izložbe, na podestu drugog kata, gdje je izložen rezultat istraživanja 11 materijala i njihovih fenomena od strane 16 studenata. Prezentaciji su prisustvovali i sudjelovali u razgovoru Dujam Ivanišević, Silvija Laković, Neven Bilić i Alem Korkut.

Izložba je imala velik odjek prvenstveno među zainteresiranim studentima Arhitektonskog fakulteta, ali i među profesionalnim arhitektima unutar i izvan institucije.

Također, ostvarena je i međufakultetska suradnja organiziranim posjetom studenata Odsjeka za animirani film i nove medije, Akademije likovnih umjetnosti, pod vodstvom umjetnice Laure Barić. Na vođenom obilasku ostvarena je rasprava između studenata umjetničkog i tehničkog polja, koja je rezultirala različitim zaključcima i diskusijom o istom području interesa / mediju.

Krajnji rezultat je jedinstveni repozitorij (knjiga) istraživanja Spekulacije o materijalu, a ujedno čini sastavni dio prijave za ovu nagradu.

## Zaključci

Semestralni rad rezultirao je izložbom čija se koncepcija zasnivala na tri metodološke linije: istraživanje, eksperiment i spekulacija. Izlaganje 11 fizičkih modela, izložaka materijala, prati 11 svezaka spojenih u knjigu, s prikazom tijeka istraživanja, dokumentacije cijelovitog procesa eksperimentiranja i završne spekulacije, koristeći uobičajene grafičke i tekstualne prezentacijske alate. U vitrini namijenjenoj za izlaganje standardnih prefabrikata i građevinskih materijala, izložci su zamijenjeni s radnim uzorcima kao rezultata niza pokusa.

Izložba je bila prostor usporedbe, diskusije i izlaganja teme o projektnim potencijalima materijala, i činila je je alat za diseminaciju mogućeg drukčijeg pristupa materijalnosti izvan okvira grupe.







© Karla Radović







© Karla Radović







© Karla Radović



© Karla Radović





© Karla Radović



© Karla Radović





© Karla Radović

## Sažetak

Kroz period od tri mjeseca, tim studenata sa svojim mentorima istražuje morfološke, genealoške i ostale karakteristike materijala koje tim intuitivno odabire. Kroz empirijsko - spekulativne procese, studenti u privremenoj istraživačkoj radionici dolaze do uzoraka koje primjenjuju u spekulativnim projektima predstavljenima na izložbi. Materijali koje studenti istražuju su "uobičajeni", dok je metodološki pristup njihovoj logici stvaranja redizajniran. Kroz navedeni proces, studenti proširuju opseg znanja o materijalima i mogućnostima primjene istih van granica očekivanog.

**materijal, istraživanje, eksperiment, spekulacija**

## Summary

Through the course of three months, students and their mentors explore the morphological, genealogical and other characteristics/properties of various materials chosen intuitively by the team. Through empirical and speculative processes, a temporary workshop produces samples which are then envisioned in speculative projects and displayed at the exhibition.

**material, research, experiment, speculation**



**spekulacije o materijalu**  
istraživanje | eksperiment | spekulacija

spekulacije o materijalu

**istraživanje | eksperiment | spekulacija**

Materijal čini tkivo izgrađenog prostora. Poput crteža ili teksta, ono ima mogućnost razvoja apstraktne ideje, ali i njezinog dosljednog prenošenja u fizički prostor. Način na koji doživljavamo, projektiramo i gradimo, mijenja se promjenom fokusa s prevladavajuće upotrebe standardiziranih proizvoda na specifičnost materijala. Promatramo ga dvojako: kao strukturnu građu i kao projektni alat. Istražujemo materijal kao mogući gradivni element, ali i kao dio kulturnih odnosa, usmjeravanjem pažnje na porijeklo materijala, kontekst i njegova svojstva. Na pragu novog tehnološkog razdoblja čini se važno ponovo usmjeriti pažnju na fizički svijet koji nas okružuje. Služeći se postojećim znanjima, elementarnim vještinama i jednostavnim tehnikama, okosnicu kolegija čini potraga, istraživanje i izrada vlastitih uzoraka različitih kompozita. Istraživanje nema tendenciju iznalaženja novih vrsta materijala, već ispitati mogućnosti svega postojećeg, osnažujući konceptualna promišljanja na polju tvarnosti i tehnologija. Ovo istraživanje se bavi specifičnostima i prostornim potencijalom materijala, čiji je cilj otvoriti i razviti drukčiji pogled na normiranu [s]tvarnost.

Rad na kolegiju se odvijao kroz tri teorijske i praktične usporedne metodološke linije: istraživanje, eksperiment i spekulaciju. Važan dio kolegija činio je posjet maketarskoj radionici i ateljeu te razgovor s osobama kojima materijali čine esenciju djelovanja. Rezultati kolegija *Spekulacije o materijalu* čini dio radnog arhiva *Drukčijih pristupa [s] stvarnosti*, istraživanja koje se provodi unutar tehničke komponente Diplomskog studija, dok izložbu koristimo kao prostor diseminacije teme i pristupa izvan okvira grupe.



istraživanje | eksperiment | spekulacija  
**fenomeni i materijali**

Helena Bajsić Krešimir Borošak Matija Pogorilić  
**beton**

Nina Barać Karlo Lauc  
**otisak / erozija**

Mirna Pezerović  
**(bio)razgradivo**

Tin Vukušić  
**vosak**

Matija Capanec  
**papir**

Dora Bogut  
**celuloza**

Noel Bucul  
**zvuk**

Mirta Moravec Matea Pinjušić  
**tkanje**

Petra Ojvan Sara Pelc  
**žbuka**

Marin Ponjević  
**sol**

Nina Milina Marin Ponjević  
**zemlja**

fenomeni i materijali  
**izložci**





spekulacije o materijalu  
**izložba**









# spekulacije o materijalu

## **beton**

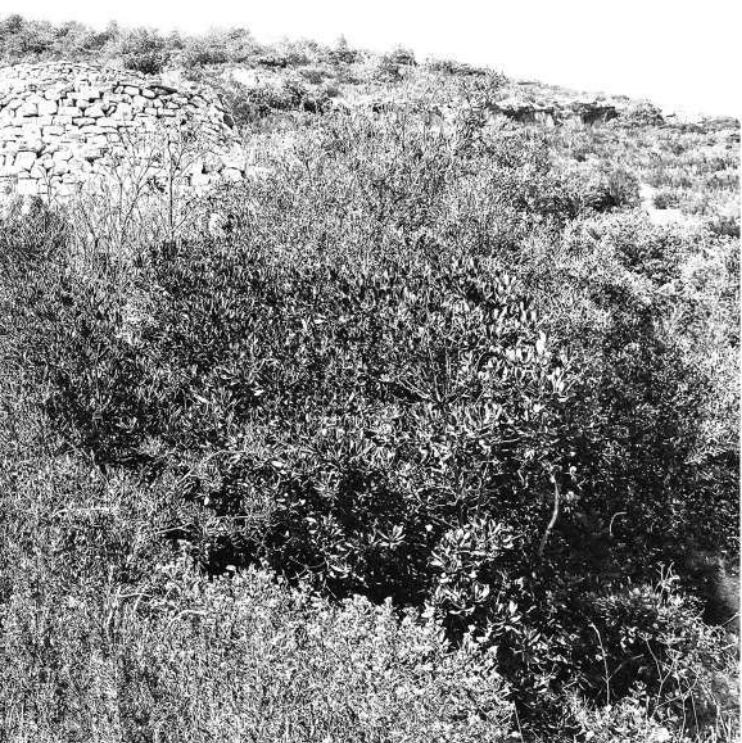
Pristupajući betonu kao artifičijelnom kamenu koji omogućuje djelomično slobodnu ekspresivnost forme, istraživanje traži nove odgovore na stara pitanja o prirodi materijala te kako utjecati na njegovu genezu redizajnirajući proces tvorbe i primjene ovog materijala. Isprva tekuć i metamorfozan, a kasnije svjedok prolaznosti vremena, beton se istražuje već tisućama godina, a kroz vremenitost vremena, neke su davne ideje ostale zaboravljene. U ovom semestru bavimo se betonom bez predrasuda i suzdržanosti današnjice.

beton

## memorija prostora

U uvali, podno zaselka Duboka na južnoj strani otoka, uronjena u okolni krajolik nalazi se jedina nezapaljena vapnenica na Visu. Svojom mimikričnom pojavom odaje logiku i filozofiju tradicionalnog načina dobivanja građevinskog materijala koja je u velikoj suprotnosti sa suvremenim praksama. Sazidana vješto od lokalnog vapnenačkog kamena, nepoznatog vremena izgradnje i dalje postojana. I danas, nakon toliko vremena, vapnenica ne šteti okolnoj prirodi niti ne ostavlja veliki trag, ožiljak u prostoru. U starim zapisima otoka ne spominje se neka veća i važnija proizvodnja i prodaja vapna, tako da su vapnenice Višanima prvenstveno služile za potrebe poljoprivrednih poslova, kao i za manje lokalne građevinske radove. Na otoku se, osim ovog nezapaljenog primjera, može pronaći i nekolicina ostataka zapaljenih vapnenica. Iako ova vapnenica nije odslužila svojoj prvotnoj svrsi, danas je trag u prostoru nekih prijašnjih vremena i običaja, te zasigurno iznenadi slučajnog prolaznika. Zarasla biljkama, polako se ponovno vraća prirodi.



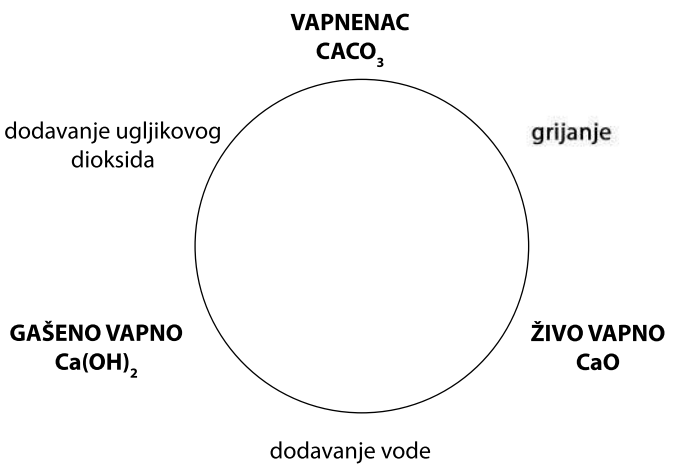


beton  
vapno

konstrukcija  
žbuka  
gips  
opeke od pijeska i vapna  
rekonstrukcija gašenim vapnom  
čelična industrija  
pročišćavanje otpadnih voda  
kemijska industrija  
prehrambena industrija  
asfalt  
zaštita od erozija  
agrikultura

Gradnja vapnom, materijalom koji je nesumnjivo najrasprostranjenije i najviše rabljeno vezivo u graditeljstvu od začetaka civilizacije do današnjih dana, prestala se koristiti tijekom 20. stoljeća s prihvaćanjem i popularnošću novih materijala kao što je portland cement. Osim u nekim ruralnim područjima, arhitekti su zaboravili njegova svojstva, a radnici vlastite vještine za rad s njim. Danas arhitekti i izvođači traže nove materijale i građevinske tehnike s većom energetsom učinkovitošću („održivost“). Živimo u društvenim okolnostima u kojima "zeleni arhitektura" obično znači blistave i skupocjene projekte koji karikiraju prirodu i pokušavaju nas uvjeriti da je zelenilo održivo bez obzira na vremenske uvjete u kojima se nalaze. Vapno se danas ponovno počinje koristiti i osim svojih energetske prednosti koje su manje agresivne za okoliš, vapno može dati novi aspekt estetike održivosti.

Ciklus vapna danas je posebno bitan u aspektu globalnog zatopljenja i zaštite okoliša, naročito u problemu stakleničkih plinova. Količina CO<sub>2</sub> - a otpuštena u atmosferu iz karbonata ponovno se apsorbira rekarbonizacijom vapna. Međutim u suvremenim industrijskim pogonima za proizvodnju vapna, kao pogonsko gorivo koriste se fosilna goriva kojima se pripisuje više od 40% ukupne emisije CO<sub>2</sub>, tako da je zagađenje atmosfere znatno manje nego pri proizvodnji cementa, ali ipak neizbježno.



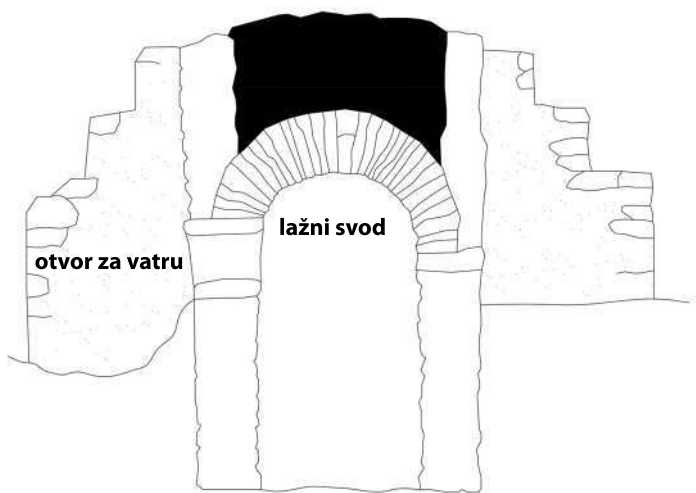
beton

## **o vapnenici**

U tradicionalnom graditeljstvu vapno se peče u blizini mjesta gradnje, na način da se od lokalnog vapnenca sazidaju objekti japjenice (vapnenice). To su građevine od suhozida (građevina od prirodnog kamena bez korištenja morta), kružnog oblika s lažnim svodom. Zidanje vapnenica nije lako, s toga se taj posao povjeravao najboljem majstoru u zidanju suhozida. Nakon što se sazidala vapnenica, krenulo se neprekidno ložiti tijekom više dana. Vatra se ložila materijalom koji je bio dostupan u blizini samih vapnenica, a to su najčešće bili prošušeno grmlje i borove grane. Na kraju paljenja, kada je kamen dovoljno pečen, dobije se živo vapno, koje se nekada čuvalo u grumenima u posudama na suhom mjestu. Prije upotrebe se oprezno zalijevalo i gasilo vodom u posebnim posudama, bazenčićima uz gustirne ili jamam u zemlji, i na taj način dobivalo gašeno vapno koje se koristilo u poljoprivredi i građevinarstvu.



**prostor za vapnenac**

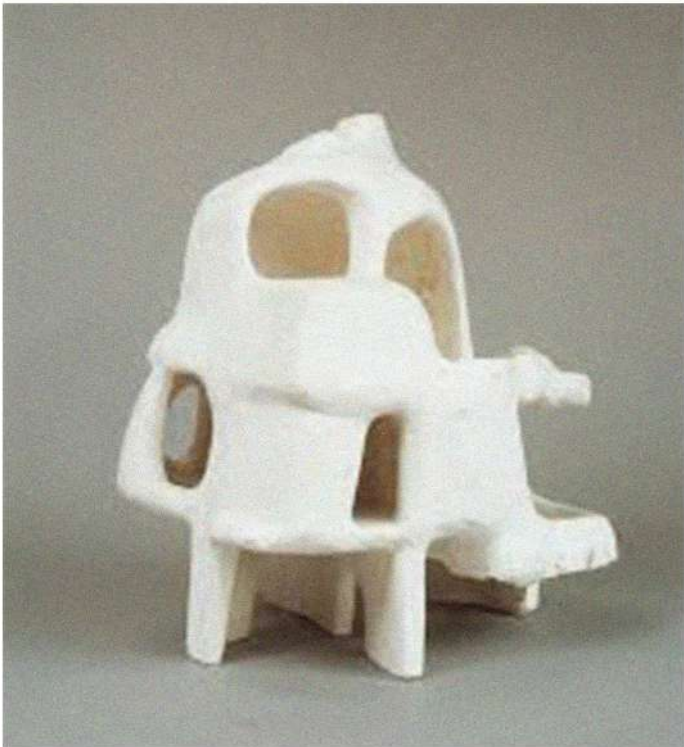


**ložište**



beton

## betonska ovojnica



André Bloc: Sculptures habitacles, 1962.-1964.

U drugoj polovici 20. stoljeća došlo je do zasićenja modernizmom, do zasićenja ortogonalnošću i pojedini arhitekti toga doba, 1960-ih, 1970-ih, postavljaju pitanje opne, pitanje ovojnice koja predstavlja granicu unutarnjeg i vanjskog, granicu naših domova. U jeku toga dolazi do ispitivanja organske opne i organske arhitekture kao nečeg što nam je suštinski vrlo blisko, ono što je najviše nalik prirodi, spontano. Mnogi arhitekti i kipari, nerijetko i zajedno počinju propitivati tu problematiku. Tako francuski kipar André Bloc radi cijelu seriju tzv. "Sculptures habitacles", unutarnje skulpture, skulpture iznutra, skoro da bismo mogli reći naseljive skulpture.

Upravo na tom tragu nastaje Maison Verley francuskog arhitekta Henrija Mouettea zajedno s mađarskim kiparom Pierreom Szekelyjem. Razigrana betonska ovojnica čini pregršt prostornih doživljaja pritom izranjajući iz krajolika i ponovno se u njemu gubeći.



photos: Pierre Joy et Véra Cardot pour L'Oeil vu sur: <http://astudejaoublié.blogspot.fr>

arhitekt Henri Mouette, kipar Pierre Szekely: Maison Verley, 1971.-1973., Sebourg, Francuska



kipar Pierre Szekely: dječje igralište, 1970-e, Francuska

Istraživanja su se vršila u svim mjerilima. Od dječjih igrališta kao terenu podložnom za prostorne eksperimenti, do velikih paviljona poput skulptura u postoru u koje se može ući pa sve do samih kuće koje su najzad i useljene. Jedan od bitnih parametara svih ovih pokusa je upravo prostorna intuicija odnosno projektiranje kroz intuiciju čineći prostor i mišlju i djelom in situ, poput životinje koja gradi svoje stanište. Upravo je to ono što ograničnu arhitekturu čini toliko zamamnom; ona govori jezikom koji nam je svima blizak.



André Bloc, Sculture Habitable, 1956.

*"the cubicle is defined as a space where the interior can be utilized, but which is not habitable ... There is a rejection of the object; perception exists in successive views by walking through it, and from this one must develop a mental synthesis."*

Dobar primjer prostorne prakse koja i danas može poslužiti kao podloga za promišljanje posebno betonske, ali i bilo koje druge ovojnice projekt je belgijskog arhitekta Jacquesa Gilleta zajedno s kiparom Félixom Roulinom i konstrukterom Renéom Greischom. Taj trojac krajem 60-ih godina prošlog stoljeća izvodi "Kuću Skulpturu". Ona objedinjuje svu poteičnost organske betonske ovojnice kao nečeg što se suptilno useljava, nečeg što će obrasti i srasti s prirodom, nečeg što nam pruža utočište u kojem se osjećamo ugodno.



arhitekt Jacques Gillet, kipar Félix Roulin, konstrukter René Greisch:  
Kuća skulptura, 1967.-1968.

U šumarku belgijskog predgrađa smjestila se Kuća skulptura. Upravo njen naziva objašnjava ju kao objekt nastao međudjelovanjem paramatera, prvenstveno tri umjetnika, a onda i ostatka prirode. Betonska ovojnica rađena je na licu mjesta na način da su graditelji savijali armaturu onako kako im se u trenutku činilo potrebnim i ispravnim. Nakon postavljene armature uz sloj građevinske tkanine nanio se špricani beton poput ptice koja blatom iz kljuna gradi svoje gnijezdo. Upravo ta veza rezultirala je pomalo jezivim prizorom toga proelja danas. Ono je poslužilo kao savršena podloga za rast mahovine koja kuću pretvara u izuzetnu prirodnu kulisu.

No logika špricanja nije ovdje stala. Ona se provlači i kroz interijer gdje je sloj poliuretanske pjene poslužio kao toplinska izolacija tako samo jače naglašavajući prirodnu intuitivnost prostora koji sve više počinje sličiti pećini ili medvjedom brlogu.



postavljanje armature i projektiranje na licu mjesta

Glavno pitanje koje dolazi u fokus nakon ovakvih primjera svakako je ono zašto je ovakva arhitektura stala. Zašto i dalje ne možemo intuitivno savijati armaturu i na nju prskati beton? Možemo li činiti isto to, ali u duhu suvremene tehnologije? Organična arhitektura svakako je nešto što danas ima mjesto na sceni, međutim ona se često miješa sa suvremenom tehnologijom koja ju nerijetko odeva u pravcima koja nas udaljavaju od prirode. A upravo bi nas ona, kao što je već ranije navođeno, trebala ponovno vraćati našem iskonu. U mnogim slučajevima ona postaje alat suvremenog dokazivanja i dosega tehnologije koja prestaje biti u službi čovjeka i postavlja se pitanje, možemo li takvu arhitekturu uopće i nazivati ograničnom? Ona je prije kinetička i dijagramatska, nego li organska. Treba li nužno ogranična arhitektura nužno biti i organska?





torkretiranje betona u organičnu formu



poliuretanska pjena kao termoizolacijski sloj iznutra



beton

## kamen - ciklus

-magma

-magmatske stijene

-sedimentne stijene

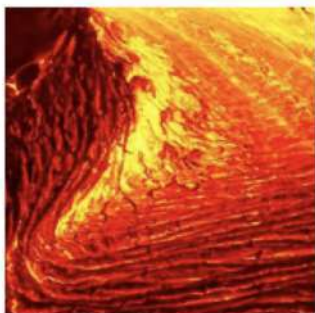
-metamorfne stijene

Magmatske stijene nastaju kada se rastopljeni vrući materijal ohladi i skrutne. Magmatske stijene također se mogu napraviti na nekoliko različitih načina. Kada se formiraju unutar zemlje, nazivaju se intruzivnim, ili plutonskim, magmatskim stijenama. Ako se formiraju izvan ili na vrhu Zemljine kore, nazivaju se ekstruzivnim, ili vulkanskim, magmatskim stijenama. Granit i diorit su primjeri uobičajenih intruzivnih stijena. Imaju grubu teksturu s velikim mineralnim zrcima, što ukazuje da su proveli tisuće ili milijune godina hladeći se unutar zemlje, vremenski tijek koji je omogućio rast velikih mineralnih kristala.

Sedimentne stijene nastaju od komada drugih postojećih stijena ili organskog materijala. Postoje tri različite vrste sedimentnih stijena: klastične, organske (biološke) i kemijske. Klastične sedimentne stijene, poput pješčenjaka, nastaju od klasova ili komada drugih stijena. Organske sedimentne stijene, poput ugljena, formiraju se od tvrdih, bioloških materijala poput biljaka, školjki i kostiju koji su komprimirani u stijenu.

Metamorfne stijene su stijene koje su promijenjene od svog izvornog oblika silnom toplinom ili pritiskom. Metamorfne stijene imaju dvije klase: lisnatog i nelisnatog. Kada se stijena s ravnim ili izduženim mineralima stavi pod golem pritisak, minerali se slažu u slojeve, stvarajući folijaciju. Folijacija je poravnavanje izduženih ili pločastih minerala, poput rogova ili liskuna, okomito na smjer pritiska koji se primjenjuje. Primjer ove transformacije može se vidjeti kod granita, magmatske stijene. Granit sadrži duge i pločaste minerale koji u početku nisu poravnati, ali kada se doda dovoljan pritisak, ti minerali se pomiču na sve točke u istom smjeru dok se stisnu u ravne ploče.

Svaka od ovih stijena nastala je fizičkim promjenama – kao što su taljenje, **hlađenje**, **erodiranje**, **zbijanje** ili **deformiranje** – koje su dio ciklusa stijena.



beton

## 1 intuitivna miješanja

Eksperimentiranje smo započeli miješanjem standardne smjese betona kako bismo stekli osjećaj što je to beton i na koji način "diše". Koristili smo cement i kvarcni pijesak fine granulacije (0,1 - 0,4) kao agregat. Zatim smo pokušali dobiti uzorke lakoga betona dodavanjem lakog agregata - ekspanzirane gline ili u drugom slučaju aluminijskog praha osnovnoj smjesi radi postizanja veće poroznosti strukture, a samim time i povećane zvučne i toplinske izolacije. Omjeri sastojaka u ovim početnim mjerenjima uzeti su intuitivno, po osjećaju.

### **standardan beton**

50 % cement + 50% agregat (kvarcni pijesak) + voda

### **beton s pretjeranom količinom agregata**

30% cement + 70% agregat (kvarcni pijesak) + voda

### **laki beton s ekspanziranom glinom**

50% cement + 50% agregat + voda + 9 granula ekspanzirane gline

### **laki beton s aluminijskim prahom**

50% cement + 50% agregat + voda + mala količina aluminijskog praha

### **laki beton s aluminijskim prahom**

50% cement + 50% agregat + voda + velika količina aluminijskog praha



nakon sušenja uzorka standardnog betona, beton djeluje čvrsto i dobre kvalitete, iako su omjeri sastojaka uzeti po osjećaju

kod drugog uzorka, gdje smo pretjerali s količinom agregata i gdje smo istisnuli i maknuli određenu količinu vode iz smjese, nisu su uspjeli ravnomjerno povezati svi sastojci betona, nego je došlo do segregacije pijeska te se stvorila tvrda betonska kora, dok su središte i vrh uzorka ostali porozni, pijeskoviti

kod trećeg uzorka, granule ekspanzirane gline su nenadano isplivale prema površini, stvarajući tako blagu topografiju

dodavanjem male količine aluminijskog praha nije došlo do značajne promjene u samome betonu

dodavanjem veće količine aluminijskog praha beton je počeo bubrit, te je dobio porozniju strukturu ispunjenu zračnim šupljinama





beton

## **2 [ne]postojanost sastojaka aluminijski prah +**

Istraživanje uz osnovnu mješavinu betona koja se sastoji od cementa, agregata – pijeska i vode uvodi aluminijski prah koji u reakciji s cementom oslobađa plin – vodik. Pri standardnim uvjetima glede temperature i tlaka, vodik je plin bez boje, okusa i mirisa, neotrovan i lakši od zraka. Lako je zapaljiv, a u kombinaciji sa zrakom tvori plin praskavac.

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

2,5 g aluminijskog praha

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

0,75 g aluminijskog praha

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

0,25 g aluminijskog praha

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

0,1 g aluminijskog praha



na stalni omjer sastojaka betona dodana je pozamašna količina aluminijskog praha koji je odmah reagirao s cement otpuštajući vodik što se manifestiralo u obliku bijelog dima; produkt je porozan s mnoštvom sitnih rupa; veličina i masa su obrnuto proporcionalne: uzorak je dobio na volumenu, dok mu se masa smanjila;

u drugom uzorku na jednaku količinu betona dodana je više od duplo manja količina aluminijskog praha; iako se vodik počeo otpuštati, a smjesa bubriti, na ovoliku količinu betona to je bilo nedostatno jer beton nije imao dovoljnu čvrstoću da ostane kompaktan, a blago bubrenje doprinijelo je samo njegovom pucanju;

u trećem uzorku dogodilo se slično što i u drugom; nedostatak volumena rezultirao je pucanjem;

u četvrtom uzorku s najmanje aluminijskog praha dogodilo se jednako; nedostatan volumen zbog premalog djelovanja otpuštanja vodika





beton

**2 [ne]postojanost sastojaka:  
agregat [pijesak] +**

Istraživanje propituje osnovnu mješavinu betona koja se sastoji od cementa, agregata – pijeska i vode uvodeći više pijeska uz zadržavanje ukupne količine suhe tvari na 50 g. Postavlja se pitanje koliko pijeska možemo dodati smjesi betona kako bi ona i dalje ostala postojana, a također i što se događa sa samom teksturom betona.

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

7,5 g cementa  
42,5 g pijeska  
cca 10 g vode

5 g cementa  
45 g pijeska  
cca 10 g vode

2,5 g cementa  
47,5 g pijeska  
cca 10 g vode



na stalan volumen volumen dodan je omjer klasičan omjer agregata i cementa koji je uslijed preranog manipuliranja uzorkom rezultirao pucanjem;

u drugom uzorku na jednaku količinu vode, dodano je 2,5 grama pijeska više dok se količina cementa smanjila za toliko kako bi ukupna količina pijeska i cementa ostala jednaka u svim uzorcima; uzorak se osušio; cement i pijesak su se segregirali; cement je završio na dnu tako čineći "kadu" u kojoj je pijesak koji se lako mogao trusiti prstom time budeći maštu o mogućem namjernom trošenju;

uslijed premale količine vezivnog tkiva - cementa, došlo je do pucanja preprhskog materijala;

agregat je prevladao, smjesa se nije povezala; x



beton

## **2 [ne]postojanost sastojaka: cement +**

Istraživanje propituje osnovnu mješavinu betona koja se sastoji od cementa, agregata – pijeska i vode uvodeći više cementa uz zadržavanje ukupne količine suhe tvari na 50 g. Postavlja se pitanje što više cementa donosi smjesi betona. Hoće li se dogoditi nešto drugo osim očekivane veće čvrstoće?

10 g cementa  
40 g pijeska  
cca 10 g vode

12,5 g cementa  
37,5 g pijeska  
cca 10 g vode

15 g cementa  
35 g pijeska  
cca 10 g vode

17,5 g cementa  
32,5 g pijeska  
cca 10 g vode







na stalan volumen volumen dodan je omjer klasičan omjer agregata i cementa koji je uslijed preranog manipuliranja uzorkom rezultirao pucanjem;

u drugom uzorku na jednaku količinu vode, dodano je 2,5 grama cementa više dok se količina pijeska smanjila za toliko kako bi ukupna količina pijeska i cementa ostala jednaka u svim uzorcima; uzorak se osušio; cement i pijesak su se spojili u klasičan beton; pucanje uslijed pretankog presjeka;

u trećem uzorku nije se dogodilo ništa neočekivano; pucanje uslijed nedovoljne osušenosti; jača čvrstoća od prethodnog uzorka, tamnija boja;

u četvrtom uzorku s najviše cementa ne dolazi do pucanja; najveća čvrstoća od svih uzoraka; najtamnija boja;



beton  
**ljuske**

**ljuska na oplati od kanistra**

uzorak je izliven u oplati od ljepeke ta sa izgubljenom oplatom saća nastalih na satnoj osnovi

**ljuska na zemljanom humku**

uzorak je izliven na prethodno oblikovanom zemljanoim kalupu, koriteći standardni beton



## beton ljuske

### **ljuska na oplati od kanistra**

tanki sloj betona preuzima oblik vrha kanistra za vodu od 5 l, konture i ornament oplata ostaju vidljivi na betonu. Kod nanošenja, beton klizi sa ljuške zbog nedostatka trenja u oplati ili prevelike viskoznosti mješavine

### **ljuska na zemljanom humku**

sa unutarnje strane ostaje zemlja zarobljena u završnoj sloju betona, dok je gornja strana zaprimila organski uzorak kapanja kod izljevanja





## beton **kompoziti**

### **kompozit pčelinjih saća i betona**

uzorak je izliven u oplati od ljepeke ta sa izgubljenom oplatom saća nastalih na satnoj osnovi

### **kompozit kore drva i betona**

uzorak je izliven u oplati od ljepeke ta sa izgubljenom oplatom kore drva. uglovi oplata su napunjeni zemljom kako bi kora ostala na površini

### **kompozit zemlje i betona**

uzorak je izliven u oplati od ljepeke ta sa oplatom zemlje, uzimajući obris humka i ostatak zemlje koja se nije oslobodila od betona.



# beton **kompoziti**

## **kompozit pčelinjih saća i betona**

veza slojeva je izvrsna, uz mjestimično probijanje betona.  
test uzork je uspješan

## **kompozit kore drva i betona**

izvrsna veza betona i drva, uzorak funkcionira kao sloj - jedini kompromis je raditi oplatu oblika kore ili puniti oblike ispunom kako bi se dobila kvadratna geometrija

## **kompozit zemlje i betona**

zemlja se polagano trusi i time ostavlja svojevrsan vremenski kod materijala, od potpuno zemljanog do ispranog traga zemlje na vanjskoj površini betona



## beton kompoziti

### **kompozit pčelinjih saća i betona**

veza slojeva je izvrsna, uz mjestimično probijanje betona.  
testni uzorak je uspješan







## beton kompoziti

### **kompozit kore drva i betona**

izvrsna veza betona i drva, uzorak funkcionira kao sloj - jedini kompromis je raditi oplatu oblika kore ili puniti oblike ispunom kako bi se dobila pravila geometrija





# beton kompoziti

## **kompozit zemlje i betona**

zemlja se polagano trusi i time ostavlja svojevrsan vremenski kod materijala, od potpuno zemljanog do ispranog traga zemlje na vanjskoj površini betona



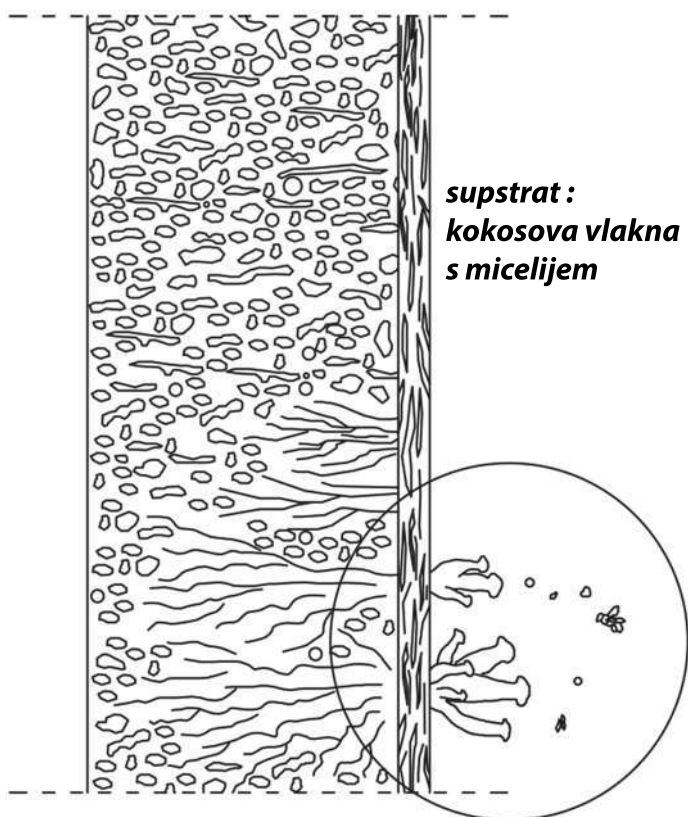


beton

## spekulacija o miceliju

Bio-kompozit projektiran u bliskoj vezi s prirodom kao moguće rješenje za sanaciju nepredvidljivog svijeta. Porozna struktura betona savršeno je stanište za rast micelija gljiva bukovača (*pleurotus ostreatus*). Micelij svojim rastom pruža strukturnu čvrstoću i toplinsku izolaciju betonu, a na površini izrastaju gljive koje stvaraju svoj mali ekosustav. Ova dva, na prvu, ne spojiva materijala u simbiozi mogu generirati svojstva građevinskog materijala te sudjelovati u pročišćavanju zagađene okoline.

**porozni beton**



**supstrat :  
kokosova vlakna  
s micelijem**

**mycelium**

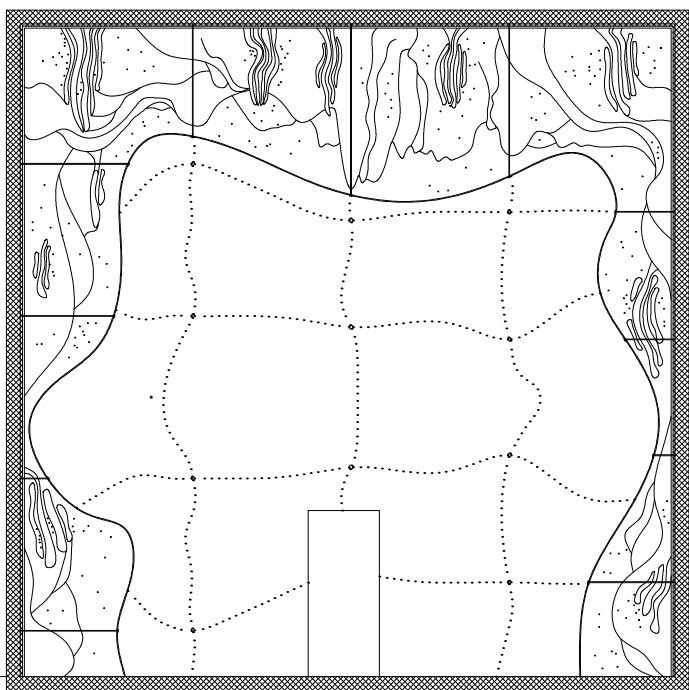
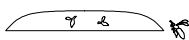
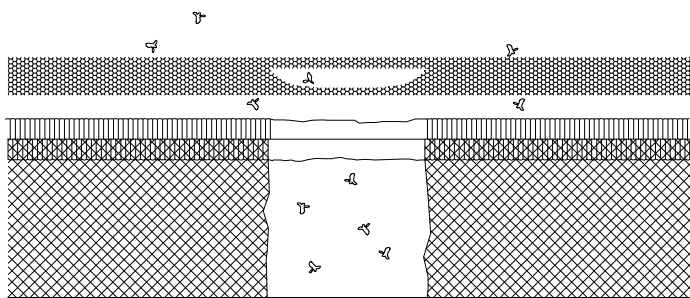
**pleurotus ostreatus**



beton

## spekulacija s pčelama

Pčele svojim krilima stvaraju toplinu. Zimi kada temperatura padne ispod 14 °C one se nakupljaju u skupine kako bi zaštitile kraljicu ~ maticu i mlade. Energiju crpe iz zaliha meda. Pčele formiraju klupko i one na rubovima služe kao toplinska izolacija. Ovisno o nizini temperature, one počinju "drhtati" odnosno pomicati mišiće koji im služe za letenje kako bi podigle svoju tjelesnu temperaturu. Klupko odnosno košnica tada može postići temperaturu i do 34 °C. Može li čovjek postati dio košnice? Mogu li ga pčele štiti od hladnoće? Može li čovjek biti sudionik života košnice i uzimati koliko mu treba i pomoći čistiti košnicu kad pčele to ne mogu? Pčele svoje košnice u prirodi obično rade u dupljama drveća i sličnim šupljinama ako ne više sa grana. Može li kompozit betona i meda postati podloga nastanka nastanjive košnice?



## spekulacije o materijalu **beton**

Proces rada tekao je intuitivno. Propitan je beton u svim oblicima, organskim i anorganskim, prirodnim i neprirodnim. Razni sastojaci, njihovi udjeli i spojevi nespojivog otvorili su mnoga pitanja i potakli na razmišljanje o mogućnostima nečeg toliko poznatog poput betona, a i dalje beskrajno spekulativnog.

## spekulacije o materijalu **otisak / erozija**

plemenita destrukcija

Erozija je geološki proces kroz koji se dijelovi materijala prenose kroz prirodne sile voda i vjetra. Erozija se većinom događa zbog utjecaja tekuće vode, vjetra i leda. Najčešći oblik erozija je fizička erozija, pojam koji se odnosi na proces unutar kojeg materijala mijenja svoji fizički oblik bez da promjene osnovnog kemijskog sastava materijala.

Svaki materijal se mijenja kroz vrijeme. U svojoj izložbi na venecijanskom biennalu 1978., avangardna grupa Superstudio, kroz svoje postepeno otapanje skulpture od soli ukazuje upravo na neizbježnu prolaznost arhitektonskih objekata i njihovih materijala. Ovo istraživanje inspirirano je upravo tim neizbježnim djelovanjem vremena i njegovog utjecaja na našu materijalnu stvarnost. Istraživanje se zasniva na premisi da prirodni procesi poput erozije ili korozije, te tragovi koje ti isti procesi ostavljaju na materijalima nemaju uvijek negativnu konotaciju, već predstavljaju neizbježnu transformaciju materijala kroz vrijeme. Prihvatanje i usmjeravanje tih procesa može direktno i indirektno oplemeniti materijal, pa i njegov širi kontekst .

**istraživanje**





**erozija** | lat. *erosio*: izjedanje, izgrizanje

U geologiji i geografiji, proces oblikovanja reljefa razaranjem i odnošenjem Zemljine kore mehaničkim i kemijskim djelovanjem tekućica (riječna ili fluvijalna erozija), mora i jezera (abrazija), leda (ledenička ili glacijalna erozija), vjetra (eolska erozija) i drugih egzogenih sila. Pod erozijom u užem smislu razumijeva se riječna ili fluvijalna erozija, koja u vertikalnom smjeru erodira dno (dubinska erozija), a u horizontalnom smjeru strane riječnoga korita (bočna erozija). Intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje, sječom šuma i drugim oblicima čovjekove aktivnosti dolazi do sve veće erozije u mnogim naseljenim područjima. Njezine štetne posljedice očituju se u uništavanju obradivoga tla, razaranju naselja i putova. U SAD-u je erozijom zahvaćeno oko pola milijarde ha zemljišta. Da bi se smanjile štetne posljedice erozije, izvode se melioracijski radovi na regulaciji rijeka, potoka, bujica i dr.

U tehnici, razaranje materijala na površini dijelova strojeva zbog djelovanja mlaza tekućine, pare ili drugih abrazivskih materijala. Erozija zbog kavitacije pojavljuje se na rotorima centrifugalnih pumpi i hidroturbina, brodskim propelerima, na blazinicama kliznih ležajeva, ventilima, zasunima i sl. Kod parnih turbina dolazi do pojave erozije na lopaticama ako one rade u zasićenoj pari.

U medicini, ograničeni plitki defekt površine sluznice ili kože, koji nakon cijeljenja ne ostavlja ožiljak. Naziv erozija najčešće se upotrebljava za defekt na maternici (*erosio portiois vaginalis uteri*). Erozije želuca obično su brojnije i mogu uzrokovati krvarenja. Erozija rožnice (*erosio corneae*) defekt je epitela rožnice oka, nastao obično mehaničkim oštećenjem (grebanje) ili ultraljubičastim zračenjem; izaziva bolove, fotofobiju i blefarospazam, a liječi se antibioticima, sredstvima za proširenje zjenice i pokrivanjem oka zavojem.

**korozija** | srednjovj. lat. *corrosio*, od lat. *corrodere*: nagrizati

Trošenje konstrukcijskih materijala kemijskim djelovanjem fluida (plinova ili kapljevina). Korozija razara metale i anorganske nemetale (npr. beton), a sudjeluje i u oštećivanju (degradaciji) organskih materijala (polimernih materijala, drva). U geologiji je korozija opći naziv za kemijsko trošenje stijena.

U tehnici valja razlikovati kemijsku i elektrokemijsku koroziju. Kemijskoj koroziji podložni su metali i vodljivi nemetali (npr. grafit) u neelektrolitima, tj. u suhim plinovima i u nevodljivim kapljevinama (npr. u mazivim uljima), te nevodljivi nemetali (beton, keramika, staklo, kamen, polimerni materijali, drvo) u plinovima i kapljevinama. Elektrokemijskoj koroziji podliježu metali i vodljivi nemetali u elektrolitima, tj. u vodi i vodenim otopinama, u vlažnom tlu, u talinama soli i hidroksida te u vodi koja potječe iz vlažnoga zraka ili drugih plinova u obliku filma ili kapljica.

Kemijska korozija najčešće je oksidacija metala spajanjem s kisikom pri izlaganju suhim plinovima koji sadrže kisik ili njegove spojeve (npr. ugljikov dioksid), i to prije svega u vrućem zraku ili u plinovima izgaranja. Proizvod je takve korozije oksid, koji tvori sloj na metalu ili se od njega odvaja. U prvom slučaju, koji je češći, s povećanjem debljine sloja oksidacija teče sve sporije, a u drugom se nastavlja neometano. Prema toj je koroziji jedan od najotpornijih metala čelik visokolegiran kromom i aluminijem, a najlošiji su magnezij i njegove slitine.

Elektrokemijsku koroziju uzrokuje djelovanje korozivskih galvanskih članaka nastalih na površini metala izloženoj elektrolitu. Neplemenitiji dijelovi površine pritom su anode, na kojima se metal troši ionizacijom, otapanjem u elektrolitu uz istodobno oslobađanje viška elektrona (elektrokemijska oksidacija), koji kroz metal putuju prema plemenitijim dijelovima površine, katodama, gdje se vežu s oksidansima (tzv. depolarizatorima) iz okoline (elektrokemijska redukcija). U vodenim elektrolitima najčešći su oksidansi otopljeni kisik i vodikovi kationi. Na te primarne reakcije na elektrodama korozivskoga članka obično se nadovezuju sekundarne reakcije, koje često daju čvrste produkte, među kojima je najpoznatija hrđa, smjesa hidratiranih željeznih oksida. Neki čvrsti produkti (npr. patina na bakru i njegovim slitinama), za razliku od hrđe, koče koroziju.

Korozija se razlikuje i prema obliku i mjestu razaranja materijala. Opća korozija zahvaća cijelu površinu materijala (npr. hrđanje ugljičnoga čelika u vodi i u zraku), mjestimična (lokalna) napada samo dijelove površine (npr. jamičasta korozija ili pitting nehrđajućega čelika u nekim kloridnim otopinama), interkristalna (intergranularna) prodire u materijal uzduž granica između zrna (npr. razaranja nekih nehrđajućih čelika u kiselim otopinama), a selektivna (izborna) napada samo stanovitu fazu ili komponentu složenoga materijala (npr. decinkacija mjedi u vodi). Valja spomenuti i korozivske pojave koje se očituju uz istodobne štetne utjecaje mehaničke, biološke ili druge naravi. Takva je npr. napetosna korozija, uz statička naprezanja materijala, i mikrobnna korozija, koja se odvija uz djelovanje bakterija (česta na čeliku u tlu).

Korozija uzrokuje goleme materijalne štete, a često i havarije s katastrofalnim posljedicama.



voda / cijevi / pumpa / filter

1.5 km vode struji kroz grad 3 sata, noseći sa sobom prljavštinu, lišće, smeće; pritom mijenjajući smjer njihovog kretanja, mijenjajući dosadašnje urbano okruženje, novonastali potok naposljetku nestaje u kanalizaciji. Nenajavljena intervencija Olafur Eliassona nastaje tijekom drugog Johannesburg Biennalea 1997. godine nasuprot izložbene dvorane u kojoj istovremeno izlaže seriju fotografija.

*Olafur Eliasson / Erosion / 1997.*

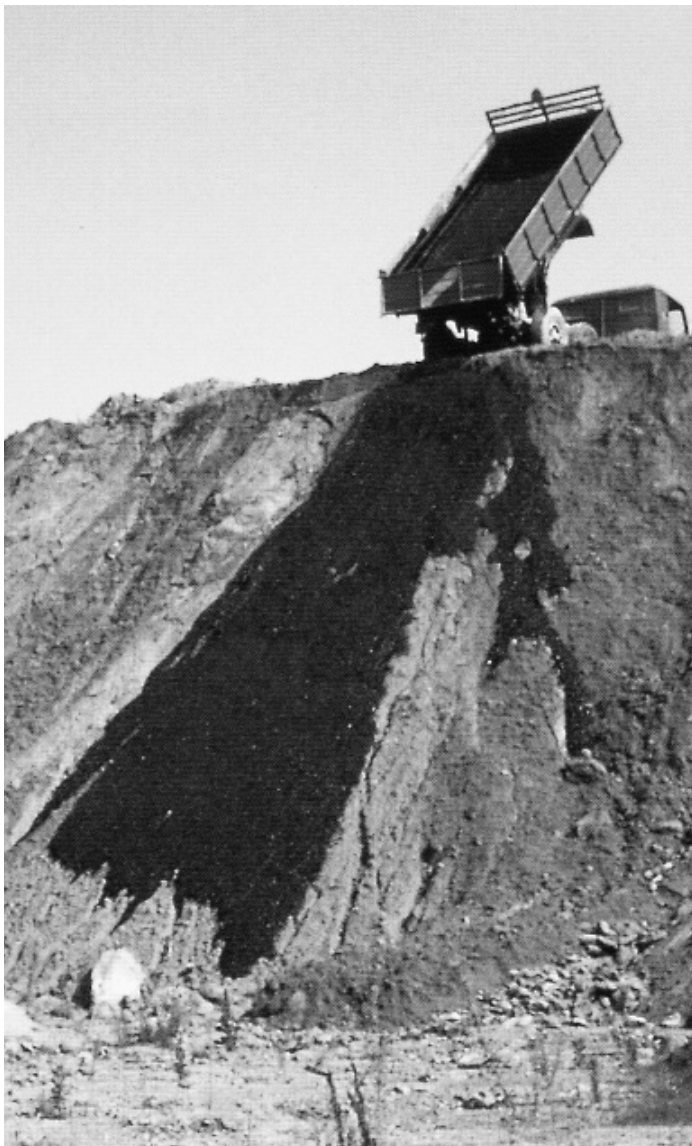
## Samobor, glavni trg.



*voda / zemlja / kamen*

Prethodno novom arhitektonskom rješenju, promjene na glavnom trgu kralja Tomislava često je vršio obližnji potok Gradna. Hirovitost tog bujičastog potoka značila je potpunu poplavljenost trga, pritom noseći goleme količine zemlje i kamena iz brdskog područja u sam centar grada. Time je protočnost vode reducirala protočnost grada.

*izlivanje potoka Gradna na Trg Kralja Tomislava / 1939.*



*asfalt*

*entropy made visible*

Robert Smithson: O.K. we'll begin with entropy. That's a subject that's preoccupied me for some time. On the whole I would say entropy contradicts the usual notion of a mechanistic world view. In other words it's a condition that's irreversible, it's condition that's moving towards a gradual equilibrium and it's suggested in many ways. Perhaps a nice succinct definition of entropy would be Humpty Dumpty. Like Humpty Dumpty sat on a wall, Humpty Dumpty had a great fall, all the king's horses and all the king's men couldn't put Humpty Dumpty back together again. There is a tendency to treat closed systems in such a way. One might even say that the current Watergate situation is an example of entropy. You have a closed system which eventually deteriorates and starts to break apart and there's no way that you can really piece it back together again. Another example might be the shattering of Marcel Duchamp Glass, and his attempt to put all the pieces back together again attempting to overcome entropy. Buckminster Fuller also has a notion of entropy as a kind of devil that he must fight against and recycle. ...

Now, I would like to get into an area of, let's say, the problems of waste. It seems that when one is talking about preserving the environment or conserving energy or recycling one inevitably gets to the question of waste and I would postulate actually that waste and enjoyment are in a sense coupled. There's a certain kind of pleasure principle that comes out of preoccupation with waste. Like if we want a bigger and better car we are going to have bigger and better waster productions. So there's a kind of equation there between the enjoyment of life and waste. Probably the opposite of waste is luxury. Both waste and luxury tend to be useless. Then other's kind of middle class notion of luxury which is often called "quality." And quality is sort of based on taste and sensibility. Sartre says Genet produces neither spit or diamonds. I guess that's what I'm talking about.

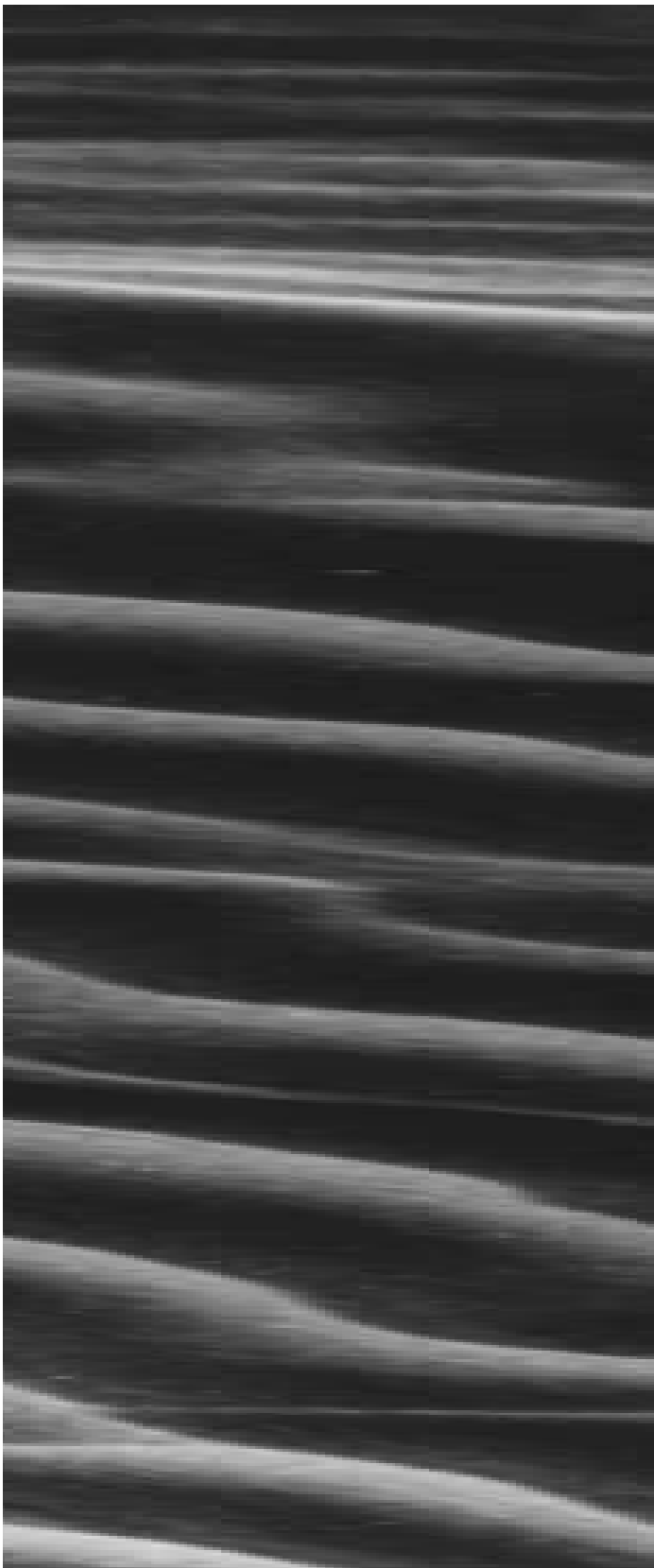
*Robert Smithson / Asphalt rundown / 1969.*





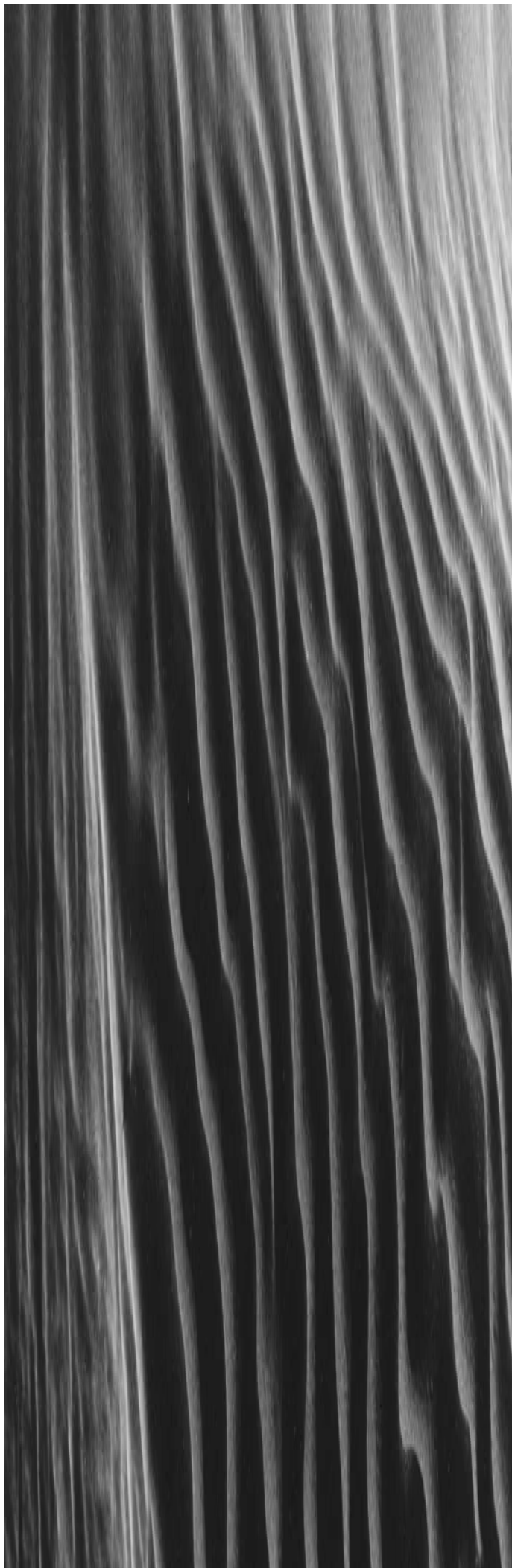
*Robert Smithson / Asphalt rundown / 1969.*





Studio Remy Zaug jedan je od antologijskih projekata švicarskog ureda Herzog de Meuron. Studio je koncipiran s dva simetrična trijema koji stvaraju ekstenziju interijera, u svrhu dobivanja radioničkog prostora neposredno ispred studija. U kontekstu istraživanja erozije, korozije i otisaka u materijalu i arhitekturi, fasada ovog primjera služi kao interesantan primjer ciljane metamorfoze materijala kroz vrijeme. Zidovi kuće izvedeni su od zaglađenog betona, s ciljem komplimentiranja fasade patricijske vile u neposrednoj blizini. Kišnica, sakupljena na krovu polagano curi po zaglađenom betonskom zidu do i curi u zemlju pokraj velikog stabla. Zbog postepene korozije sustava odvodnje, voda koja curi po zidu ostavlja trag na betonu, stvarajući uzorak po fasadi. Ovakav pristup prihvaća, čak potencira, transformaciju materijala kroz vrijeme, kroz samo djelomično kontroliran proces.

*Philip Rahm / Erosion / 1990.*

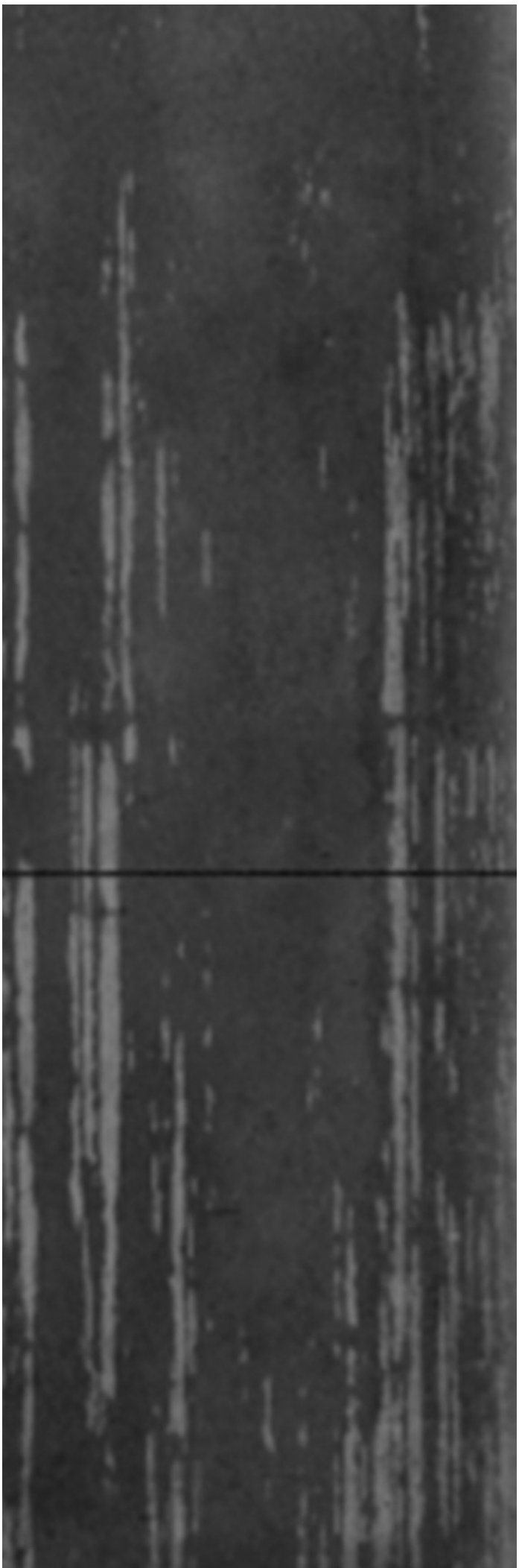


*Herzog de Meuron / Studio Remy Zaugg / 1996.*



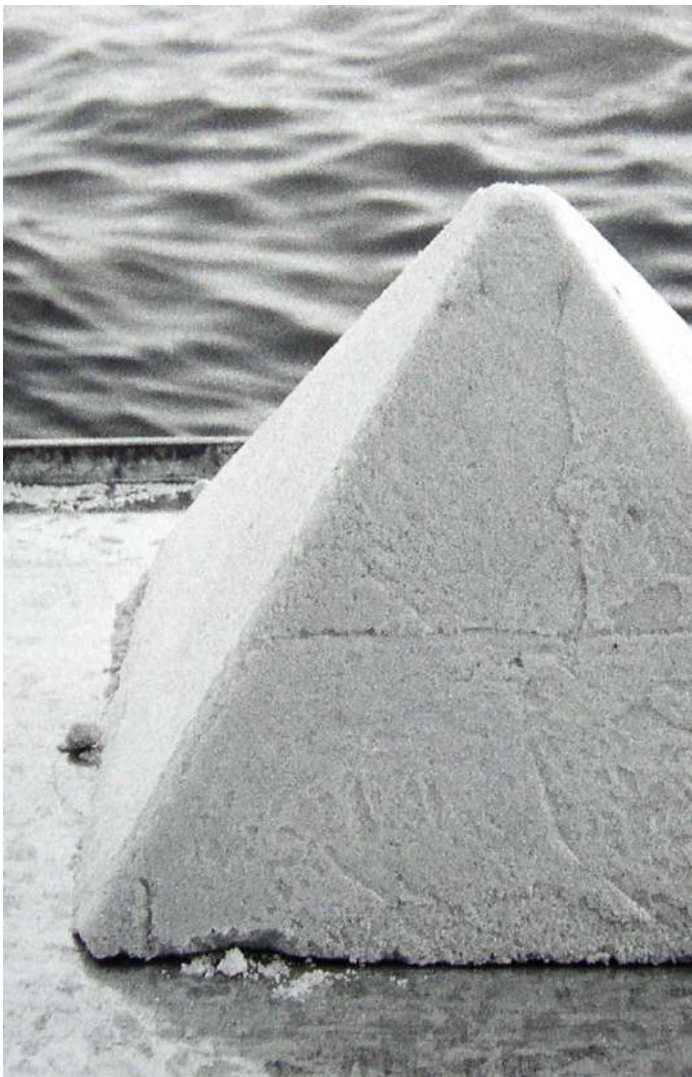
Studio Remy Zaugg jedan je od antologijskih projekata švicarskog ureda Herzog de Meuron. Studio je koncipiran s dva simetrična trijema koji stvaraju ekstenziju interijera, u svrhu dobivanja radioničkog prostora neposredno ispred studija. U kontekstu istraživanja erozije, korozije i otisaka u materijalu i arhitekturi, fasada ovog primjera služi kao interesantan primjer ciljane metamorfoze materijala kroz vrijeme. Zidovi kuće izvedeni su od zaglađenog betona, s ciljem komplimentiranja fasade patricijske vile u neposrednoj blizini. Kišnica, sakupljena na krovu polagano curi po zaglađenom betonskom zidu do i curi u zemlju pokraj velikog stabla. Zbog postepene korozije sustava odvodnje, voda koja curi po zidu ostavlja trag na betonu, stvarajući uzorak po fasadi. Ovakav pristup prihvaća, čak potencira, transformaciju materijala kroz vrijeme, kroz samo djelomično kontroliran proces.

*Herzog de Meuron / Studio Remy Zaugg / 1996.*



*Herzog de Meuron / Studio Remy Zaugg / 1996.*





„Arhitektura postoji u vremenu kako sol postoji u vodi“, s ovom premisom arhitekti Superstudija izrađuju mašinu La mogle di Lot za venecijanski biennale 1978. Pet skulptura od soli postavljene su na stol od cinka, te postepeno erodirane kroz mehanizam za kapanje vode. Jedna skulptura bila je piramida, koja je nakon otapanja, iza sebe ostavila samo žičanu konstrukciju, dok je druga bila amfiteatar, koja se nakon otapanja pretvorila u stambeno naselje. Mašina od Superstudija predstavlja kasniju fazu njihovog rada, okarakteriziran ironičnim pristupom neizbježne disolucije svake arhitekture, gdje i utopijske sturukture zamišljene od arhitekata 1960ih i 1970ih godina polagano blijede. Poput struktura od soli i one se polagano otapaju djelovanjem vremena. Mašina La mogle di Lot zauzima svoje mjesto u povijesti kao završetak Radikalne Arhitekture, nakon nestanja posljednjeg monumenta jedina gradniozna vizija kojoj težimo je slučajni susret arhitektura i života.

*Superstudio / Pinksummer / 1978.*



*Superstudio / Pinksummer / 1978.*



Sav život ovisi o vodi. Voda, koja se skuplja s krova paviljona postaje vidljiva i opipljiva dok teče kroz izložbeni prostor. PVC cijevi koje skupljaju kišnicu vode je kroz zatvoreni krug kroz paviljon. Nitko ne zna gdje je bila niti gdje će ići, kroz koja tijela ili koja mjesta je prošla kroz svoje prirodne cikluse. Kružni ciklus i fluidnost vode vežu prošlost, sadašnjost i budućnost te sprečavaju bilo koju mogućnost naše izolacije. Voda nosi vrijeme, katastrofe, život. Ona teče kroz sve dijeljene prostore.



*Danski paviljon / Venecijanski bijenale / 2021.*



*Danski paviljon / Venecijanski bijenale / 2021.*

Brišući razlike između izgrađenog i prirodnog okoliša kroz jednu jasnu gestu, danski umjetnik Olafur Eliasson, u svojoj prvoj solo izložbi nazvanoj Riverbed, unosi vanjštinu unutra. Instalacija Riverbed sastoji se od velikog i surovog krajobraza sastavljenog od korita i stijena. Za konstrukciju ušća, muzej je napunjen sa zemljom i kamenjem unutar koje je izdubljen tanki rov koji postaje ušće. Posjetioци izložbe istražuju

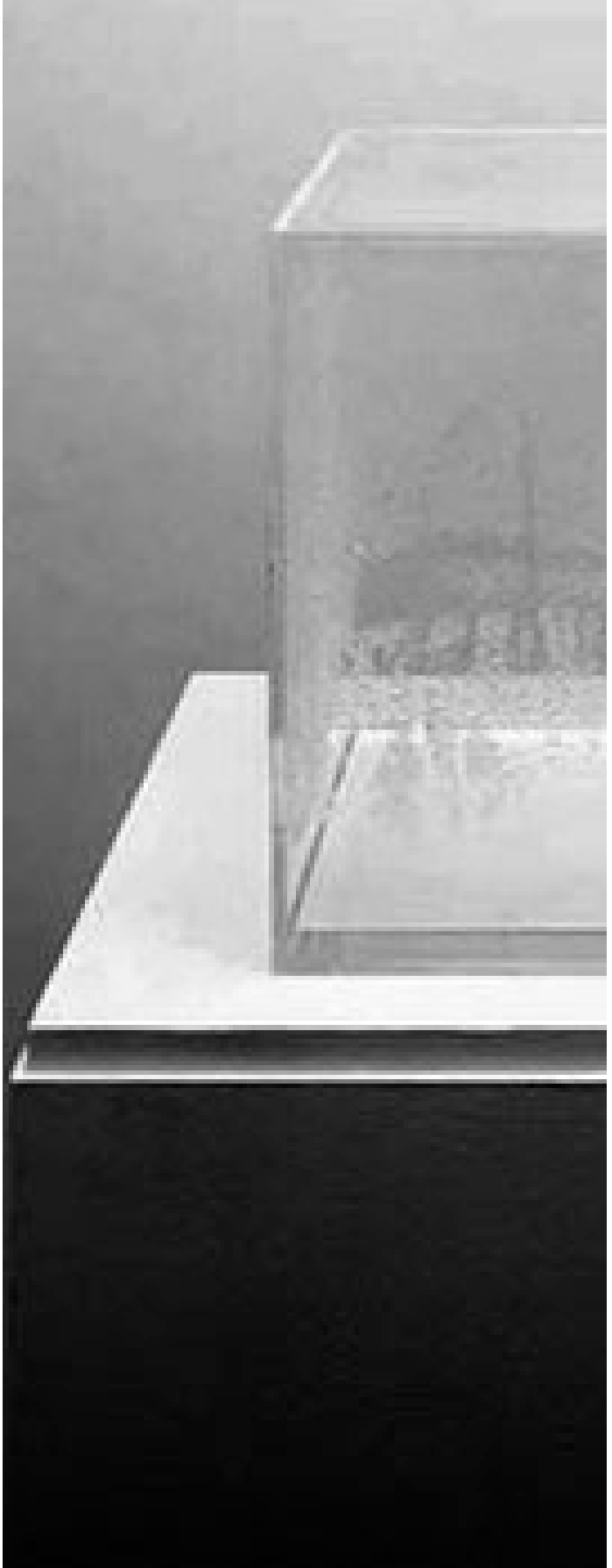


*Olafur Eliassonn / Riverbed / 2014.*



*Olafur Eliassonn / Riverbed / 2014.*

Korištenjem destilirane vode hermetički zatvorene unutar kutije od pleksiglasa, Condensation cube predstavlja prirodni ciklus koji nastavlja funkcionirati unutar zatvorenog sustava. Svjetlo, strujanje zraka i prisutnost gledatelja konstantno mijenjaju temperaturu interijera kubusa, potiču stalni ciklus evaporacije, kondenzacije i padalina unutar kubusa. Zadržavajući prirodni fenomen unutar prostora muzeja ili galerije, Haacke pretvara pasivnog gledatelja u sudionika prirodnih u kulturoloških fenomena. Za razliku od fiksne skulpture modernizam, Condensation cube postoji u stanju konstante mijene.



*Hans Haacke / Condensation cube / 1963.*



*Hans Haacke / Condensation cube / 1963.*



**eksperiment**





*prvotna natruha eksperimenta*

simulacija erozije

v

kapanje

v

otopina

v

nagrizanje

v

otapani objekt

v

otisak

v

negativ

v

pozitiv

v

oštećenja

v

plemenitost istih

.



## 01

Prvi korak pristupa istraživanja bio je izrada naprave za erodiranje materijala. Naprava je sačinjena od jednostavnog čeličnog okvira i čelične mreže, unutar koje su postavljene sustavi za infuziju kako bi se omogućilo postepeno i kontrolirano kapanje otopina po uzorcima materijala.

## 02

Prvotno korišteni materijal bio je gips, no kroz eksperimente gips se pokazao nedovoljno trusan za vremenski ograničeni eksperiment. Kasnije su isprobani razni omijeri gipsa i pijeska, gipsa i mrvljene opeke, te također gipsa i XPS-a ili gume.

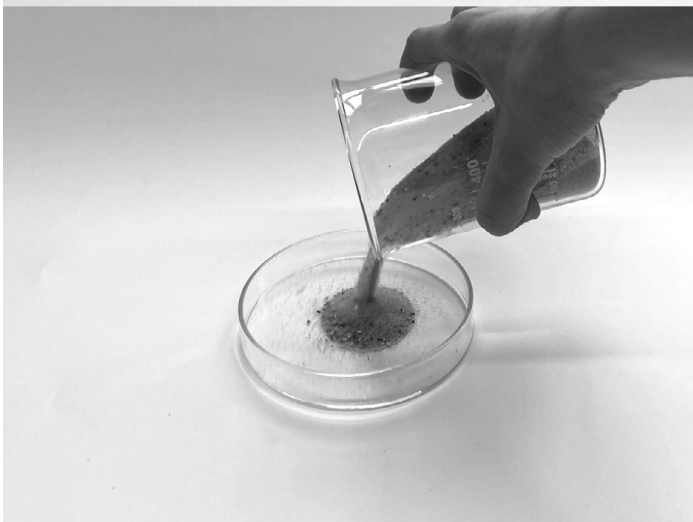
## 03

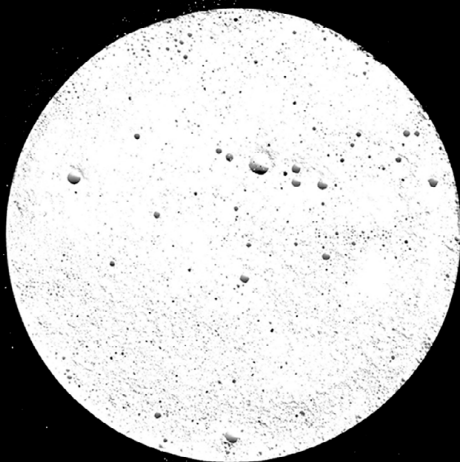
Najčešće korišteno otapalo prvotno je bila fiziološka otopina, iz pragmatičnih razloga poput kontrole intenziteta i vremena kapanja, zahvaljujući modificiranom sustavu infuzije. Kasnije su također korištene otopine poput acetona zbog agresivne reakcije s XPS-om





*postupak*





Sastav materijala:

- gips

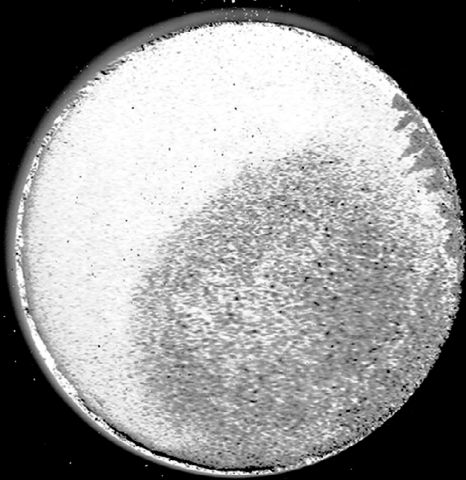
100%

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min



Sastav materijala:

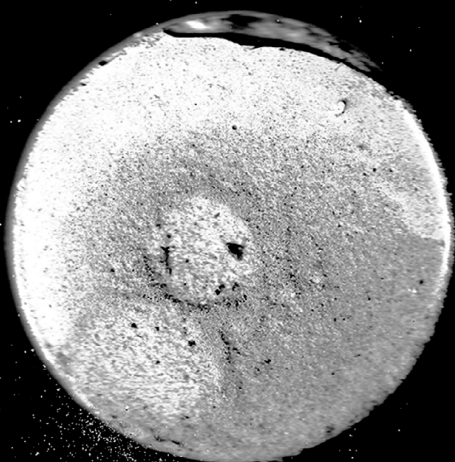
- gips 50 %  
- pijesak 50 %

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min



Sastav materijala:

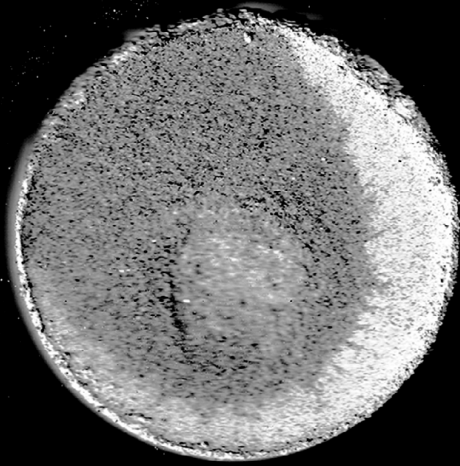
- gips	75 %
- pijesak	25 %

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min



Sastav materijala:

- gips	90 %
- pijesak	10 %

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min





Sastav materijala:

- gips	33.3 %
- opeka	33.3 %
- pijesak	33.3 %

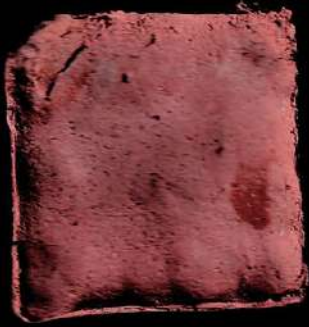
Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min





Sastav materijala:

- glina 100 %

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min



Sastav materijala:

- glina

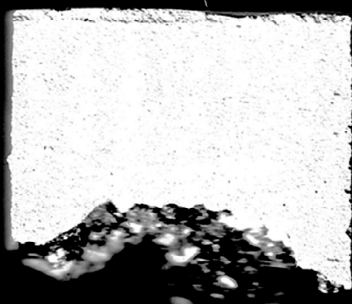
100 %

Otapalo:

Fiziološka otopina ( NaCl ):

-0.5 l / 3 h = 0.05 ml / s

Vrijeme erodiranja = 160 min



Sastav materijala:

- XPS 100 %

Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

-44.34 ml

Vrijeme erodiranja = 0.7 s



Sastav materijala:

- XPS 100 %

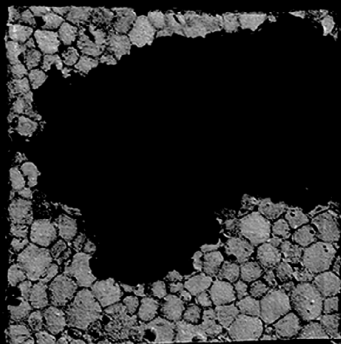
Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

-73.94 ml

Vrijeme erodiranja = 0.7 s





Sastav materijala:

- XPS

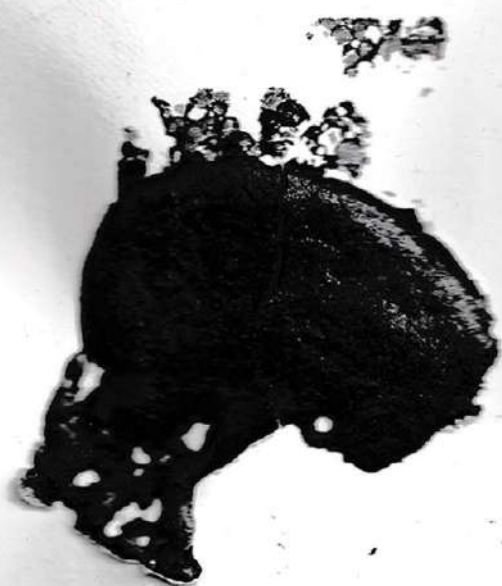
100 %

Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

-103.6 ml

Vrijeme erodiranja = 0.7 s



Sastav materijala:

- XPS

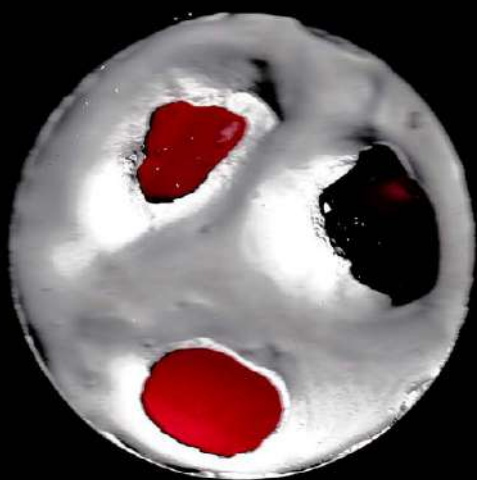
100 %

Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

-162.66 ml

Vrijeme erodiranja = 0.7 s



Sastav materijala:

- gips t

50 %

- guma ( $C_5H_8$ )

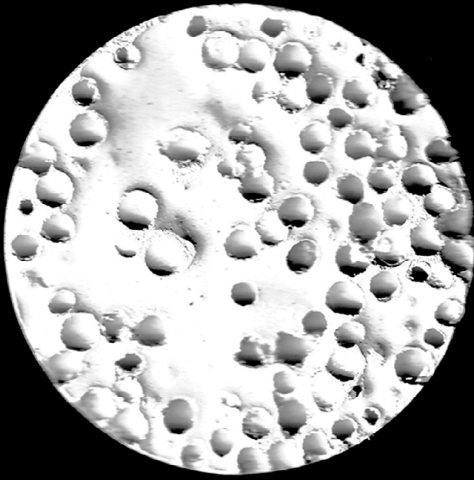
50 %



Sastav materijala:

- gips ( $\text{CaSO}_4$ )  
- guma ( $\text{C}_5\text{H}_8$ )

50 %  
50 %



Sastav materijala:

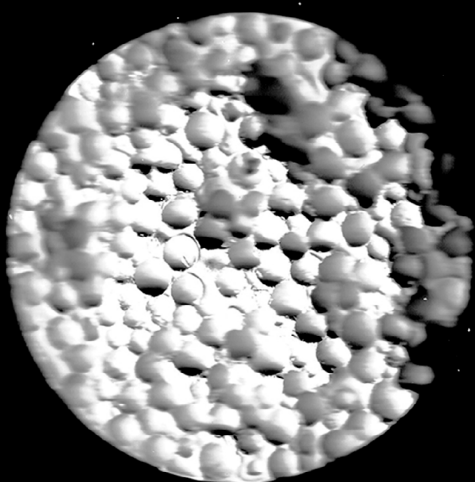
- gips 50 %  
- XPS 50 %

Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

-147.88 ml

Vrijeme erodiranja = 0.7 s



Sastav materijala:

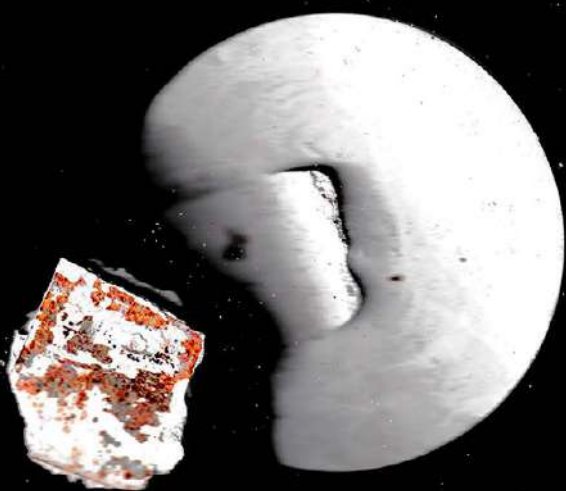
- gips	80 %
- XPS	20 %

Otapalo:

Aceton ( $C_3H_6O$ ):

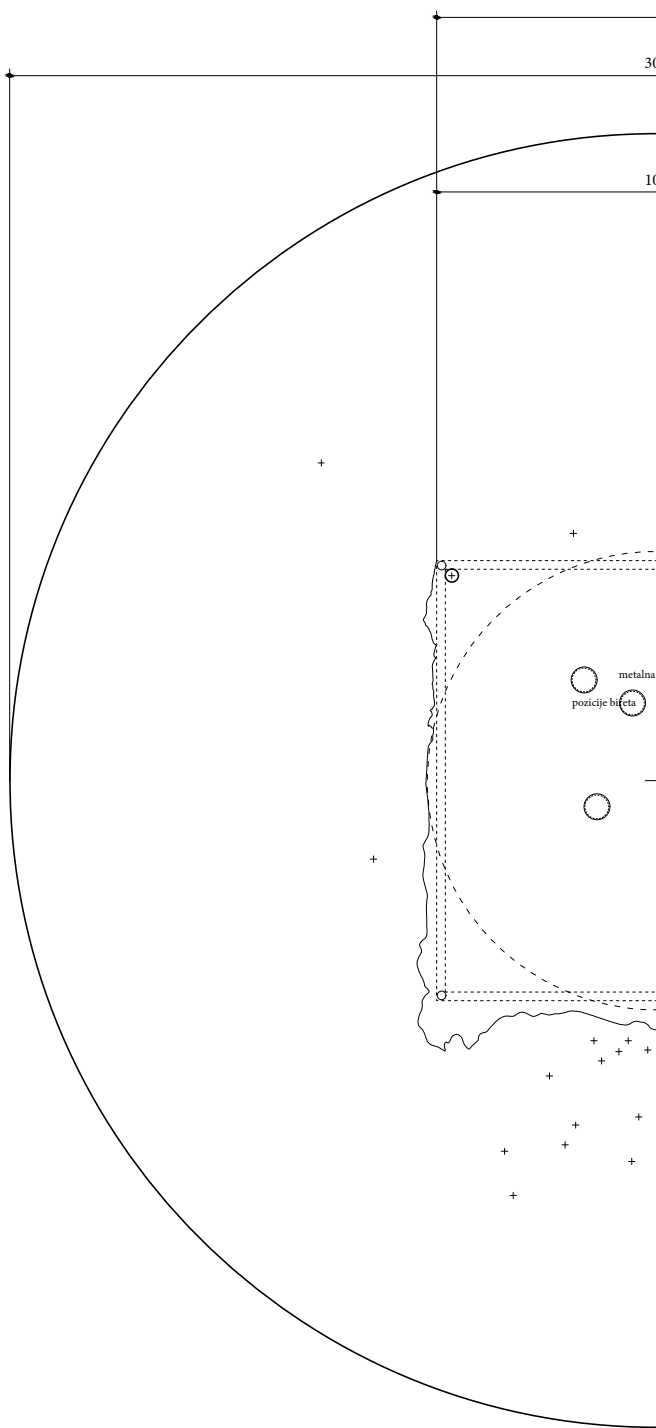
-192.32

Vrijeme erodiranja = 0.7 s

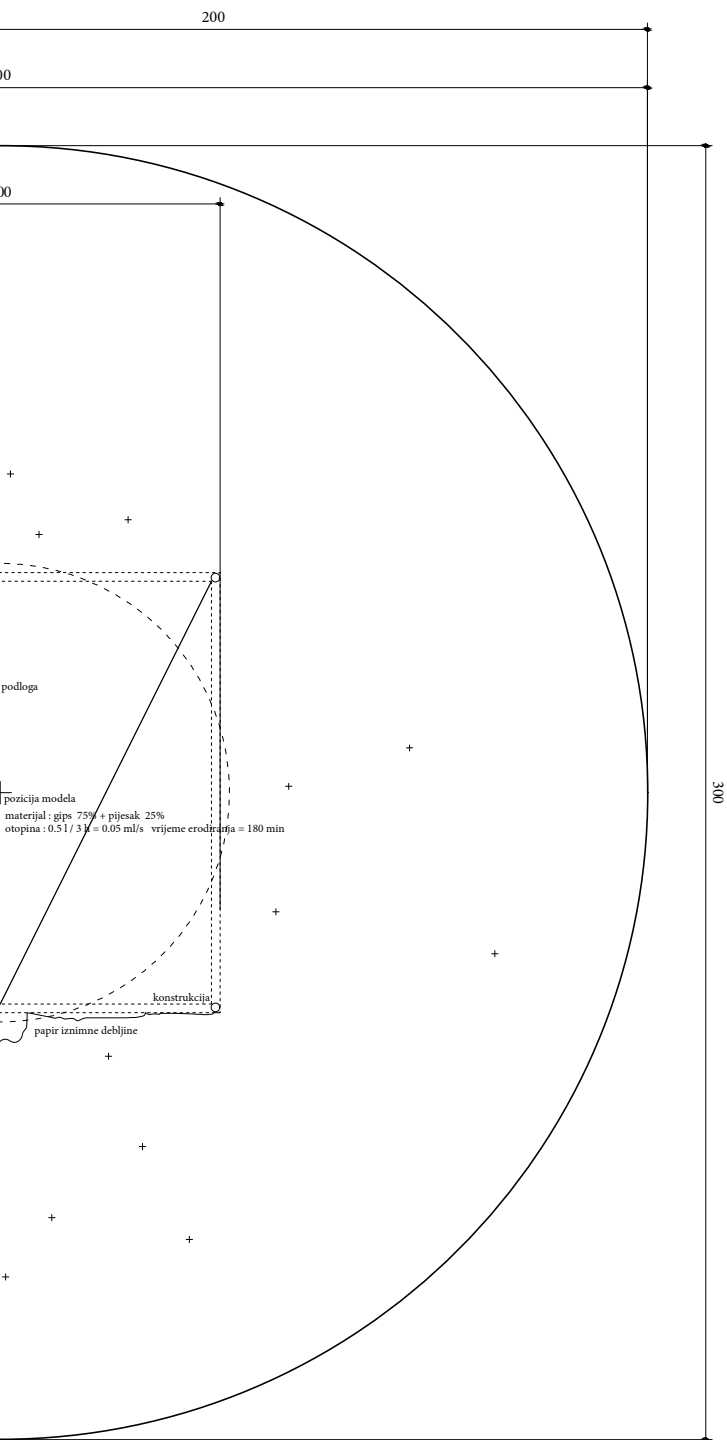








nacrt instalacije



*nije u potpunosti podudaran s izvedenim*

**spekulacija**









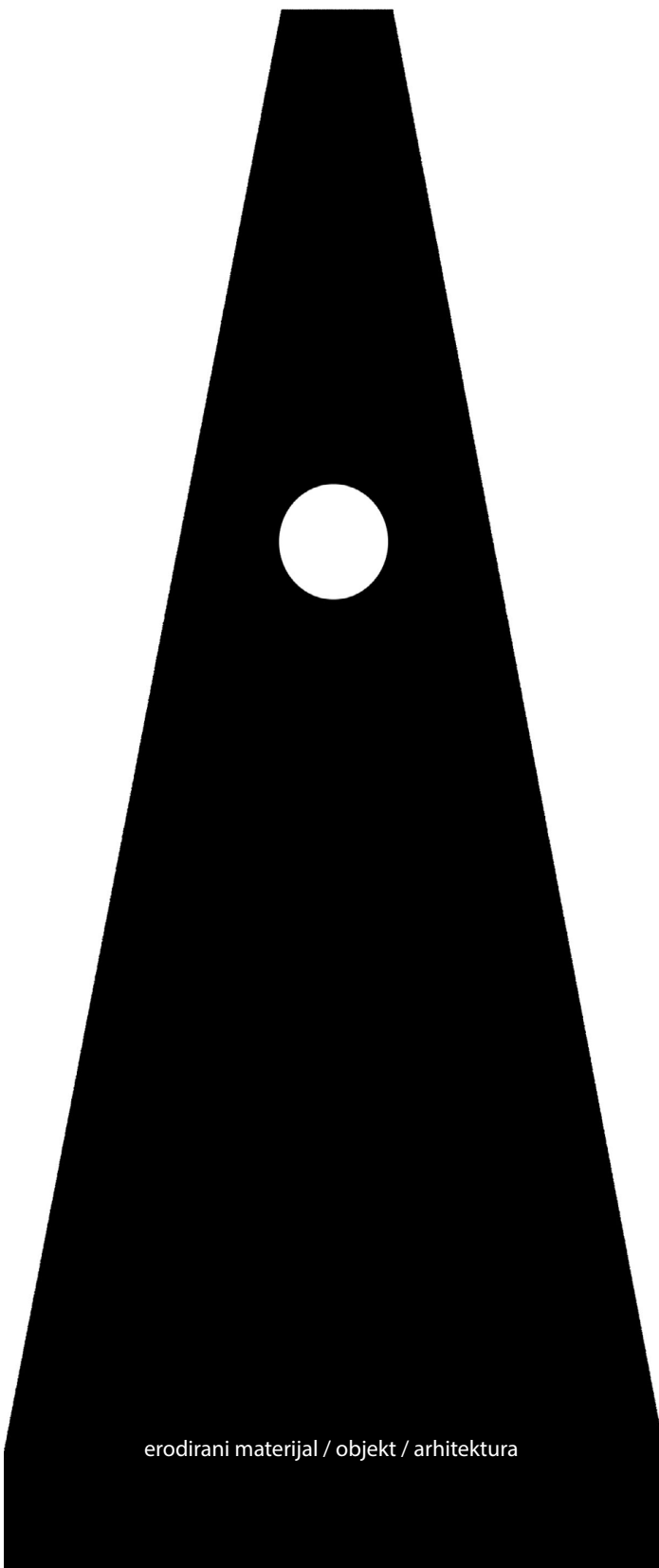












erodirani materijal / objekt / arhitektura

otisak procesa na tlu

**plemenitost destrukcije**

spekulacije o materijalu  
**otisak / erozija**

+ posebna zahvala Hrvoju Spudiću

erodirano : korodirano : ruinirano : zatečeno : nagrizenno  
: ono je plemenito u materijalu

*Barać + Lauc isp 2122 Protić*



## spekulacije o materijalu **biorazgradivo**

**RAZGRADITI, RAZGRADNJA, RAZGRADIVO, BIORAZGRADIVO, BIORAZGRADNJA, KOMPOSTABILANO, REKILIRATI, REKILAZA, BIOBIO** su niz riječi koje utječu na naše odabire u kupnji, misleći da činimo razliku i brinemo za okoliš, vjerujemo da će biorazgradiva plastika nestati bez traga i nikakvog utjecaja na zemlju. Istina, bioplastika je bolji izbor, no njena razgradnja također traje dugo i utječe na okoliš. Doneseni zaključak nameće pitanje "Što je posve razgradivo? Za koji materijal smo sigurni da će se razložiti s minimalnim utjecajem i postoji li tvar koja će se razložiti i ostaviti pozitivan trag?" Logičan odgovor je ono prirodno, ono što iz same prirode dolazi, u nju se može i vratiti. Jedan od primjera je otpad hrane, točnije otpad voća. Otpad voća je specifičan jer je dio velike proizvodnje i neizostavni je element u tvornici voćnih sokova. Njegova masivna produkcija omogućava iskorištavanje, recikliranje ukoliko otpad ima vrijedna svojstva. Niz proizvođača koji su u svoju uporabu uvrstili otpad voća kao dio kompozita za stvaranje određenog proizvoda, pokazuje da ovaj materijal ima što ponuditi.

Istraživanje se bavi upoznavanjem ove, svima poznate materije koja dobiva status materijala. Proučavanje prirodnih zakonitosti i svojstava kore voća i njegove postojeće uporabe otvara spekulacije o uporabi, koristi, nepresušnog materijala, otpada voća.

BIO grč. Bíos: život

+

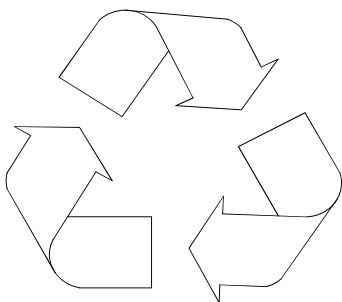
RAZGRADITI svrš. <Prez. Ràzgrādīm, pril. Pr. -Īvši, prid. Trp. Ràzgrāđen>  
1.(Što) a. Porušiti ono što je sagrađeno b. Pren. Uništiti, upropastiti kakvo djelo [razgraditi djelo otaca]

2. (Se) kem. Rastaviti (se), razložiti (se) na sastavne dijelove, elemente =BIORAZGRADIVOST\_KEMIJSKI PROCES PRI KOJEM SE MATERIJAL OTOPI BAKTERIJAMA ILI DRUGIM BIOLOŠKIM ELEMENTIMA. BIORAZGRADIV MATERIJAL MOGU KONZUMIRATI MIKROORGANIZMI I PRETVORITI U SPOJEVE KOJI SU PRIRODNI.



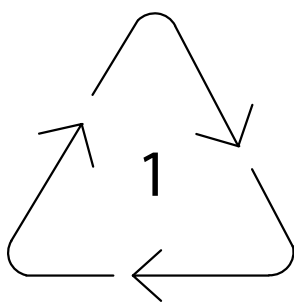
# biorazgradivo recikliranje plastike

**Recikliranje** je međunarodno priznati pojam koji nam ostavlja pozitivnu konotaciju, u kombinaciji s pojmom **plastike** ohrabruje nas u njenom korištenju. Mogućnost **recikliranja plastike** ne znači nužno da se ono i provodi. Zavaravanje da se svaka **plastika** reciklira je rezultat marketinga proizvođača **plastike** koji su vješto osmislili simbole pojedinih vrsta **plastike** čiji nas izgled asocira na međunarodni simbol **recikliranja**.



UNIVERZALNI SIMBOL ZA  
**RECIKLIRANJE** (U+2672)  
UNIVERZALNI SIMBOL  
**RECIKLAŽE** ILI U+267B  
CRNI UNIVERZALNI SIMBOL  
**RECIKLAŽE** U UNICODEU)

MEĐUNARODNO JE  
PRIZNAT ZA AKTIVNOSTI  
**RECIKLIRANJA**.

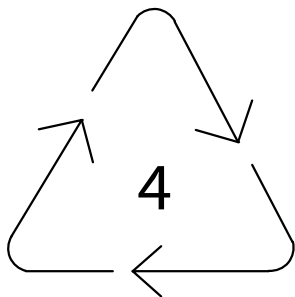


## PETE

POLIETILEN TEREFTALAT  
**PLASTIČNE** BOCE ZA PIĆA I  
SLIČNA AMBALAŽA.

NAJČEŠĆE KORIŠTENNA VRSTA  
**PLASTIKE**, NAMIJENJENA ZA  
JEDNOKRATNU UPORABU.

**R E C I K L I R A N J E**  
**B I O R A Z G R A D N J A**

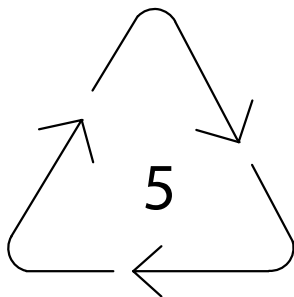


## LDPE

POLIETILEN NISKE GUSTOĆE  
**PLASTIČNE** BOCE, VREĆICE,  
TKANINE I NAMJEŠTAJ

VRLO RIJETKO SE **RECIKLIRA**.

**R E C I K L I R A N J E**  
**B I O R A Z G R A D N J A**

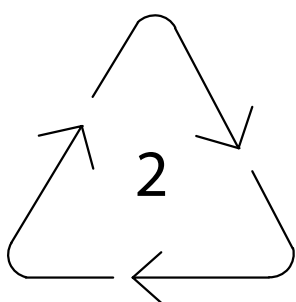


## PP

P O L I P R O P I L E N  
CIJEVI, KONTEJNERI,  
ARMATURA, KUĆIŠTA,  
JEDNOKRATNE PELENE, VREĆICE  
ZA ČIPS I SLAMKE

VRLO RIJETKO SE **RECIKLIRA**.

**R E C I K L I R A N J E**  
**B I O R A Z G R A D N J A**

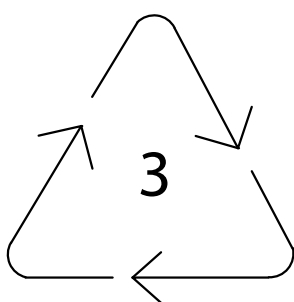


## HDPE

POLIETILEN VISOKE GUSTOĆE  
BOCE ZA DETERDŽENT,  
ULJE, SOKOVI I SL, IGRAČKE I  
POJEDINE VREĆE

SMATRA SE NAJSIGURNIJOM  
VRSTOM **PLASTIKE** TE JE  
POGODNA JE ZA VIŠEKRAATNU  
UPORABU.

~~RECIKLIRANJE~~  
BIORAZGRADNJA

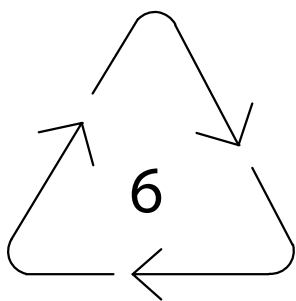


## PVC/V

POLIVINIL KLORID  
ŠIROKA UPOTREBA OD  
AMBALAŽA, NAMJEŠTAJA,  
AUTO DIJELOVA, MEDICINSKIH  
POMAGALA PA SVE DO  
GRAĐEVINSKIH MATERIJALA.

VRLO RIJETKO SE **RECIKLIRA**.

~~RECIKLIRANJE~~  
BIORAZGRADNJA

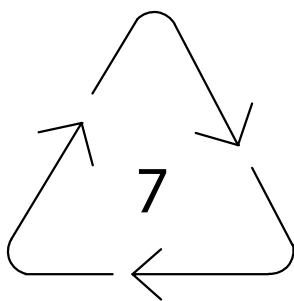


## PS

POLISTIREN  
**PLASTIČNO** POSUĐE,  
KARTONI ZA JAJA, CD I  
DVD KUĆIŠTA, KUĆIŠTA ZA  
DETEKTORE DIMA, IZOLACIJU,  
TVRDA AMBALAŽA

VRLO RIJETKO SE **RECIKLIRA**.

~~RECIKLIRANJE~~  
BIORAZGRADNJA

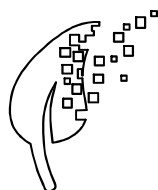
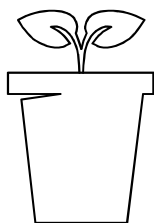
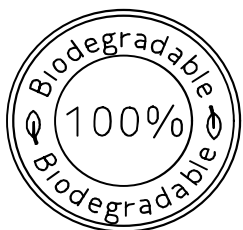
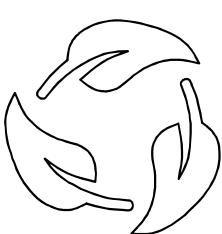


## OTHER

SVA OSTALA **PLASTIKA**  
KOJA NIJE UKLJUČENA U  
PRETHODNE SKUPINE.

~~RECIKLIRANJE~~  
BIORAZGRADNJA

# biorazgradivo bioplastika

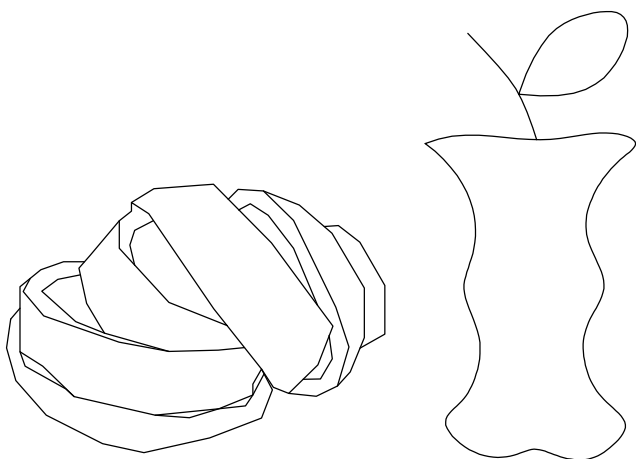


Materijal se definira **biorazgradivim** kada se podvrgne enzimskoj aktivnosti mikroorganizama i uspije se razgraditi u jednostavnije tvari; u ugljikov dioksid i vodu, uz nešto stabilnog organskog ostatka (biomase) i uz oslobađanje energije. Danas se etiketa **biorazgradivog** ili **razgradivog** nalazi na sve više proizvoda uključujući i one plastične. Velik broj **biorazgradivih polimera** sintetizirano je u novije doba zahvaljujući pronalasku različitih mikroorganizama i enzima koji su sposobni provesti proces razgradnje takvog polimernog materijala.

To je stanje u laboratorijima i idealnim uvjetima gdje vrijeme razgradnje svake **bioplastike** ide do godinu dana. U prirodi mikroorganizmi ne uspiju razgraditi cijeli polimer (ovisi o vrsti), a njegova **razgradnja** traje i duže od godinu dana.



## biorazgradivo **voće**



46% proizvedenog **voća** i povrća u svijetu propadne i postaje otpad, uz to industrije sokova proizvedu otpada koliko su i upotrijebili **voća**. Otpad od **voća** i povrća ukoliko se odmah ne upotrijebi može se reciklirati, kompostirati. Niz proizvoda koji se mogu dobiti od otpada **voća** su ušćerena kora, ulje, pektin, enzimi, vino/ocat.

Velika većina otpada **voća** čini kora. Kora ili koža vanjski je zaštitni sloj **voća** ili povrća koji se može oljuštiti. Ovisno o debljini i okusu **voćna kora** se ponekad jede kao dio **voća**, (na primjer jabuka). U nekim slučajevima kora je neukusna i nejestiva, u tom se slučaju uklanja i odbacuje (grejp ili banana).

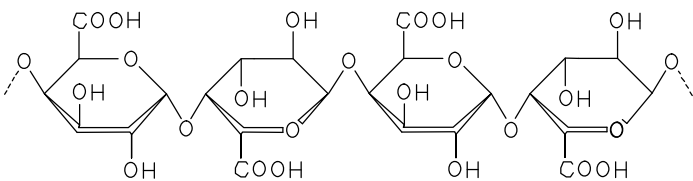
Kora agruma je gorka i najčešće se ne jede sirova ali se koristi u kuhanju, u gastronomiji vanjski obojeni dio kore se naziva korica i često se upotrebljava kao dodatak arome.

Kora **voća** sastoji se od endokarpa, mesokarpa i eksokarpa. Eksokarp je vanjski tanki obojeni sloj, mesokarp je unutarnji dio kore (npr. bijeli u agruma) i endokarp je membrana koja obavija pulpu.



# biorazgradivo

## pektin



**Pektini** su heteropolisaharidi koji se nalaze u ćelijskom zidu biljaka. Samo ime **pektin** potječe od grčke riječi "pektos" koja u prijevodu znači želiran, ukrućen. **Pektin** je vrlo složena molekularna struktura koja se može klasificirati na **protpektin, pektinska kiselina, pektininska kiselina, pektin**.

**Pektini** se međusobno razlikuju u dužini polimernog lanca, kompleksnosti kao i strukturi monosaharidne jedinice. U kiselim uvjetima **pektini** formiraju gel. Zbog te pojave koristi se kao jestivi agens za želiranje, taj efekt se koristi za proizvodnju demova, želea i sličnih proizvoda.

**Pektin** je polimer koji se sastoji od galakturonske kiseline kao monomera. Glavni lanac polimera može biti kombiniran o sa razmnožnim grupama. **Pektin** je polimer koji se sastoji od galakturonske kiseline kao monomera. Glavni lanac polimera može biti kombiniran i sa razmnožnim grupama. Karboksilne grupe galakturonske kiseline mogu biti esterificirane ili amidirane. Općenito **pektin** kao polimer galakturonske kiseline može sadržavati tri glavna polisahidna tipa: Poligalakturonan, koji je polimeriziran od ponovljenih d-galakturoniskih kiselina monosaharidne podjedinice. Ramnogalakturonan I6, koji je alternativno sastavljen od l-ramnoze i d-galakturonske kiseline kao podmonomernih jedinica, Ramnogalakturonan II, koji je kompleks, visoko razgranatih polisahrida. Skeletnu osnovu **pektinskih** materija predstavlja poligalakturonska kiselina. Ona je polimer ostataka d-galakturonske kiseline, međusobno povezanih 1,4-l-galaktozidnom vezom. Poligalakturonska kiselina je najprostije jedinjenje ove grupe materija.

**Pektinske** jestive folije uklopljene s prirodnim antimikrobima imaju potencijalnu primjenu u konzerviranju hrane kao aktivni materijali za pakiranje. Kombinacija **pektina** s drugim biopolimerima kao što su želatina i škrob obično se koristi za razvoj jestivih filmova

Domaći **pektin** se dobiva ukuhavanjem otpada voća, najčešće jabuka i limuna. Dobiveni pektin je gelasta tekućina koja se čuva u hladnjaku. Komercijalni **pektin** nalazimo u obliku bijelog amorfnog praha. U hrani **pektin** nosi oznaku "E 440"

# biorazgradivo kompozit

## izrada bioplastike kod kuće

sastojci:

1 žlica kukuruznog **škroba**

1 žličica **octa**

1 žličica **glicerina**

4 žličice vode

upute:

1\_Dodajte sve sastojke i promiješajte.

2\_Stavite sve sastojke u tavu i promiješajte lopaticom.

3\_Miješajte dok se ne riješite većine grudica u smjesi. U tom će trenutku biti mliječno bijela i dobro vodenasta.

4\_Stavite posudu na štednjak i stavite vatru na srednje nisku.

5\_Stalno miješajte dok se smjesa zagrije. Neka počne kuhati. Kako se smjesa zagrijava, postat će prozirnija i zgusnuti se.

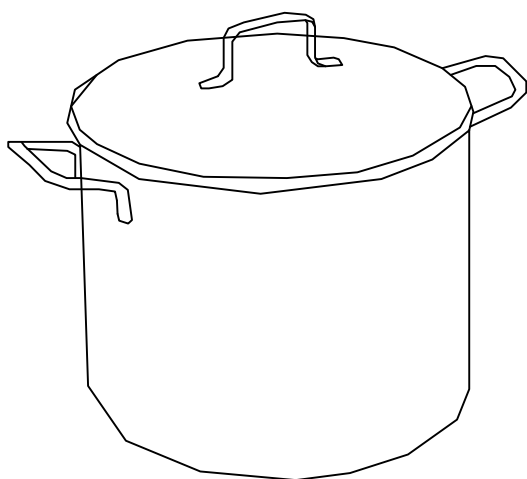
6\_Smjesu izlijte na papir za pečenje ili aluminijsku foliju.

7\_Zagrijanu smjesu rasporedite po komadu pergament papira ili aluminijske folije da se ohladi.

8\_Ako želite oblikovati plastiku u nekom obliku, učinite to dok je još vruća.

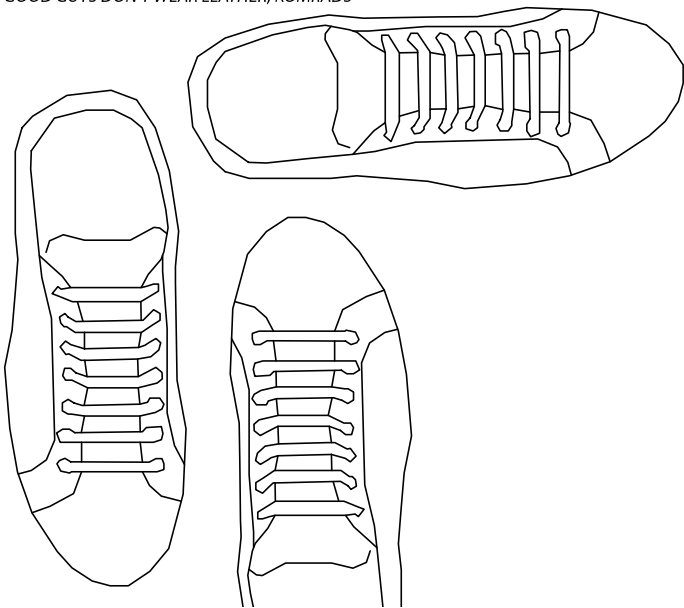
9\_Neka se plastika osuši najmanje dva dana. Trebat će vremena da se osuši i stvrdne, što će se dogoditi dok se hladi. Sušenje plastike može potrajati dulje, ovisno o njenoj debljini.

velike molekule celuloze, poput **škroba**, imaju dugi lanac polimera. U ovom eksperimentu dva sastojka mijenjaju svojstva polimerne plastike. Dodavanjem male količine **octa** razbijaju se neki od polimernih lanaca čineći plastiku manje lomljivom. **Glicerina** djeluje kao plastifikator koji "podmazuje" plastiku. Ako želite da je plastika podatnija dodajte više **glicerina**. Ako želite da plastika bude čvrsta, dodajte manje **glicerina**.



## biorazgradivo koža

Niz proizvođača produkata od kože danas prelazi na vegansku varijantu, u kojoj se koristi zamjena za životinjsku kožu. U potrazi za što isplativijim materijalom otkrili su potencijal otpada voća koje u kombinaciji s gumom postaje adekvatna zamjena. Neki od proizvođača koji koriste vegansku zamjenu za kožu od otpada voća su : *VEERAH, ALLÉGORIE, SAMARA, GOOD GUYS DON'T WEAR LEATHER, KOMRADS*



Nadomjestak životinjske **kože** izrađuje se miješanjem otpada jabuke s prirodnom gumom i nanošenjem na tekstilnu podlogu od pamuka i drvenih vlakana prije nego što se završi zaštitnim premazom, stvarajući troslojnu strukturu koja se može rastaviti na kraju životnog vijeka

*Leap, beyond leather, tehnika, 2021*



Nakon eksperimentiranja s različitim vrstama voćnog otpada, Meerkerk i De Boon utvrdili su da je mango najprikladniji za proizvodnju njihovog materijala, koji se također naziva Fruit leather Rotterdam. Ovaj materijal namijenjen je kao alternativa **koži** životinjskog podrijetla.

*Fruit leather, tehnika, 2020*



Materijal je djelomično recikliran, izrađen od prirodnog biološkog struka i veganski je. Prije svega, otpad od jabuka prikuplja se od poljoprivrednika u regiji Sjeverne Italije, zatim se suši i usitnjava jedinstvenom metodom kako bi se osigurala čistoća i čistoća, dodaju se i proteini za povećanje mase. Na kraju se kremasta tekuća masa boja i dodaje na platnenu podlogu, te se skupa suše i oblikuju po željama kupca. Proizvodnju je patentirao Frumat.

*Apple Leather, tehnika*



## biorazgradivo eksperimenti

U sklopu What the matter 2.0, projekta u kojem 6 dizajnera surađuje sa 6 proizvođača dizajniran je Slam!. Slam je bioplastična tegla koja se može kompostirati a izrađena je od otpada jabuke.

*Slam!, Henriksson&Lindgren, tehnika, 2021*



Studentice diplomskog studija Instituta Pratt Charlotte Böhning i Mary Lempres dizajnirale su kolekciju ugljičnih filtera za vodu napravljenih u potpunosti bez fosilnih goriva, koristeći otpad iz vlastitih kuhinja.

*the Storm, Charlotte Böhning and Mary Lempres 2021*



Tekstilna dizajnerica Sne Tak tijekom lockdowna eksperimentirala je sa bioplastikom na bazi kućnog otpada ponajviše voća.

*Lockdown Bioplastic, Sne Tak, 2020*



## biorazgradivo istraživanja

Lobke Beckfeld i Johanna Hehemeyer-Cürten

Sonnet 155 je nadogradnja na običnu papirnatu vrećicu. Izrađen je od kompozita dviju sirovina: celuloznog proizvodnog otpada iz tekstilne industrije i pektina, biljnog polisaharida ekstrahiranog iz ostataka kože koji su nusproizvod proizvodnje sokova. Oba materijala mogu se nabaviti lokalno i – u kombinaciji – donijeti održivu inovaciju materijala potpuno integriranu u biološki životni ciklus. Kompozit ima vizualni i haptički izgled prozirne kože s prednošću konačne biorazgradnje u vodi ili tlu.

Dizajn torbe slijedi minimalistički pristup kako bi se poboljšala njezina tekstura i prozirnost. Dakle, elegantan oblik pretvara materijal u poželjan proizvod, koji predstavlja održivost kao poslasticu, a ne teret.

*SONNET 155, Lobrke Beckfeld | Johanna Hhehemeyer-Curten, tehnika, 2021*



“Ohmie” Krill Designa je kompostabilna svjetiljka napravljena od kora naranče iz pokrajine Messina koje se osuše, samelju u prah i dodaju biopolimernoj bazi biljnog škroba. Taj se kombinirani materijal oblikuje u pelete koji se koriste u procesu 3D ispisa koji kreira živopisne tvari u teksturiranu nijansu i bazu. Zbog svog organskog podrijetla, minimalna svjetiljka nalik na kožu neznatno varira u boji kako stari, pa čak i zadržava svoj prepoznatljivi citrusni miris.

*Ohmie, KrillDesign 2021*





Dizajniranje i izrada od otpada hrane u Barceloni pod nazivom 'Remix el Barrio' je lokalni ekosustav 'proizvođača hrane otpadnog materijala' koji dizajnira niz proizvoda od biomaterijala i iskustava iz viška hrane i otpada. Suraduju sa FablabBarcelona koji se također bavio istraživanjem otpadnog materijala.

*Remix El Barrio*



Squeeze The Orange je projekt kreiran kao odgovor na otvoreni poziv, Remix el Barrio, od strane SISCODE - El Barri Circular, kako bi se ponovno zamislilo što je moguće napraviti od lokalno proizvedenog otpada hrane. Upotrijebili su narančinu koru kako bi stvorili novi bioplastični tekstil koji bi se mogao koristiti u sličnoj primjeni kao i koža.

*Squeeze The Orange, Susana Jurado, Elisenda Jaquemot and Nuria Bonet  
FABLABBARCELONA 2021*



# biorazgradivo izvori

**Biorazgradivi** polimeri privlače veliku pažnju kao materijali koji nalaze široku primjenu; ambalažni materijali, u poljoprivredi, farmaciji i medicini. Razlikuju se dvije vrste polimera : sintetski i prirodni polimeri. Polimeri se proizvode od sirovina dobivenih iz naftnih, neobnovljivih izvora ili bioloških, obnovljivih izvora. Vjeruje se da će se primjenom **biorazgradivih** polimernih materijala smanjiti potreba za proizvodnjom sintetskih polimera te postići pozitivan učinak kako s ekološkog tako u ekonomskog pogleda.  
*Biodegradation of wasted bioplastic in natural and industrial environments, Adele Folino, Aimiilia Karageorgiu, Paolo Calabro, 2020*

Postoje jasni dokazi da se odbačene vrećice za jednokratnu upotrebu nakupljaju u okolišu. Kao rezultat toga, razvijene su različite plastične formulacije koje govore da brže propadaju i/ili imaju manje utjecaja na okoliš jer je njihova postojanost kraća. Ova studija ispitala je **biorazgradive, okso\_biorazgradive, kompostabilne**, i polietilenske materijal e visoke gustoće (tj. obična plastična vrećica) u razdoblju od 3 godine. Međutim, isti tip vrećice za **kompostiranje** i dalje je bio prisutan u tlu nakon 27 mjeseci, ali više nije mogao držati težinu bez kidanja. Nakon 9 mjeseci izlaganja na otvorenom, sav materijal vrećice se raspao u fragmente. Rezultati su zajedno pokazali da se ni na jednu vrećicu ne može pouzdati da će pokazati bilo kakvo značajno pogoršanje tijekom razdoblja od 3 godine u svim okruženjima. Stoga nije jasno da **okso-biorazgradive** ili **biorazgradive** formulacije pružaju dovoljno napredne stope propadanja da bi bile korisne u kontekstu smanjenja morskog otpada u usporedbi s konvencionalnim vrećama.

*Environmental Deterioration of Biodegradable, Oxo-biodegradable, Compostable, and Conventional Plastic Carrier Bags in the Sea, Soil, and Open-Air Over a 3-Year Period, I.E. Napper & R.C. Thompson, 2019*

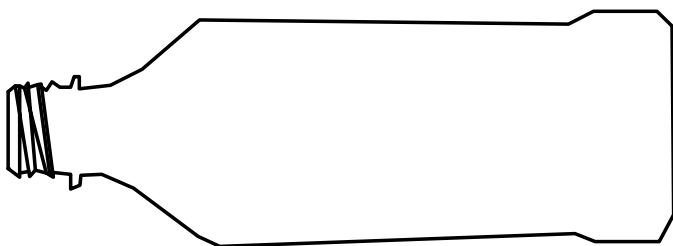
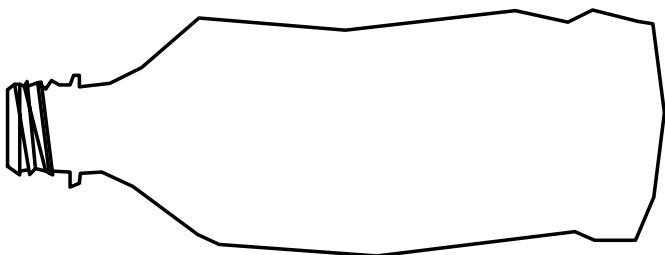
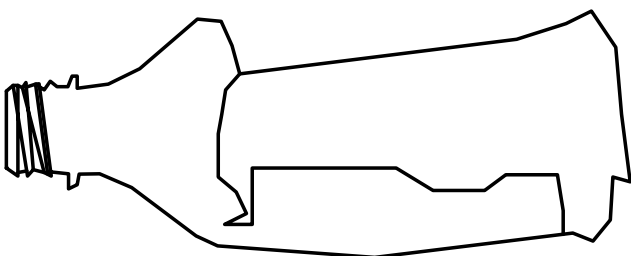
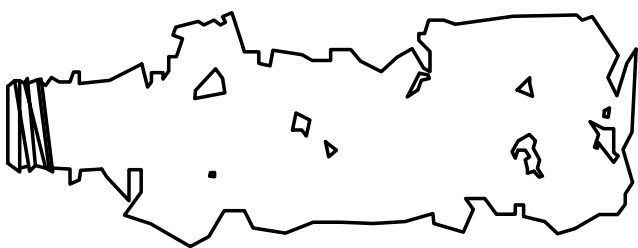
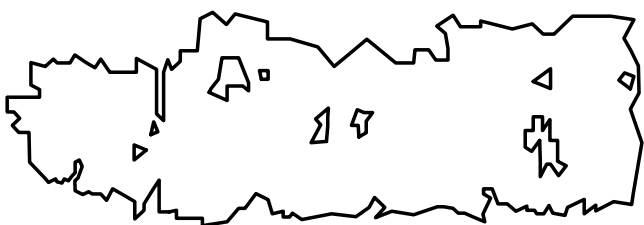
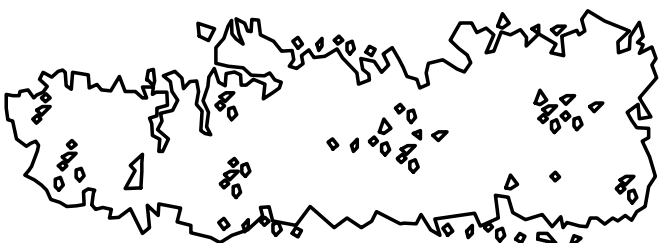
Godišnje se proizvede oko 1,3 pg otpada hrane. Sadrži kemijske sirovine koje bi se mogle preusmjeriti na proizvodnju materijala kako cijena mineralnog ulja raste, ne izazivajući sukobe oko korištenja zemljišta i pružajući nove mogućnosti za stvaranje bogatstva za zemlje koje proizvode hranu. Potencijalno preusmjerava industrijske i poljoprivredne sektore nacionalnih gospodarstava. Proizvodnja otpada od hrane raste s stanovništvom, kao i potražnja za materijalima. Ovaj pregled se temelji na prethodnim značajnim radovima u polymer reviews koji se bave biomasom u proizvodnji polimera. On istražuje trenutne globalne resurse otpada od hrane i pokazuje kako bi se mogao koristiti u proizvodnji hidrofobnih polimera.

*Hydrophobic polymers from food waste :Resources and Synthesis, S.A.Sanches-Vazquez, H.C. Haliles & J.R.G:Evans*

Štetna degradacija okoliša koju stvaraju razne plastike proizvedene od naftnih derivata glavna je briga svjetskih naroda. Razvijene zemlje i zemlje u razvoju usvojile su različite strategije o proizvodnji i korištenju vrlo opasne konvencionalne plastike. Poduzeti su različiti istraživački radovi kako bi se formulirala održiva alternativa za konvencionalnu plastiku. U tom smislu, uloženi su napor da se sintetizira **biorazgradivi** polimer za veliku komercijalnu upotrebu u primjenama pakiranja. **Biorazgradivi** polimeri mogu se proizvesti iz različitih izvora. Studija uključuje proizvodnju **bioplastike** od kore banane i *Prosopis juliflora*. Celuloza, glavna komponenta potrebna za sintezu biopolimera, ekstrahirana je iz *Prosopis juliflora* koja je potom kombinirana i obrađena sa osušenom korom banane. Aditivi i konzervansi koji doprinose karakteristikama polimera dodani su u odgovarajućim omjerima i obrađeni pod definiranim uvjetima. Smjesa je zatim osušena na temperaturi od 130 °C da bi se dobio konačni proizvod. Tako proizvedeni **biopolimeri** testirani su na sposobnost upijanja vode, toplinsku otpornost, vlačnu čvrstoću, biorazgradljivost i mikrobiološke napade. Uočeno je da je kapacitet **biopolimera** upijanja vode manji za manje koncentracije škroba i veće koncentracije celuloze. Utvrđeno je da je vlačna čvrstoća 0,67 N/mm<sup>2</sup> što je posljedica dodatka cinkovog oksida. Tijekom skladištenja nije uočen nikakav mikrobn napad, a također je utvrđeno da je **biopolimer** tijekom upotrebe mogao izdržati visoku temperaturu do 130 °C

proizvodnji hidrofobnih polimera.

*Synthesis of bio-polymers from Prosopis juliflora, J.B. Jayabalan, S.Kandasamy, M.Palanisamy, N.K. Manickam, E. Nirmala, J.G. Royan 2020*



eksperiment  
**biorazgradivo**

<b>CJENIK</b>			
JABUKA	9,00KN/KG	X4	36,00KN
LIMUN	10,00KN/KG	X4	40,00KN
VATA			9,00KN
GAZA	1MX1M		9,75KN
<b>UKUPNO</b>			<b>94,75KN</b>



# eksperiment

## dobivanje pektina

### sastojci:

ostatci limuna\_kora

ostatci jabuke\_kora i srce

a) ostatci 4 velika limuna i 3 jabuke

b) ostatci 4 velika limuna

c) ostatci 5 jabuka

d) ostatci 1 kg limuna i 2 kg jabuka

voda (2 dcl ) \*po potrebi prilikom kuhanja još dodati

### oprema:

lonac, spatula, sitno sito ili krpa, plastični ravni kalup, metalni poklopci od tegle, gaza, vata, blazinica, mucice iz sušilice, konac, šiveća mašina

### uputa:

1\_ukuhati voćne ostatke (a, b, c ili d) i vodu 45-50 minuta

2\_ostaviti da se malo ohladi

3\_kroz sito ili krpu špatulom miješati mješavinu dok ne bude posve dehidrirana

4\_dobivenu tekućinu izliti u plastični/metalni kalup

5\_pustiti da se suši na uključenom radijatoru par dana (plastični kalup)

\_staviti u pećnicu na 50 stupnjeva, 60 minuta (metalni kalup)

\*fotografije postupka s jabukama



eksperiment  
dobivanje pektina





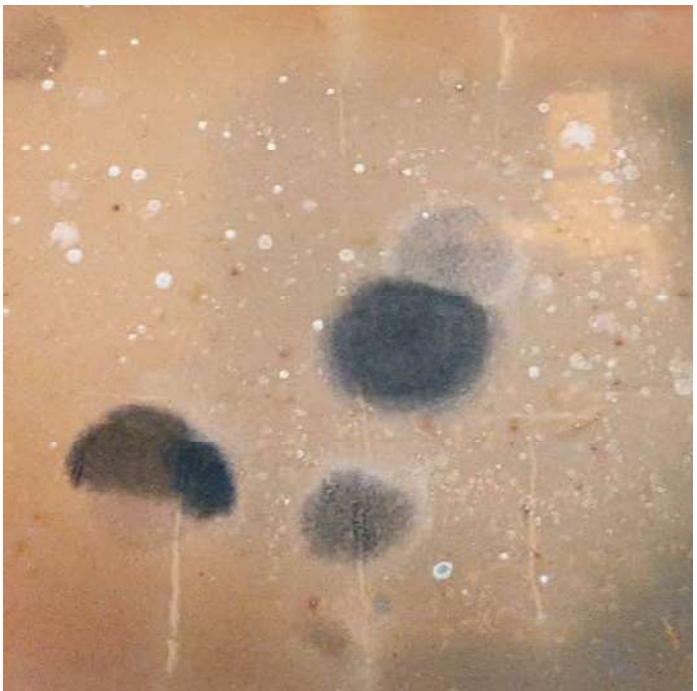


## eksperiment dobivanje pektina

\*žitkost tekućeg pektina varira o voću i različitom omjeru istih pri miješanju  
jabuka\_potpuno lagana tekućina  
limun\_gusta tekućina poput gela  
limun i jabuka\_gušća tekućina



\*ukoliko uzorak nije konstantno izložen toplini/isušivanju i ukoliko se radi o velikoj površini, postoji velika šansa da se upljesnivi. Potrebno je pustiti uzorak da se do kraja osuši te zatim vlažnom krpom ukloniti plijesan.



\*uzorak je moguće armirati, gazom, blazinicom, vatom ili mucicama iz sušilice. potrebno je izliti tekućinu preko odabranog materijala te pustiti da se suši.  
kao najbolje rješenje se pokazala gaza koja je dovoljno tanka da se vidi prava tekstura materijala



eksperiment  
**dobivanje pektina**

po stupcima\_jabuka i limun\_jabuka armirana gazom\_jabuka armirana vatom  
\_jabuka i limun armirano gazom\_jabuka i limun armirano vatom







eksperiment  
**dobivanje pektina**

po stupcima limun s ostacima armiran vatom limun s ostacima limun armiran  
mucicama iz sušilice pečeni limun osušeni ostaci limuna







eksperiment  
**dobivanje pektina**





eksperiment  
**dobivanje pektina**

jabuka armirana gazom na suncu







eksperiment  
**dobivanje pektina**

jabuka razrijeđena vodom na suncu





eksperiment  
**dobivanje pektina**

jabuka i limun na suncu









eksperiment

**uzorci ispred izvora svjetlosti**

po stupcima\_jabuka i limun armirani vatom\_jabuka i limun armirani mucicama iz sušilice\_ pečeni jabuka i limun\_jabuka armirana gazom\_jabuka armirana vatom





## eksperiment

### otapanje sušenog pektina

**sastojci:**

uzorak sušenog pektina

voda

**oprema:**

posuda i žlica

**uputa:**

1\_u posudu staviti uzorak i vodu

2\_miješati 5 minuta







eksperiment

## spajanje sušenog pektina

**sastojci:**

sušeni pektin

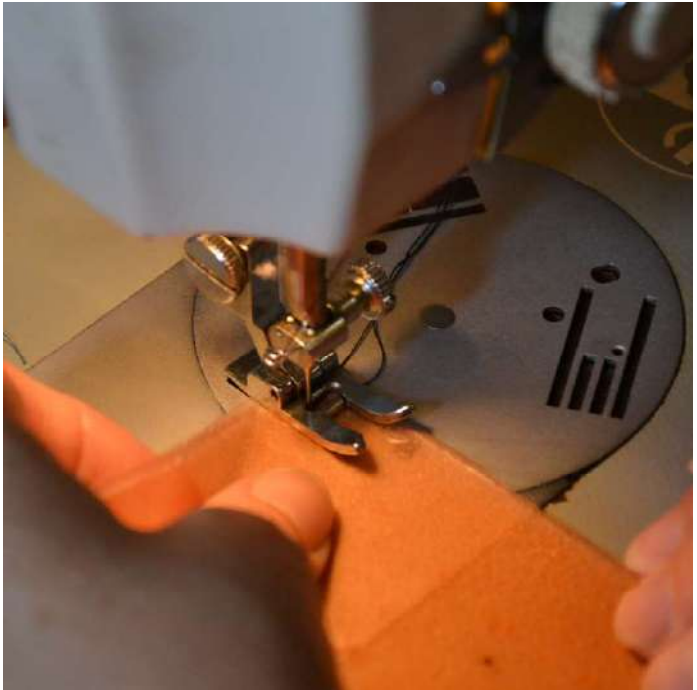
**oprema:**

šiveća mašina, konac

**uputa:**

1\_odrediti područje šava

2\_odrediti gustoću šava ovisno o krutosti uzorka (ukoliko je uzorak krut-rijedi šav)





eksperiment  
**spajanje sušenog pektina**

s lijeva na desno\_jabuka\_limun i jabuka\_limun





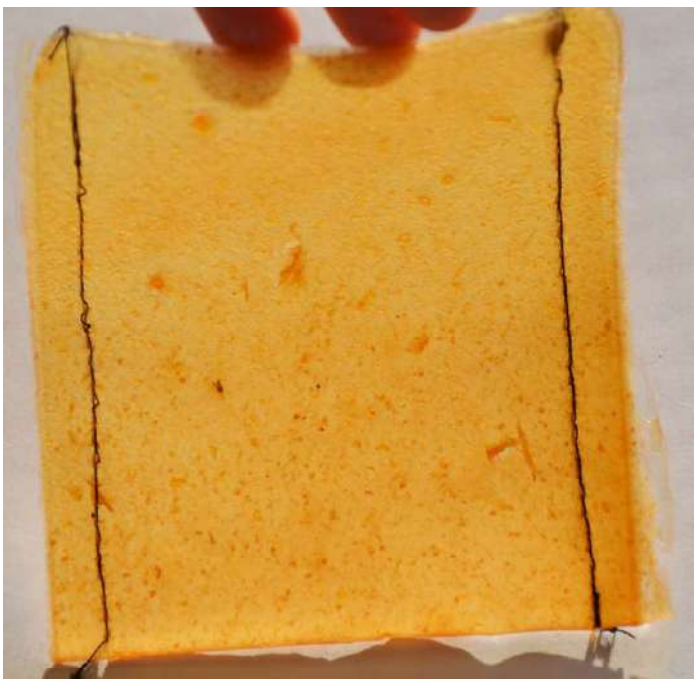


eksperiment  
**mijenjanje uzorka kroz vrijeme**

fotografirano odmah nakon sušenja\_jabuka\_limun i jabuka



fotografirano mjesec i pol nakon sušenja\_jabuka\_limun i jabuka

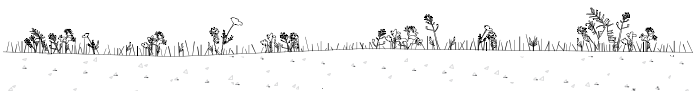
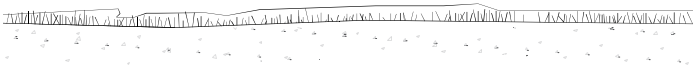
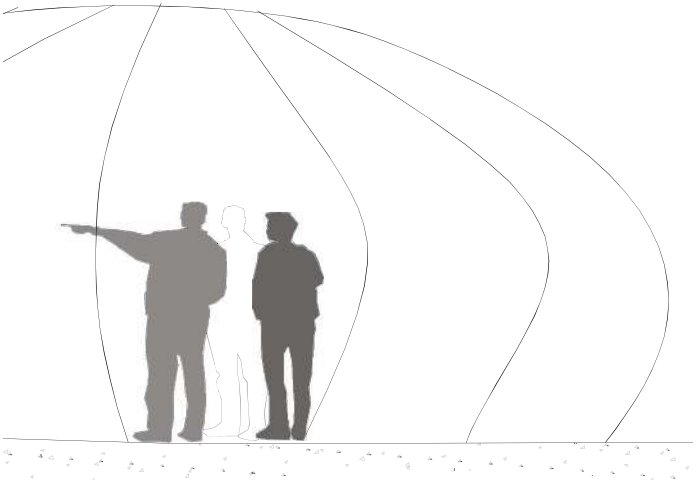


eksperiment  
**završni eksperiment**





biorazgradivo  
**spekulacija**





Iskorištavanje otpada koji je svakako samo teret u proizvodnji pomaže tvornicama u potpuno održivom ciklusu iskorištavanja plodova. Nekoliko jednostavnih eksperimenata voćnim otpadom otvorili su niz potencijalnih razmišljanja i spekulacija koje se nastavljaju. Eksperimentiranjem je utvrđena kvaliteta pektina izvedenog iz otpada jabuke i limuna. Prokuhavanjem te sušenjem/pečenjem idealnog omjera jabuke i limuna pektin postaje dovoljno čvrsti, translucantan i elastičan film. Pojačavanje potencijala dobivenog produkta moglo bi se izvesti stvaranjem kompozita. Kompozit izveden od pektina, octa, škroba i glicerina dobio bi veću izdržljivost i manju masu kao i veću transparentnost. Dobiveni film za veću nosivost možemo ojačati celuloznim vlaknima ili pletivom te u njega "ugraditi" sjemenje. Raspadanje takvog biorazgradivog materijala nudi širenje određene kulture kao i samokompostiranje tla.

Dobiveni materijal ne zadržava se samo na produktu, proizvodu, on je potentan za stvaranje prostora. Za potencijal stvaranja prostora potrebne su nam veće dimenzije materijala, on se međusobno spaja šivenjem ili ljepljenjem. Za definiranje prostora od dobivenog produkta treba nešto što će ga nositi, nude se dva rješenja. Prvo rješenje je postavljanje konstrukcije o koju se film vješa. Osim toga nudi se opcija pneumatske konstrukcije, da se membrana nosi zrakom. U oba slučaja instalacija, prostor ,nestaje u određenom vremenu, utjecajem prirode. Biorazgradiva membrana nudi privremeni prostor koji bez brige možemo ostaviti na postavljenom mjestu jer će se razgraditi i obogatiti tlo.



spekulacije o materijalu  
**biorazgradivo**



## spekulacije o materijalu **vosak**

Vosak kao materijal određen je izrazito osjetilnim svojstvima. Primarno je iznimno **taktilan i reaktivan** na ljudsku toplinu. Svojom mekoćom i podatnošću gotovo da podsjeća na ljudsku kožu. Ovisno o vrsti može intenzivno **mirisati** [ugodno ili neugodno]. Vizualno je interesantan zbog svojih **svjetlopropusnih** svojstava. Iako nije probavljiv, siguran je za konzumaciju. Vodootporan je i paronepropusan zbog čega se primjenjuje u raznim djelatnostima poput zaštite odjeće. Jedna od glavnih karakteristika voska zasigurno je njegova **promjenjivost**, dualnost između tekućeg i krutog stanja. Zagrijavanjem i curenjem vosak zamrzava silu **gravitacije** unutar svoje forme. Povezanošću s gorenjem i vatrom posjeduje gotovo hipnotizirajuću kvalitetu. Stoga ne čudi da je u ljudskoj kulturi korišten još od davne povijesti sve do današnjeg trenutka. Voštanim svijećama slave se rođendani. Istim svijećama prisjeća se onih koji su svijet napustili. Nakon svega navedenog, otkriva se neobičnost nepostojanja primjene voska u sferi arhitekture. Istraživanjem voska, eksperimentiranjem te spekulacijom možda se može otkriti upravo neko arhitektonsko svojstvo voska i njegova moguća [ili nemoguća] primjena.

## 01\_ istraživanje svojstva



parafinski vosak

kemijska formula:  $C_n H_{2n+2}$   
talište: 46-68 °C  
gustoća: 900 kg/m<sup>3</sup>

Parafinski vosak [naftni vosak] dobija se iz nekih frakcija nakon atmosferske destilacije nafte iznad 400 °C. Postupnim hlađenjem tih frakcija do približno -40 °C izlučuje se parafinski vosak, koji se odvaja filtracijom.

Sastoji se od mješavine različitih molekula ugljikovodika koje sadrže između dvadeset i četrdeset atoma ugljika.

Postoje različiti stupnjevi rafiniranosti parafina u kojem najveći utjecaj ima udio kerozina u smjesi.

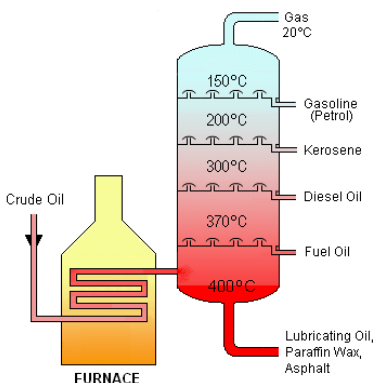
Ne otapa se u vodi, ali se otapa u eteru, benzenima i određenim esterima.

Na sobnoj temperaturi je mek, bijel, bez okusa i mirisa.

U tekućem stanju volumen mu je veći nego u čvrstom.



ugljikovodik  
 $C_{31}H_{64}$   
/sastojak  
parafina



frakcijska destilacija nafte



wosak prije rafiniranja



pčelinji vosak

kemijska formula:  $C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$   
talište: 62-65 °C  
gustoća: 960 kg/m<sup>3</sup>

Pčelinji vosak je prirodni vosak kojeg proizvode pčele pomoću posebnih žlijezda.

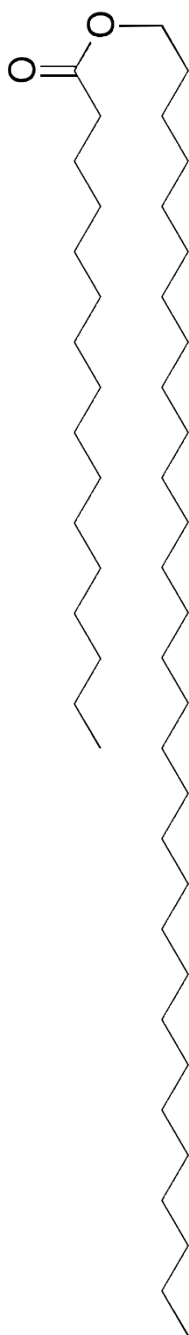
Sastoji se od oko 300 raznih spojeva koji uključuju ugljikovodike, estere, masne kiseline i mnoge druge.

Na sobnoj temperaturi je savitljiv [no tvrdi od parafina], bez okusa, ali specifičnog mirisa koji podsjeća na med.

Boja varira od bijele do tamno žute, a ovisi o udjelu peludi i propolisa i ostalih tvari iz košnice.

Pčele vosak formiraju u karakteristične sačaste strukture u kojima čuvaju med i ličinke. Osam žlijezda pomoću kojih luče vosak smještene su na abdomenu pčele. Vosak luče u obliku bijelih ljuskica promjera oko 3 mm. Za 1g voska potrebno je oko 1100 takvih ljuskica.

Kako bi proizvele vosak pčelama treba med. Za proizvodnju 1g voska potrebno je 6-8 g meda. Zanimljivo je stoga da 1 g voska može nakon obrade čuvati 22-30 g meda.



triakontanil palmitat  
[voštani ester]  
/sastojak pčelinjeg voska



Rene Descartes

**Voštani argument** ili primjer kuglice voska misaoni je eksperiment kojeg je osmislio René Descartes kako bi analizirao koja su svojstva bitna za tijela, pokazao koliko je naše znanje o svijetu nesigurno u usporedbi sa znanjem o vlastitom umu.

Descartes prvo uzima u obzir sva osjetilna svojstva kuglice voska kao što su oblik, tekstura, veličina, boja i miris. Zatim ističe da se sva ta svojstva mijenjaju kako se vosak približava vatri. Jedina svojstva koja nužno ostaju su promjenjivost i pokretljivost.

Takva se svojstva, međutim, ne percipiraju izravno kroz osjetila ili maštu (vosak se može promijeniti i pomicati na više načina nego što možemo zamisliti). Stoga, da se dođe do suštine voska, treba koristiti čisti razum.



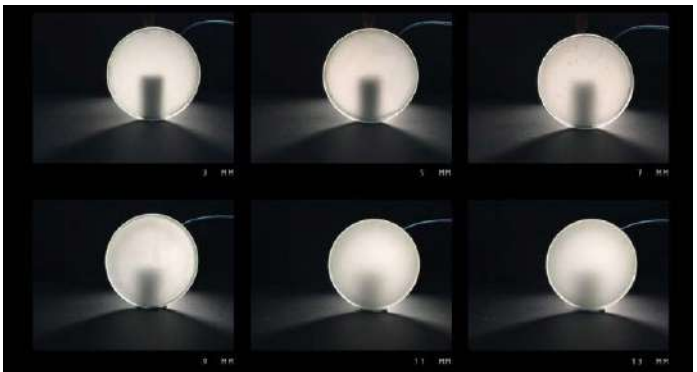
Neri Oxman: Cartesian Wax



01\_istraživanje  
fenomeni



taktilnost



transluentnost



miris



otisak



promjenjivost



oblik gravitacije

01\_istraživanje  
upotrebe



impregnacija tekstila



premazi



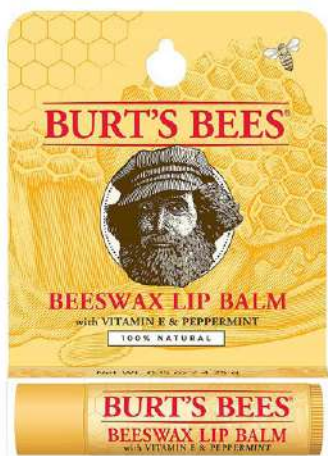
lubrikacija



impregnacija papira



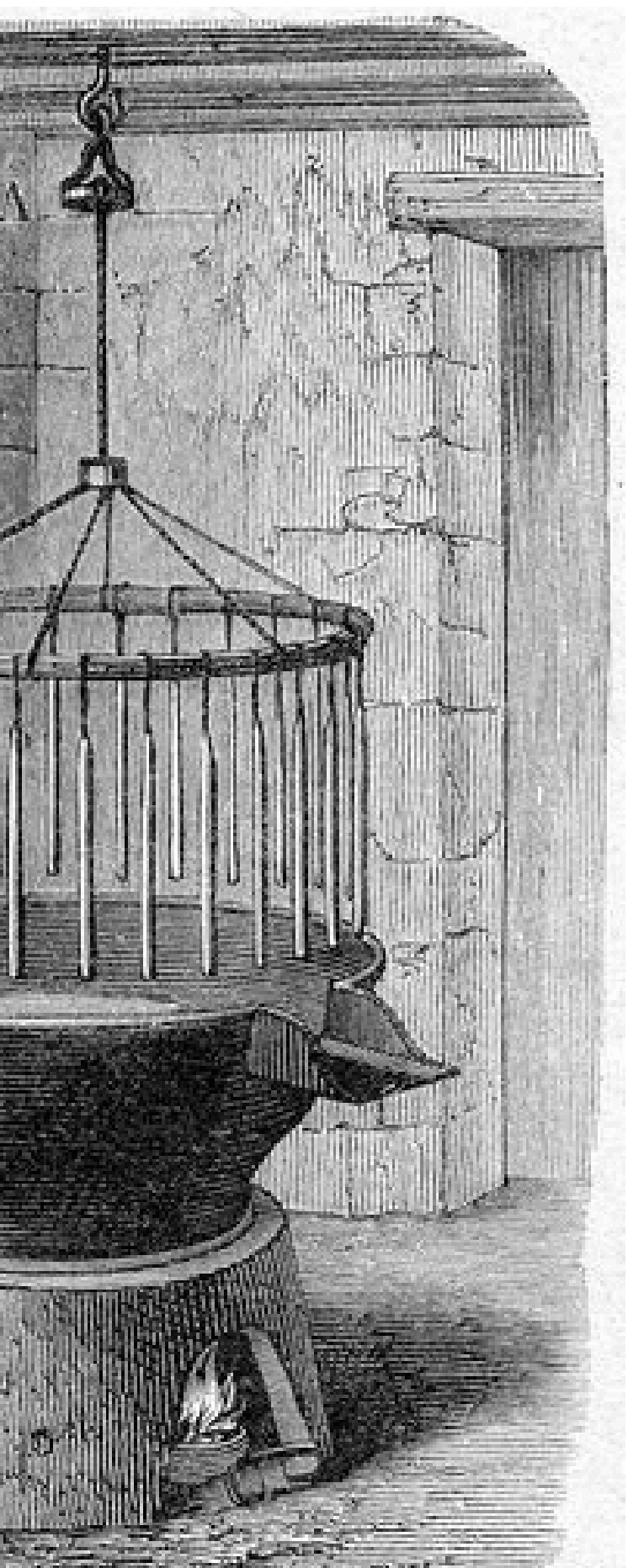
obloganje hrane



kozmetika



Prije izuma parafinskog voska svijeće su se proizvodile od pčelinjeg voska [k životinjske masti, prvenstveno goveđe ili kitove masti. Svijeće od masti ne izazvao svojevrsnu revoluciju u osvjetljavanju interijera noću. Zanimljivo je sloja.



koji je bio skup, stoga su ga koristili samo pripadnici viših klasa] ili od  
godno su mirisale i stvarale veliku količinu čađe, stoga je izum parafina  
da se izum i rasprostranjenost parafina podudara s razvojem građanskog



## 01\_istraživanje obrt/primjer 01

Za proizvodnju svijeća u Meksiku koristi se pčelinji vosak. Na obješene fitilje nanose se slojevi voska prolijevanjem. Obrtnica prikazana u videu izmislila je način kako od voska raditi dekoracije za svijeće u obliku cvijeća i malih skulptura.

video: <https://www.youtube.com/watch?v=bh9S5KOOcd0>



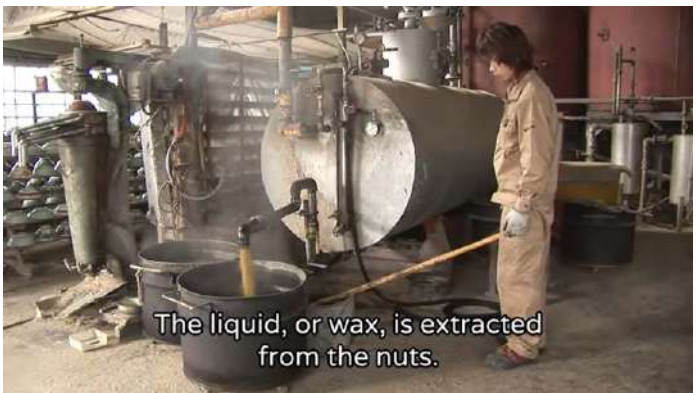




## 01\_istraživanje obrt/primjer 02

video: [https://www.youtube.com/watch?v=8aU\\_l8gZr3I](https://www.youtube.com/watch?v=8aU_l8gZr3I)

*Obrt svjećarstva u Japanu:* U Japanu se za izradu svijeća koristi vosak koji se dobiva od stabla *Toxicodendron succedaneum*. Japanske svijeće su, u usporedbi s zapadnjačkim svijećama, otporne na vjetar i gore bez proizvodnje čađe. Svaku svijeću obrtnik ručno oblaže slojevima voska i primjenjuje posebnu tehniku naziva *shitagake*.







01\_istraživanje  
umjetnost



*Kiparstvo: Urs Fischer, untitled, vosak, 2011.*  
vosak kao primarni materijal



*Kiparstvo: proces izgubljenog voska*  
vosak kao pomoćni materijal  
<https://www.core77.com/posts/50375/Video-Demonstrating-the-Lost-Wax-Casting-Process>



*Slikarstvo: Portrait of the boy Eutyches, enkaustika, 2. st. n.e.  
vosak kao drevni umjetnički medij*



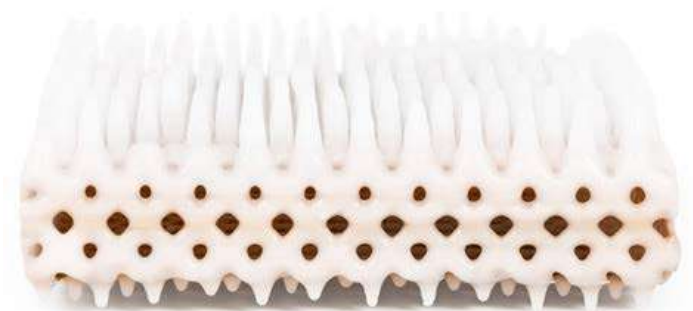
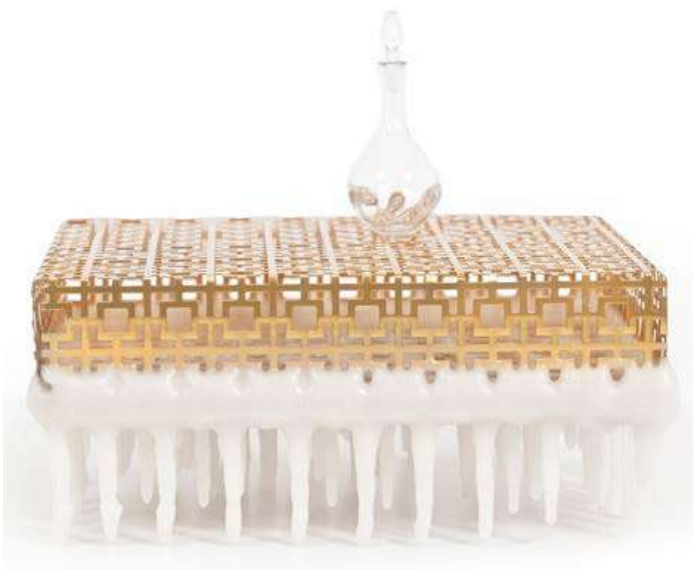
*Slikarstvo: Sem titulo, C. Carvalhosa, enkaustika, 1987.  
vosak kao suvremeni umjetnički medij*

01\_istraživanje  
**praksa/primjer 01**

*Katharina Gross, waxploration, 2014.*

Dizajnerica Katharina Gross napravila je seriju namještaja od voska. Kutije od mesinga i ploče od akrila umače u vosak pomiješan s mramornom prašinom. Proces je nalik tradicionalnom svjećarstvu u kojem se fitilji umaču u vosak nekoliko puta. Dobivene geometrije podsjećaju na stalaktite u špiljama, a ako se ogrebu ili na sličan način oštete, vrlo lako se poprave zagrijavanjem običnim fenom za kosu.







01\_istraživanje  
**praksa/primjer 02**

*Palmina Roglić, Essence, 2021.*

Na temeljima postmoderne koncepcije tijela, koja od žena zahtijeva hipersvjesnost i brzu prilagodbu standardima ljepote, Palmina Roglić propituje konvencije slike kao likovnog medija stvarajući niz radova različitih dimenzija. Odmičući se od standardnog kvadrata i koristeći razni materijal, autorica diskretnom skulpturalnošću zalazi onkraj konvencija slike. Bitan element njezina rada snažna je veza između tijela i njegove reprezentacije.

Vosak svojom mekanom i topljivom teksturom izražava autoričin senzibilitet, indirektno aludira na tijelo žene, a svojom prisutnošću na u jetničinu djelu budi poriv za njegovim doticanjem. Konačan rad zapravo je težak i čvrst, a procesualno građenim površinama s mnogo tekstura i različitih materijala postignut je dojam tijela u prostoru.

tekst: Barbara Čatipović  
<https://www.instagram.com/r.palmina/>





## 01\_istraživanje praksa/primjer 03

*Ryan Luke Johns, augmented materality,  
Sveučilište Princeton, 2014.*

S pojavom CAAD [computer-aided architectural design] i CAM [computer-aided manufacturing] tehnologije, i procesi projektiranja i izgradnje teže se odvijati u apstraktnim okvirima, brišući bilo kakvu organsku vezu između ljudske metričke i materijalne proizvodnje. Sadašnja paradigma, koju karakterizira masovni pomak prema digitalnom dizajnu i računalno potpomognutim alatima za proizvodnju, lako bi se mogla zamijeniti za pomak isključivo prema automatizaciji i odmaku od ljudske intuicije. Međutim, novi oblici digitalnog posredovanja pružaju potencijal za premošćivanje jaza koji je podijelio ljudski senzibilitet i materijalna svojstva u procesu projektiranja, čime se uvodi nova vrsta obrta koja je i materijalno osjetljiva i "visoko informirana".

Ovo istraživanje započelo je primjenom ove strategije projektiranja na proces glodanja. Slanjem samo jedne naredbe pokreta u robotski manipulator, softver pruža vizualizaciju robotskih staza alata u stvarnom vremenu i omogućuje dizajneru da izmijeni ove putanje alata [samim time i dizajn] u bilo kojoj fazi procesa obrade. Približavajući se namjeri istraživanja, projekt se razvio u rekurzivnu vježbu izvedbe koja kombinira fizički ljudski doprinos s robotskom manipulacijom stohastičkog materijalnog procesa. Brzim skeniranjem fizičkog objekta, kojeg istovremeno topi, sustav pokušava postići topološki optimiziran rezultat na temelju zadanog volumena voska i opterećenja koje su postavili korisnici. Mnoštvo varijabli daje istovremenu kontrolu ljudskom operateru, računalnoj simulaciji, robotskom manipulatoru i materijalnom procesu. Ti elementi postaju nerazdvojni, a njihov pojedinačni doprinos postaje nerazlučiv od globalnog sustava.

<https://www.jstor.org/stable/j.ctt1tp3c5w.30>

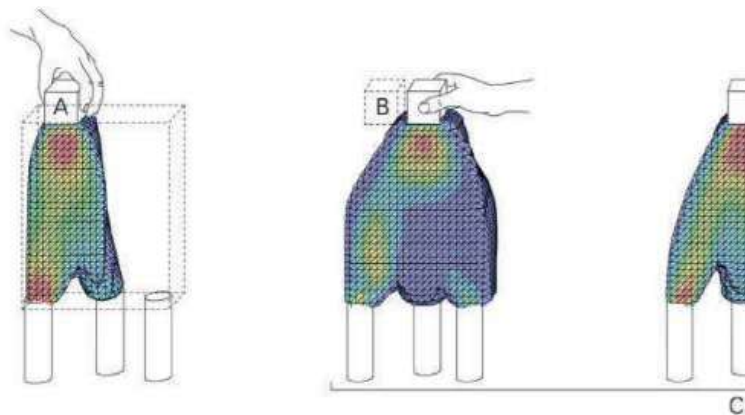
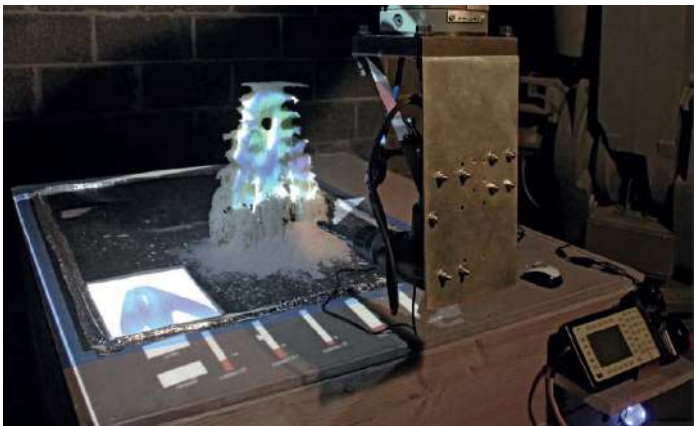
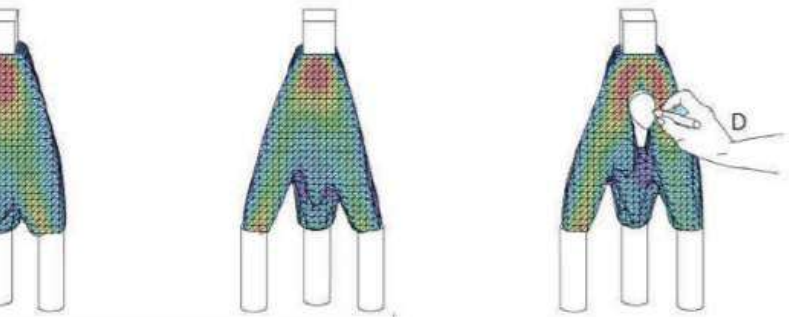


Fig. 6: A simple modelling narrative illustrated. a) Load is placed and forces are calculated. b) User decides to shift load. c) Reduction of volume. d) Void area indicated with a coloured marker.



## 01\_istraživanje praksa/primjer 04

*Neri Oxman, Cartesian wax, 2007.*  
*poliuretan, strojni vosak*

Projekt je inspiriran tezom o kartezijanskom vosku kako ga je osmislio Descartes 1640-ih. Prema Descartesu, suština voska je ono što preživi različite promjene u fizičkom obliku voska.

Kartezijanski vosak je arhitektonska ovojnica napravljena od pločica. Pločice su lijevane i sušene na visokim temperaturama iz samo jednog izgledanog i polupodesivog kalupa, koji se svakim lijevanjem sve više deformira. Varijacije fizičkih i geometrijskih svojstava pločica postignute su moduliranjem temperature kalupa mjerilu cijelog zida, tako da se svaka nastala pločica - iako sličnog oblika - razlikuje po svojstvima kao što su krutost i prozirnost; odražavajući i reagirajući na uvjete koji su ga "formirali". Varijacije u svojstvima materijala korištene su za ispravljanje i – u određenim područjima – povećanje nosivih svojstava.

Primjerice, u zonama koje su nastale tanje zbog deformacije kalupa, lijevani su čvršći kompoziti kako bi se osigurala nosivost pod vlastitom težinom. S dvadeset ovih pločica stvorena je kontinuirana površina koja može reagirati na niz fizikalnih uvjeta, uključujući prijenos svjetlosti, prolaz topline, pohranjenu energetska modulaciju i nosivost.





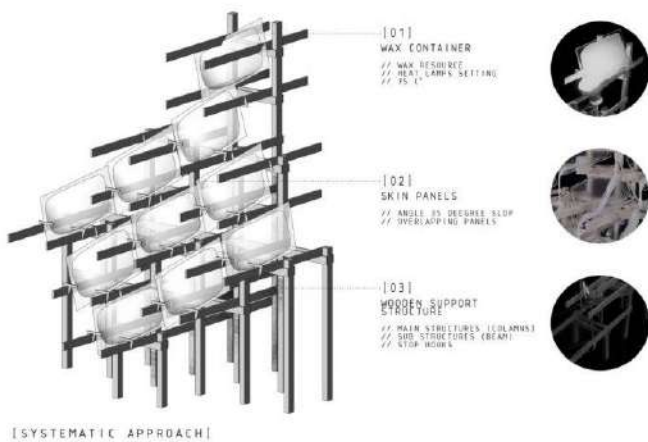


## 01\_istraživanje praksa/primjer 05

*Montakan Manosong, Ya Chieh Chang, Evelina Ilina*  
*Performative wax wall, 2017.*

*IAAC, Barcelona*

Sustav koji se oslanja na promjenjivu prozirnost parafina u odnosu na zadanu toplinu dolazi u obliku staklenih ploča koje stoje na drvenoj konstrukciji u nizu u kojem vosak teče u skladu s gravitacijom. Sustav ne služi samo kao zaštita od sunca, već i kao jedinstveni prostor koji se proteže od krova, fasade do pristupačnih ljudskih razmjera, što posjetiteljima omogućuje ulazak u sklop ove dinamične skulpture koja reagira na stanje okoliša.







## 02\_eksperiment

### priprema

*procesi:*

**taljenje**

otapanje

**lijevanje**

curenje

**stvrđnjavanje**

sušenje

**slamanje**

**rezanje**

urezivanje

brušenje

**savijanje**

**uslojavanje**

**umakanje**

poliranje

**prešanje**

bušenje

glodanje

kapanje

**plutanje**

oblaganje

klesanje

**impregniranje**

valjanje

**recikliranje**

hlađenje

paljenje

utiskivanje

**uranjanje**

.

.

.

*kompoziti:*

polietilen

epoksi

ljepila

**silikon**

guma

bitumen

talk

bakar

željezo

kreda

**pigmenti**

poliuretan

polistiren

grafit

kamena prašina

**biljno ulje**

.

.

.

**strojni vosak**

*alati:*

izvor topline

termometar

zaštitna oprema

nož

skalpel

strugalice

posude

kalupi

vaga

.

.

.

*nabava materijala:*

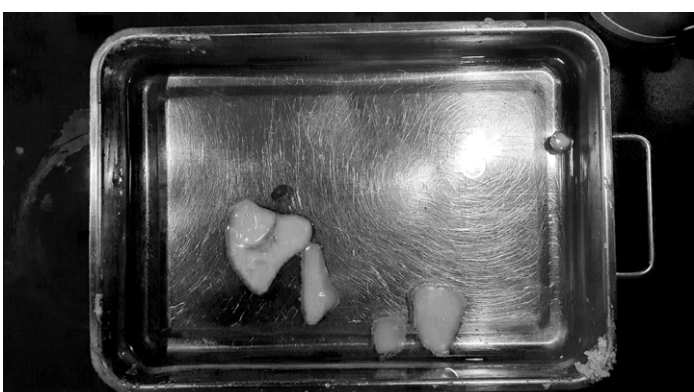
Fotke prikazuju postupak taljenja običnih svijeća iz samoposluge. Pet velikih svijeća topilo se na pari u posudi za pečenje. Proces je trajao oko 45 min nakon čega je ostavljena da se ohladi na terasi preko noći. dobivena je ploča parafina debela oko 2 cm.

Parafin u granulama, koji je malo rafiniraniji od običnog, kupljen je u hobby shopu po cijeni od 46 kn/kg. Prikazan je na donjoj fotki na desnoj strani. Kupuje se u granulama u vrećama od 1 kg.

Pčelinji vosak kupljen je u dućanu specijaliziranom za pčelinje proizvode po cijeni od 90 kn/kg.

Osim osnovnih materijala kupljeni su još posebna posuda za taljenje na pari, inače namijenjena za taljenje čokolade. Kupljen je još poseban butanski upaljač, plastične čaše za uzorke, dodatne svijeće, voštane pastele za bojanje uzoraka, silikon za vruće ljepilo...

Osim kupljenih materijala korišteni su i pronađeni objekti: drveni štapići za miješanje, plastične boce za uranjanje, papir za pečenje kao podloga, tetrapak mlijeka za hlađenje voska, baloni, dijelovi stare odjeće, zdjele, posude...



## 02\_eksperiment ulijevanje

01, 02

Prva slika prikazuje rezultate ulijevanja vrućeg voska u hladnu vodu. pčelinji vosak zbog svoje veće viskoznosti stvara izduljenije i zaokružene forme, dok parafin stvara plosnatije i neurednije.

Uranjanjem cijele posude za taljenje skupa s rastaljenim voskom u hladnu vodu daje rezultate kao na drugoj slici. Može se reći da vosak u trenutku zamrzava silu vode koja utječe u posudu. Vosak formira delikatne, listaste strukture.



01 vosak u vodu



02 voda u vosak



## 02\_eksperiment

### float

03a, 03b

Eksperiment se događa slučajno, greškom. Rezultati su svojevrsni pozitiv i negativ. Taljen je parafin u staklenoj posudici koja je uronjena u kipuću vodu u loncu. Pri pokušaju izvlačenja posudice vruća voda ulijeva se u istu, a vosak curi u vodu u lončiću.

Nakon hlađenja, vosak u staklenoj posudici je porozan, mekan, mastan, s komorama još uvijek zarobljene vode.

Vosak u loncu formira sloj koji pluta na vodi, poput proizvodnje float stakla. Rezultat je vrlo delikatan, tanak, gladak i translucentan sloj voska.



03a delikatnost uzorka



03b pozitiv i negativ negativa: voda zarobljena u vosku producira šupljine



03a float





## 02\_eksperiment

### float

04, 05, 06

Kroz iduća tri primjera istražen je proces float voska otkriven slučajno u 03a.

04 napravljen je od pčelinjeg voska. Uzorak nastaje miješanjem sloja plutajućeg voska na vrućoj vodi. Viskoznost pčelinjeg voska omogućava deblje i tanje zone koji rezultiraju manjom ili većom translucennošću.

05 je radikalno tanka modifikacija primjerka 04. Razlika je u tome što je napravljen od smjese parafinskog i pčelinjeg voska [većinom pčelinji].

06 nastaje zadnji i najdeblji je. Sastoji se od čistog pčelinjeg voska, ali drugačijeg porijekla. Gornja površina [koja ne pluta na vodi] zaglađena je, a donja vrlo hrapava, s razlikama u koloritu. Izgledom podsjeća na minijaturan reljef mjeseca.



05



04



04



06





05



06



## 02\_eksperiment float

07

Tehnika float voska korištena je za usporedbu svojstava triju različitih voskova: finog parafinskog, pčelinjeg i strojnog voska dobivenog od istog parafinskog pomješanog sa silikonom za vruće ljepilo.



07



07 parafinski vosak





07 pčelinji vosak



07 strojni vosak





## 02\_eksperiment prešanje

08, 09

Zavodljivost tankih, translucentnih objekata dovela je do pokušaja kreiranja novih, ali drugom tehnikom. Upotrebljen je proces prešanja.

Tekući vosak izliven je na papir za pečenje, pokriven drugim listom te pritisnut velikim loncem. Vosak je tako ostavljen da se ohladi. Pčelinji vosak potpuno je savitljiv i podatan, dok je parafinski krt i lomljiv, no mnogo tanji i translucentniji.



08 viskoznost pčelinjeg voska rezultira razlikama u debljini





*09 parafinski vosak delikatniji i tanji*

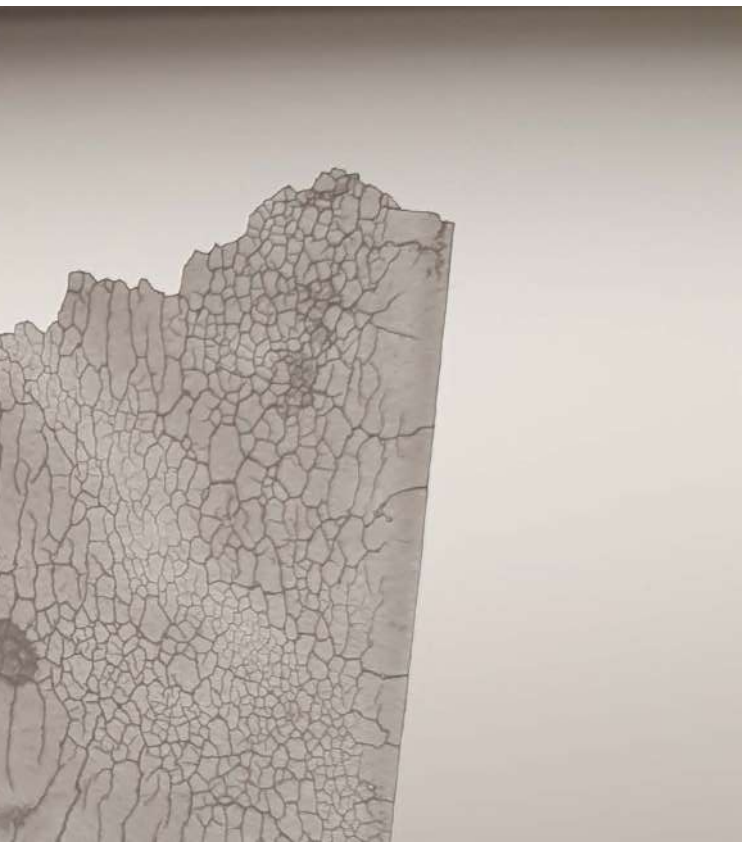




09



09



## 02\_eksperiment

### kompoziti\_strojni vosak

10

Ovaj eksperiment pokušaj je izrade strojnog voska. Strojni vosak je kompozit običnog voska i dodataka, obično silikona ili polietilena, što rezultira nešto tvrdim voskom kojeg je moguće obrađivati na glodalici. Ispitani su pčelinji vosak, kao i parafinski u dvije varijante



10 omjeri različitih uzoraka



10



10

rafiniranosti. Jasnoće radi, kompozitni voskovi pigmentirani su dodatkom voštane paste. Kod pčelinjeg voska razlika u svojstvima je neznatna. Kod manje rafiniranog parafina postoji razlika, ali je vosak još uvijek previše mekan da bi se obrađivao na stroju. Kod finog parafina razlika je jasna i pogodan je za obradu. Vidljiva je razlika u strukturi u presječenom [i lomljenom] uzorku. Fini parafin miješan s gumom nađenom ispod čepova boca piva također rezultira pogodnim, iako poroznijim kompozitom.



*grubi parafin*    *grubi parafin*  
+silikon

*fini parafin*    *fini parafin*  
+silikon

*fini parafin*  
+guma s čepova

*pčelinji vosak*    *pčelinji vosak*  
+silikon





## 02\_eksperiment

### **ljuska**

11

Kroz ovaj [neuspjeli] eksperiment pokušano je dobijanje voštane ljuske. Napuhani balon umakan je u sloj vrućeg float voska. Namjera je bila probušiti balon koji bi onda ostavio ljusku, no vosak se lijepi za lateks te pokušaj rezultira neuspjehom.



11



11



11



11



## 02\_eksperiment

### **ljuska**

12

Drugi pokušaj izgrađen je na greškama prethodnog ekperimenta. Ovaj put balon je oblijepljen ljepljivom trakom kako bi se spriječilo prijanjanje voska za lateks. Nakon sušenja voska balon se ispuhuje i ostavlja ljusku u prihvatljivom stanju. Unutarnja strana ljuske nosi tragove ljepljive trake, dok vanjska nosi tragove tekućeg voska.



12 pozitiv i negativ



12 vanjska strana  
ljuske



## 02\_eksperiment Ljuska

13

Treći pokušaj dobivanja voštane ljuske. Listovi od voska nastali prešanjem savijaju se oko zdjele koja je obložena trakom kako bi se spriječilo lijepljenje. Fenom za kosu listovi se griju do stanja u kojem je njima moguće manipulirati. Ovakav pristup rezultira ljuskom neujednačene debljine i s vidljivim šavovima. U pokušaju odvajanja voska od zdjele ljuska puca, no tehnika bi vjerojatno bila uspješnija da je korišten pčelinji vosak koji je žilaviji od parafinskog.



13



13



13



13



13



13



## 02\_eksperiment

### Ljuska

14

Novi pokušaj dobivanja ljuske. Ovaj put korištena je konkavna strana metalne zdjele. Prije ulijevanja voska zdjela se premazuje tankim slojem biljnog ulja kako bi se osiguralo odvajanje. Također, ovog puta korišten je pčelinji vosak. Nakon ulijevanja, zdjela s voskom ostavljena je na balkonu da se ohladi. Uz pomoć silikonske špatule voštana ljuska vrlo se lako odvaja od posude. Strana ljuske koja je bila u dodiru sa zdjelom vrlo je pravilna i uglačana, dok je unutarinja strana ona koja nosi trag pomicanja tekućeg voska u procesu oblaganja.



14 biljno ulje kao zaštita od lijepljenja



14 ulijevanje vrućeg voska



14 silikonska špatula za odvajanje





14 taljenje



14 ubrusom se uklanja  
višak ulja



14 hlađenje na  
balkonu



14 pozitiv i negativ



14



14



## kompoziti\_biljno ulje

15

U ovom pokusu ispitivano je miješanje voska s uljem koje za cilj ima povećanu reaktivnos voska na ljudski dodir. Uzorci su miješani s postepeno većim udjelom ulja: 5 ml, 10ml, 20ml. Svi uzorci imaju slična svojstva i na dodir su masni više nego reaktivni. Problem je u dodavanju hladnog ulja u vrući vosak što sprječava kvalitetno miješanje između dvije supstance.



15 5ml, 10ml, 20ml



## 02\_eksperiment

### otisak

16, 17

Ispitivano je svojstvo voska da na sebe poprima [i ostavlja] otisak. Parafinski vosak obojan u zeleno izliven je na komad valovitog kartona i ostavljen da se ohladi. Vosak postaje odljev kartona, ali ostavlja na kartonu masni trag.

U drugom eksperimentu naoravljena je kocka od paspartua veličine cca 1 cm<sup>3</sup>. U takvu kocku je vosak ulijevan i ponovo izlijevan u nekoliko navrata. Nakon rastvaranja kutije dobiven je produkt koji svjedoči o procesu uslojavanja.



16



17





## 02\_eksperiment impregniranje

18, 19

Proučavan je proces impregnacije tkanine. U prvom pokušaju korištena je nešto deblja tkanina od čistog pamuka, dok je u drugom korištena nešto tanja tkanina od pamuka i elastana.

Rezultati su u svojoj biti slični, no bolje su vidljivi na tamnijoj tkanini. Kod impregniranja parafinskim voskom se pri savijanju vrlo lako javljaju tragovi primijenjene sile. Kod pčelinjeg je to slučaj samo ako se primijeni malo veća sila i namjera.

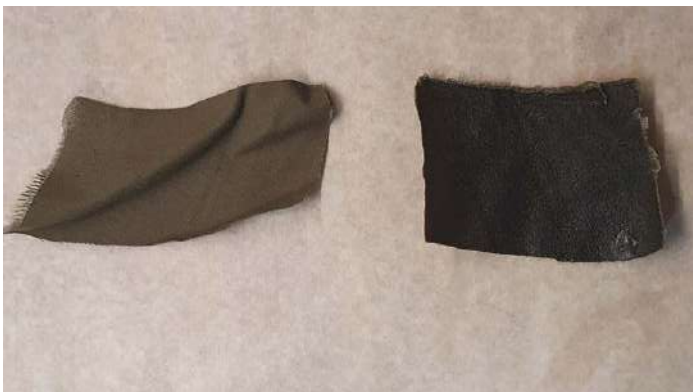
Ovakve tkanine postaju krute i drže oblik kad su savinute. Fenom za kosu je moguće tragove izbrisati, tj. vratiti tkaninu u prvobitno stanje.



18 parafinski i pčelinji  
vosak



18 tragovi savijanja



*18 čista tkanina + impregnirana tkanina*

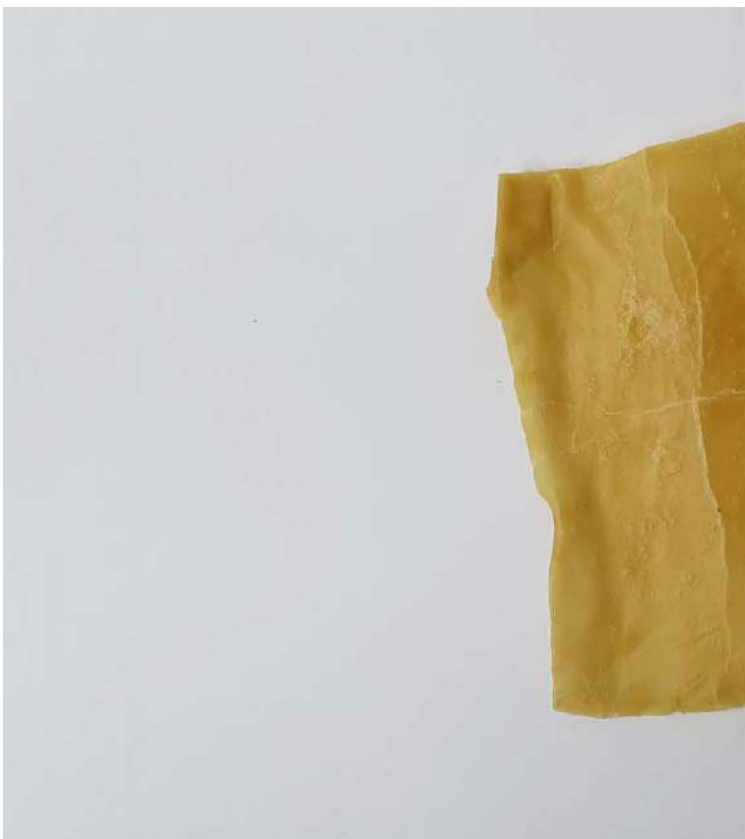


*18 savinute tkanine drže formu*





*19 verzija s bijelom  
tkaninom*



*19 verzija s bijelom  
tkaninom*



## 02\_eksperiment **oblaganje**

20, 21, 22

Sljedeći eksperimenti naginju ka spekulaciji i oprostovanju voska. Korištene su izrezana plastična boca i pločica od pleksiglasa koje su uranjane u vrući vosak. Plastika djeluje kao izgubljena oplata, i svojom transparentnošću postaje neprimjetna nakon oblaganja voskom.





*20 prvi sloj umakanja*





21 pleksiglas + pčelinji  
vosak



22 plastična boca + parafinski  
vosak





## 03\_spekulacija

23

Na jeftine naočale nanesen je tanki sloj pčelinjeg voska. Naočale služe kao simulirana provjera vizualnog doživljaja u prostoriji od voska.



23

24

Kako bi se barem djelomično približilo imerziji u vosak, stvarnije je zamišljati objekte manjeg mjerila: voštani odjevni predmeti.

U zdjelu promjera 30 cm izliven je tanki sloj voska te je dobivena ljuska oblika polovice sfere. Dvije takve polutke spajaju se u jedno, a nakon izrezivanja [istaljivanja] otvora za glavu dobiva se jedinstven objekt: voštana kaciga.

Tako dobivena kugla prilagodljiva je željama i potrebama svakog korisnika. Fenom za kosu moguće je kontrolirati translucenciju [potencijalno i transparentnost] materijala, aroma je određena izborom vrste voska, čak i sama geometrija je podložna savijanju i deformiranju...

A kad se jednog dana nađe izvan upotrebe, kuglu se, jednostavno - istopi.



24



*24 prikaz sfere u upotrebi*



## 03\_spekulacija

Iako ga karakteriziraju vrlo korisna fizikalna svojstva, poput paronepropusnosti ili dualnosti tekućeg i krutog, vosak u području arhitekture zasad nema upotrebu. Osim svojstava pogodnih za egzaktne zadatke tehničke prirode, vosak se odlikuje brojnim drugim svojstvima fenomenološke prirode.

Kroz procese istraživanja i eksperimentiranja potvrđena su prethodno samo intuitivna znanja o osjetilnosti koju vosak pruža. Vizualna zavodljivost, izrazita taktilnost, akustična mekoća i povremena aromatičnost voska upravo pozivaju na interakciju. U kombinaciji s mjerilom i snagom arhitektonskog prostora vosak ima potencijal promatraču pružiti jedan jedinstven i vrlo tjelesan doživljaj.

Kakav je osjećaj potpune uronjenosti u voštani prostor? Je li ugodan ili uznemirujuć? Suptilan ili nadmoćan? O odgovorima na ova i slična pitanja moguće je samo maštati [zasad].









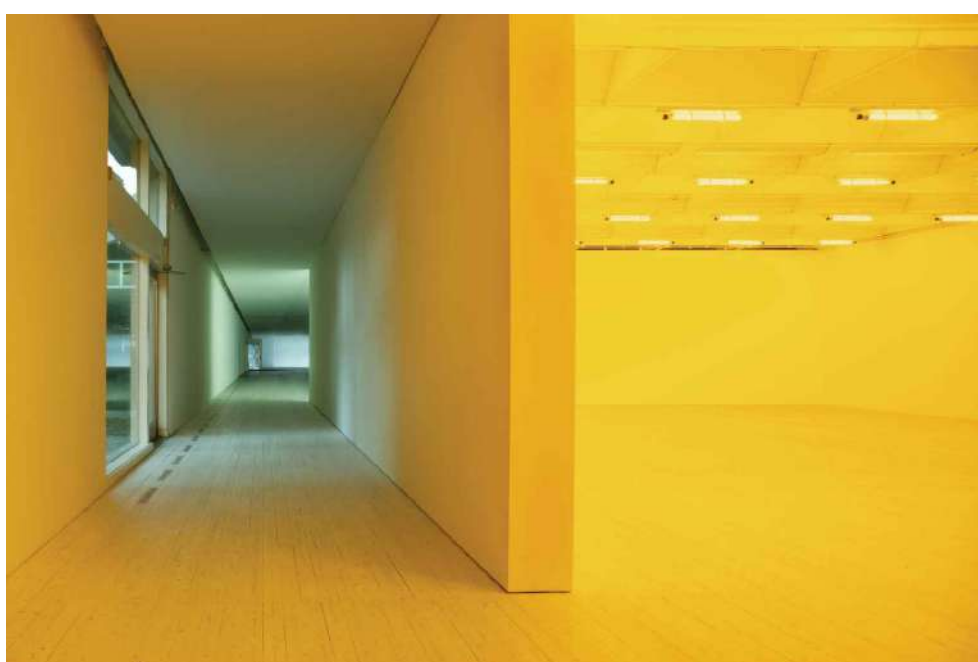


[s]tvarnost  
**svjetlosti i papira**

[s]tvarnost  
uvod

Kako bismo u potpunosti spoznali prostor u kojem se nalazimo koristimo se svim raspoloživim osjetilima, no ipak većinu informacija dobivamo vidom. Miris prostorije ili njena akustičnost produbljuju našu percepciju o nekom prostoru, no ono što stvara osnovnu sliku o prostoru dolazi vizualno. No vizualno ne dobivamo samo osnovnu sliku; boje koje opažamo okom imaju velik utjecaj na osjećaj topline prostora, teksture stvaraju meki ili oštri osjećaj vizualno, a ne samo na dodir. Proporciju i mjerilo prostora doživljavamo tek percepcijom planova i dubine. Ono što nam omogućuje da vidimo svijet oko sebe je svjetlost. U reakciji svjetlosti i materijala dolazi do određenih pojava koje ljudsko oko percipira, a mozak čita kao stvarnost. Različito osvjetljenje iste prostorije može stvoriti sasvim novu stvarnost. Ovdje svjetlost možemo promatrati kao element kojim oblikujemo prostor, a njome možemo upravljati kroz materijale s kojima je stavljamo u interakciju. Najveće promjene, a samim time i mogućnosti, možemo primjetiti kod translucenčnih i transparentnih materijala poput stakla, polikarbonata, plastika ili papira. Oni se danas najčešće koriste kako bi se u neki prostor dovelo više ili manje svjetlosti, te kako bi se manipuliralo vizualnim kontaktima. Pri tome se postavlja pitanje, mogu li se njihova svojstva iskoristiti na način da pridonose kreiranju stvarnosti na razini većoj od *više svjetla/manje svjetla* ili *vidim/ne vidim*

## 01\_istraživanje primjeri



**Olafur Eliasson, *Room for one color*, 1997.**

Instalacija se sastoji od bijele prostorije ravnomjerno osvijetljene niskotlačnim natrijskim svjetilkama. Takve svjetiljke emitiraju monokromatsku žutu svjetlost zbog čega se spektralni raspon gledatelja smanjuje na žutu i crnu boju. Drugim riječima, sve stvari koje nisu žute ili bijele, gledatelj doživljava kao crne. Upotrebom određenog izvora svjetlosti autor stvara situaciju u kojoj gledatelju pruža sasvim drugačiji doživljaj prostora u kojem se nalazi, ali i samog sebe kao dijela tog prostora. Gledatelji prostoriju opisuju kao *vibrantnu, nestvarnu* u kojoj se može dogoditi bilo što, te navode kako se u takvoj redukciji boja poboljšava sposobnost percipiranja i najmanjih detalja. Ova instalacija jasno prikazuje i podsjeća koliko ulogu ima svjetlost u percepciji prostora. Izmjenom izvora svjetlosti ili materijala koji na njega reagira, možemo izmijeniti i način percepcije kod korisnika.

Olafur Eliasson, *The beauty*, 1993.

Glavne teme radova Olafura Eliassona uključuju ljudsku percepciju i odnos prema prirodnom svijetu. U ovoj instalaciji koristi svjetlost reflektora koja obasjava zavjesu od fine vodene maglice. Refleksijom svjetlosti od kapljica vode prema oku promatrača, nastaje duga. Budući da se doživljaj vizualnih efekata generiranih interakcijom vode i svjetla mijenja kao odgovor na položaj posjetitelja u prostoriji, umjetničko djelo postoji samo u spoju oka i predmeta i jedinstveno je za svakog gledatelja.



## 01\_istraživanje

### Fizikalna svojstva svjetlosti

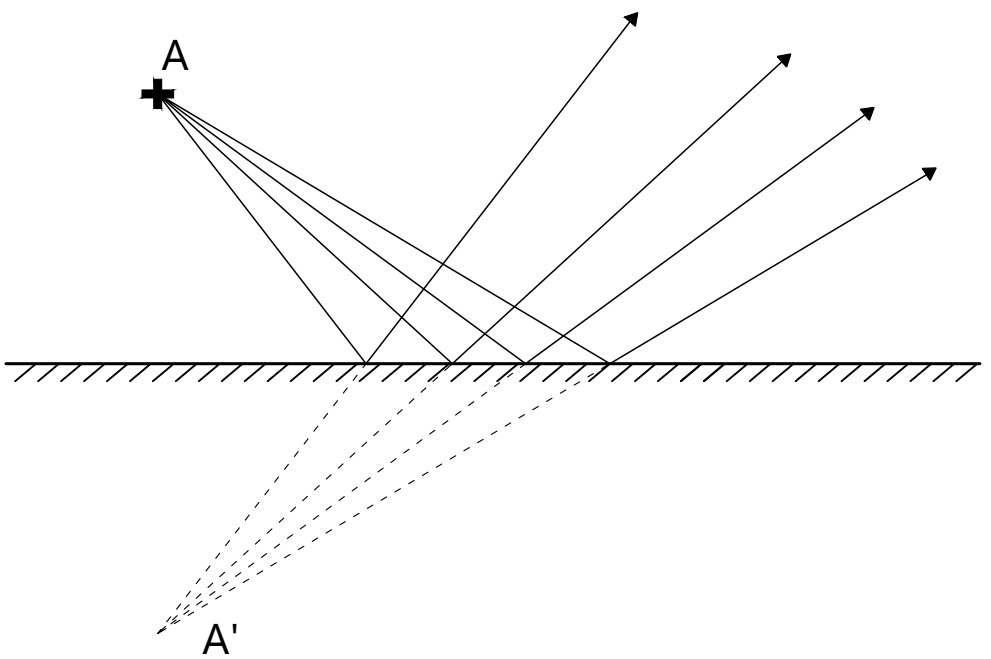
Svjetlost je vidljivo elektromagnetsko tračenje u rasponu valnih duljina od 380 do 780nm, koje ljudsko oko razlikuje kao boje.

Kad svjetlost prolazi kroz vrlo mali otvor, kažemo da je to zraka svjetlosti. Ako je otvor veći pa prolazi više zraka, onda je to snop. Snop svjetlosti je stožac kojemu je vrh u izvoru svjetlosti. Zraka je vrlo uski snop. Posljedica pravocrtnog širenja svjetlosti je sjena. To je neosvijetljeni čunasti prostor iza neprozirnog tijela.

Svjetlo je osjećaj koji nastaje podražajem oćnog živca u oku. Taj podražaj dolazi u naše oko s pojedinih tijela koja nas okružuju, pa ih tako vidimo.

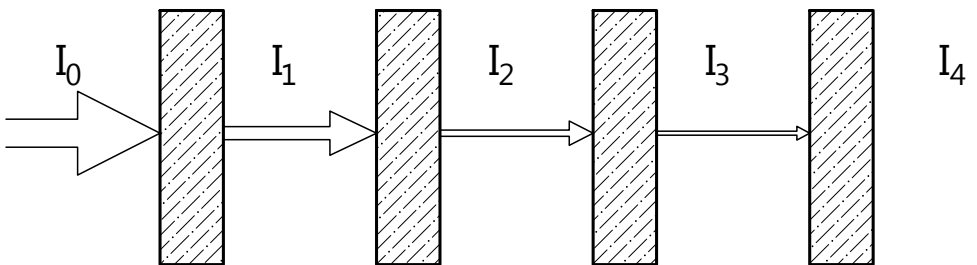
Svjetlost se u homogenom sredstvu od svojeg izvora rasprostire na sve strane i to pravocrtno. To je zakon pravocrtnog širenja svjetlosti.

Osnovne pojave koje vežemo uz širenje svjetlosti i trebamo imati na umu kod ispitivanja utjecaja materijala na putanju svjetlosti su: refleksija, apsorpcija, refrakcija ili lom svjetlosti, difrakcija ili ogib svjetlosti, te raspršivanje svjetlosti



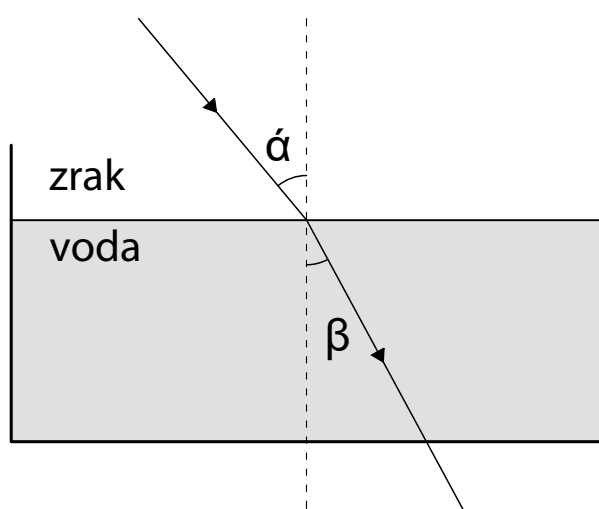
### Refleksija

Odbijanje valova na granićnoj površini između dva medija. Ako je granićna ploha glatka, tj. dimenzije neravnine su u odnosu na valnu duljinu svjetlosti zanemarive, tada nastaje regularna refleksija kod koje je upadni kut valova jednak kutu refleksije, u suprotnom slučaju nastaje difuzna refleksija gdje se valovi reflektiraju u svim smjerovima.



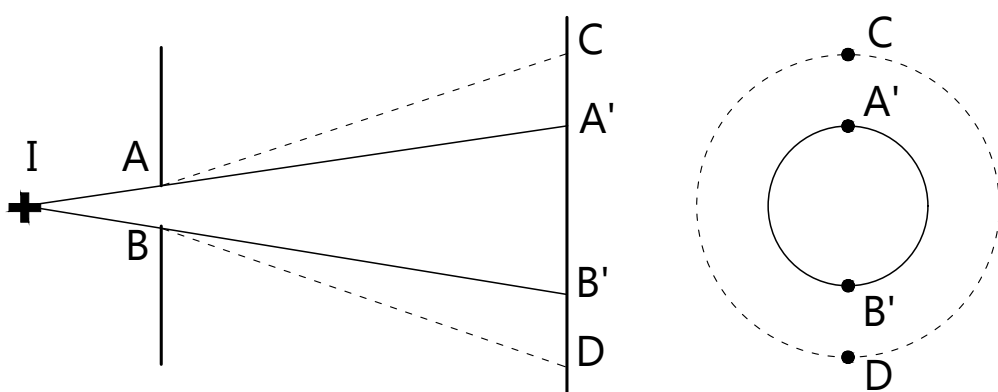
### Apsorpcija

Kvant svjetlosti, predajuć i svoju energiju elektronu, prebacuje ga iz stanja niže u stanje više energije. Kako su samo neka energetska stanja u atomu moguća, jasno je da će svako fizikalno tijelo apsorbirati upravo one frekvencije koje i samo emitira. Tako emitirani kvant energije širi se prostorom u obliku elektromagnetskoga vala.



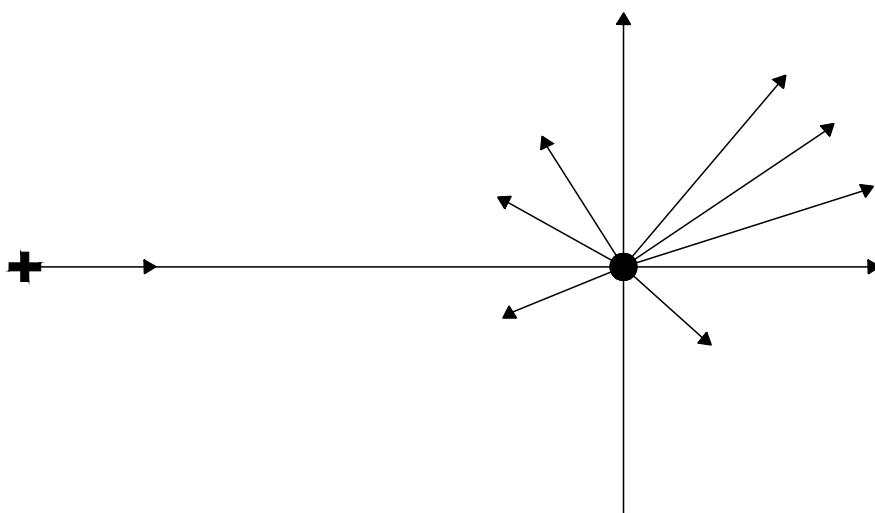
### Refrakcija (lom svjetlosti)

Refrakcija ili lom svjetlosti je skretanje svjetlosnih zraka ili zraka drugog elektromagnetskog zračenja pri prijelazu iz jednog sredstva u drugo zbog razlike u brzini širenja valova u različitim sredstvima. Pojam se može odnositi i na valove zvuka. (Snelliusov zakon)



### Difrakcija (ogib svjetlosti)

Difrakcija ili ogib svjetlosti je fizikalna pojava koja nastaje zbog skretanja valova iza ruba zapreke na koju valovi naiđu. Kad valovi naiđu na neku zapreku kojoj su dimenzije približne duljini vala, zbog ogiba će, u sjeni koju čini zapreka, nastati interferencija valova koji dolaze s rubova zapreke.



### Raspršivanje svjetlosti

Raspršenje svjetlosti ili difuzija svjetlosti je promjena kretanja, tj. širenja snopa čestica kada naiđu na zapreku. Promjena se sastoji u tome što se jedan dio upadnog snopa čestica ili zraka zaustavi, dok se drugi dio nastavi kretati u istom ili promijenjenom smjeru. Nastaje kada čestice apsorbiraju fotone zbog čega počnu „vibrirati“ i emitirati ih u drugom smjeru.



## 01\_istraživanje

### Fizikalna svojstva svjetlosti

Transparentan je materijal koji u svojoj strukturi ne stvara procese koji bi ometali transmisiju - apsorpcijom ili razbijanjem u raznim smjerovima. Apsorpcija koristi o fizikalnim i kemijskim svojstvima materijala, tj. možemo reći da ona ovisi o samoj prirodi materijala, dok s druge strane raspršivanje, osim o prirodi materijala ovisi i o obradi materijala, tj. elementa koji je napravljen od određenog materijala (npr. brušenje površine staklene plohe, povećava raspršivanje, dok apsorpcija i refleksija ostaju iste).

Transparentni materijali se sastoje od kristala unutar kojih su atomi ili molekule u pravilnom rasporedu - ukoliko su granice između njih manje od najmanje valne duljine vidljive svjetlosti, materijal izgleda prozirno.

#### Mjerenje translucencije

Za razliku od transparentnih materijala koji transmitiraju svjetlost bez značajne promjene intenziteta, a pogotovo bez značajne promjene puta svjetlosnih zraka, translucetni materijali imaju svojstva zbog kojih se svjetlost raspršuje i lomi, zbog čega je postupak mjerenja kompleksniji.

Kod transparentnih uzoraka transparentnost materijala mjeri se kao razlika u iluminaciji koju svjetlomjer mjeri kada svjetlost iz jednog izvora do svjetlomjera dolazi bez prepreke i kada prolazi kroz uzorak.

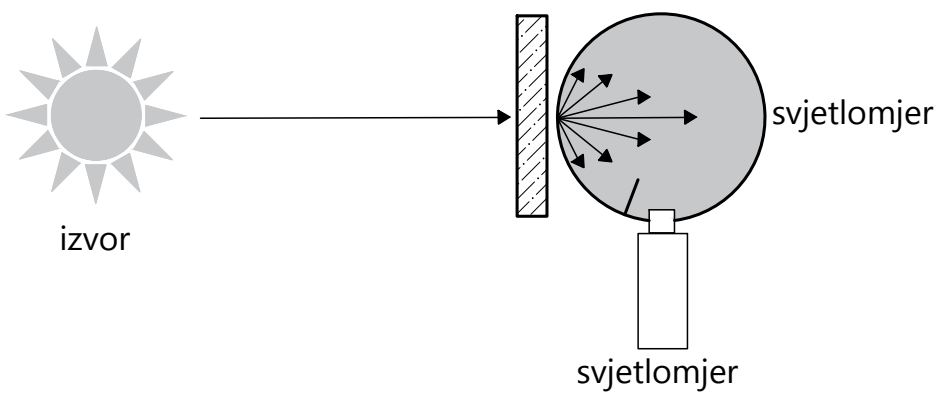
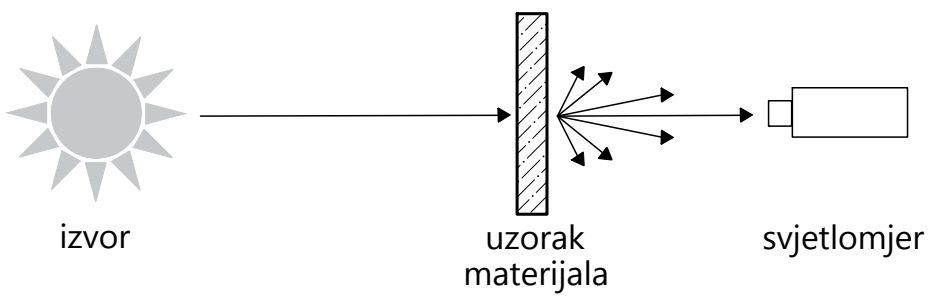
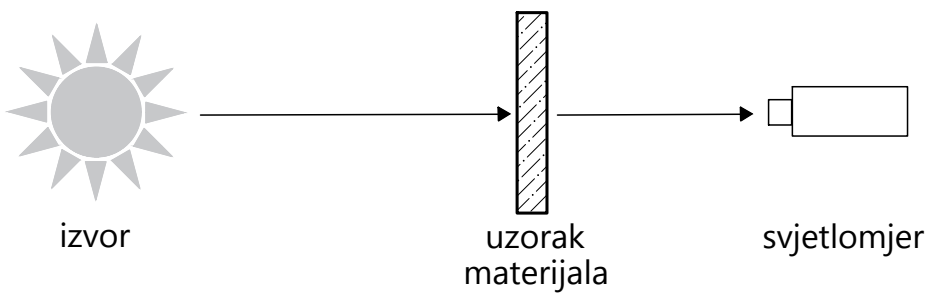
Kada svjetlost prolazi kroz translucetni materijal dolazi do raspršenja svjetlosti pa prethodno opisani način ne može funkcionirati. Kada se svjetlost rasprši određeni dio osvijetljenja više ne upada na receptore svjetlomjera i veličina koju on daje nije jednaka stvarnoj.

Kako bi se taj problem riješio, osmišljen je sistem sa netransparentnom sferom visoko reflektivne unutrašnjosti koja se postavlja uz sam uzorak. Sfera prikuplja raspršenu svjetlost i reflektira je po svojoj unutrašnjosti sa najvećim intenzitetom u samom centru prema kojem se tada postavlja svjetlomjer.

Primjer takvog uređaja vidljiv je na slici (). Oni se danas ne koriste, no na temelju tog principa izrađena je tehnologija na kojoj se baziraju suvremeni uređaji za mjerenje transparentnosti i translucencije materijala.



*„An integrating sphere method, ASTM D-1003, published in 1949, for materials. Haze, in this method, is defined as "that percentage of transmitted incident beam by forward scattering more than 2.5° on the average."*



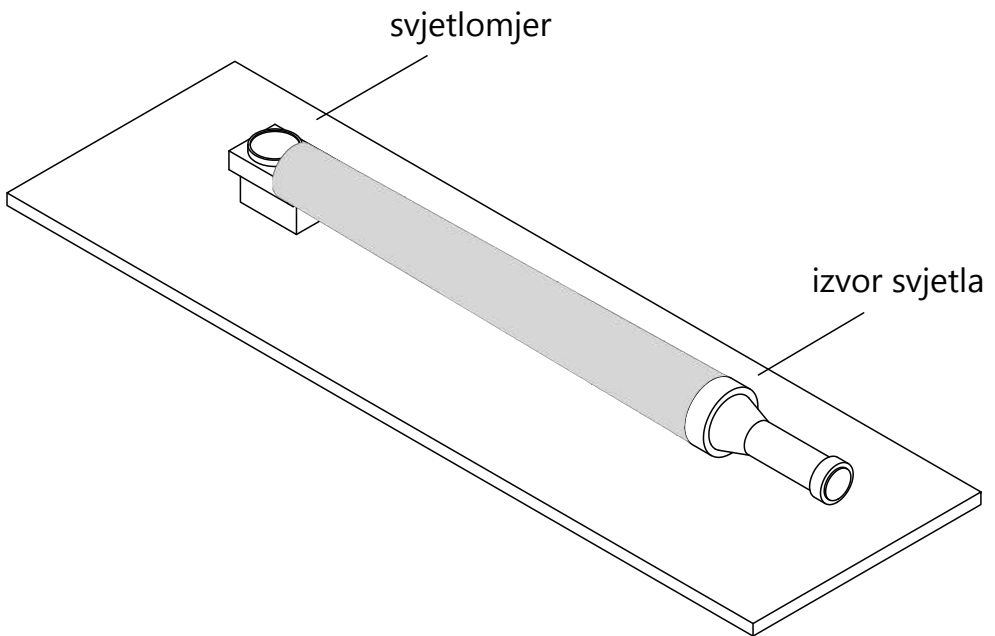
has been widely used for measuring the haze of relatively clear sheet transmitted light which, in passing through the specimen, deviates from the

## 02\_eksperiment

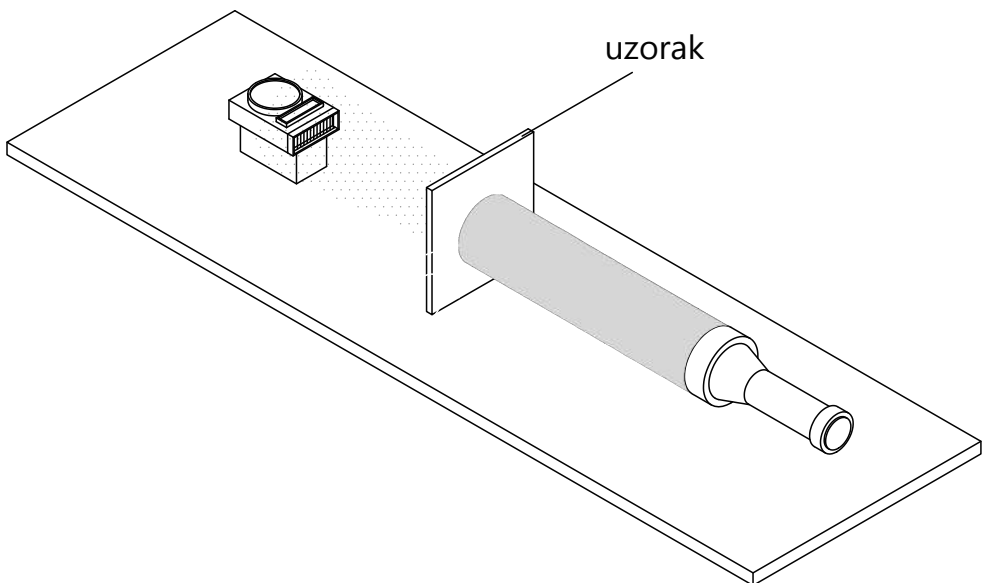
### Ispitivanje translucencnosti

#### Polazište

Laboratorijski precizno mjerenje translucencnosti pokazuje se kao izrazito složeno, ali nepotrebno u kontekstu ovog istraživanja. Ideja je postaviti mjerenje koje na dovoljno točan i jasan način može pokazati razlike između translucencnosti različitih materijala, te razlike kod određenih manipuliranja strukturom promatranih materijala. Pretpostavka je da će se na taj način jasnije spoznati svojstva translucencnih materijala i što na njih utječe, te prepoznati određene anomalije ili neočekivane stvari. Cilj je pronaći materijale na kojima se navedena svojstva i pojave mogu najtočnije ispitati. Polazište za osmišljavanje metode mjerenja su postupci korišteni kroz povijest. Zaključak je da su osnovne vrijednosti koje je potrebno ispitati iluminacija i raspršenost svjetlosti.



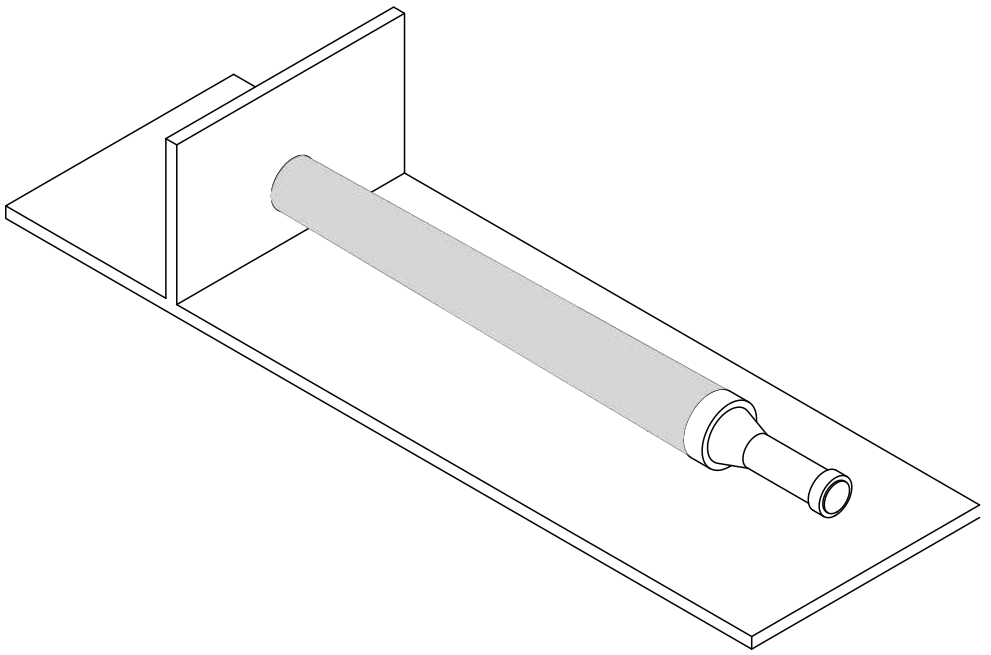
1. Snop svjetlosti bez prepreke ostaje jednakog intenziteta



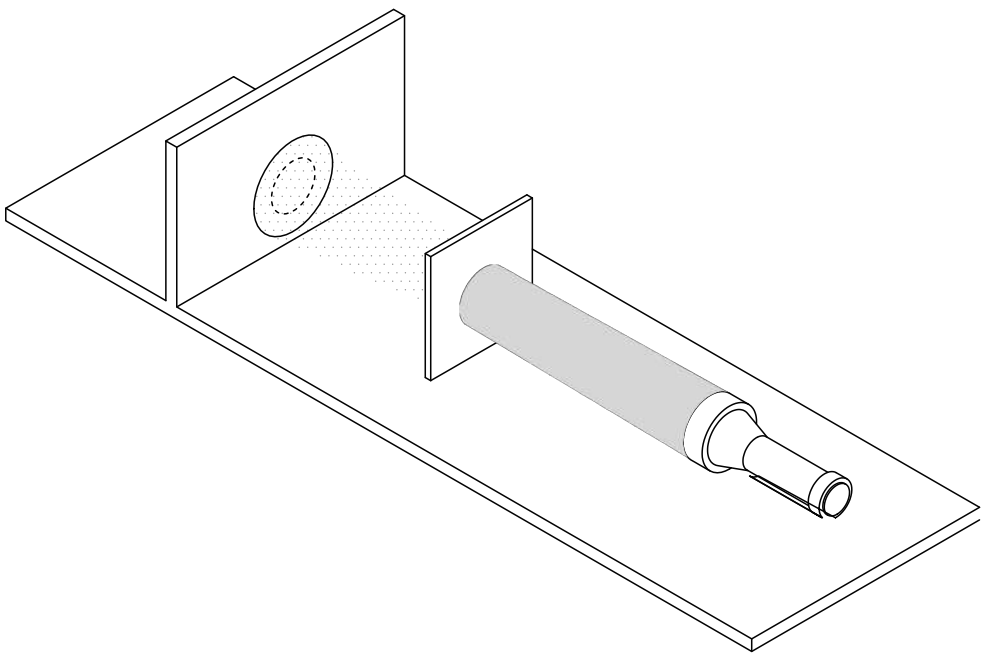
2. Smanjenje intenziteta snopa svjetlosti prolaskom kroz uzorak

## Postupak

Za mjerenje korišteni su džepna LED lampa kao izvor svjetlosti i uređaj za mjerenje svjetlosne jakosti (svjetlomjer). Ideja je oba uređaja fiksirati na način da je lampa usmjerena direktno prema receptorima svjetlomjera (1). Zatim se između njih, postavljaju različiti materijali i na svjetlomjeru odčitava promjena u jakosti svjetlosti (2). S obzirom da translucetni materijali raspršuju svjetlost dobivena vrijednost nije u potpunosti referentna. Iz tog razloga u obzir moramo uzeti i ogib koji nastaje zbog raspršenja svjetlosti nakon prolaska kroz neki materijal (4). Tako možemo uspoređivati različite uzorke na način da ako npr. dva uzorka pokazuju približno jednako smanjenje jakosti svjetlosti, više svjetlosti zapravo propušta onaj koji stvara veći ogib.



*3. Putanja snopa svjetlosti bez prepreke ostaje kontinuirana*



*4. Raspršenje snopa svjetlosti prolaskom kroz uzorak*

## 02\_eksperiment Ispitivanje translucenosti



1 Svjetlomjer Leningrad 8



Postav za mjerenje jaskosti osvjetljenja

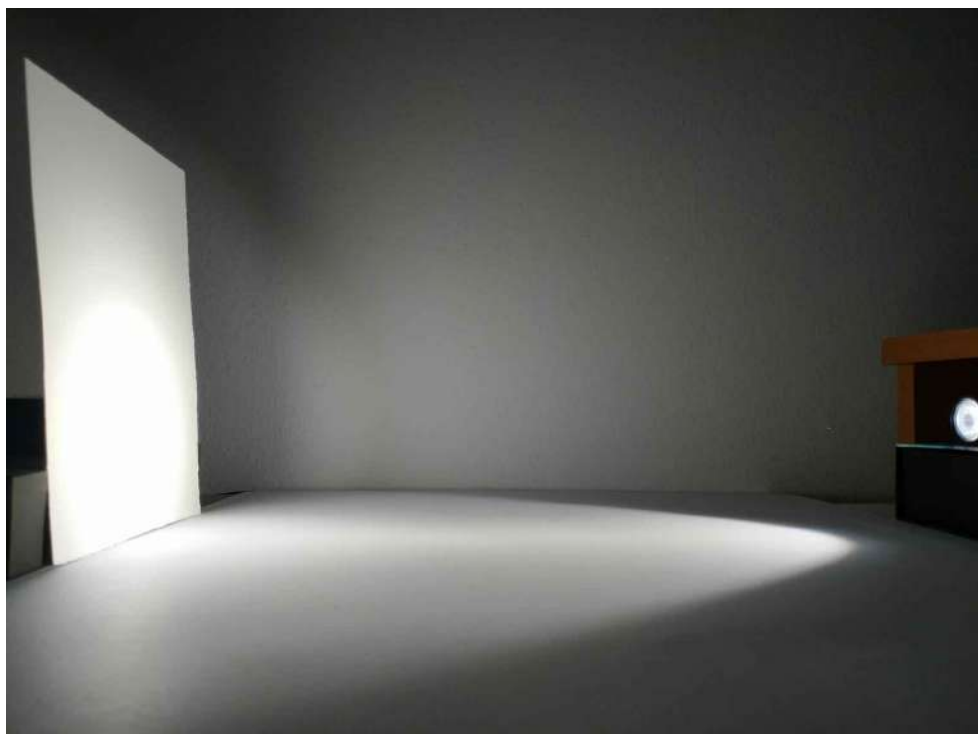


Iluminacija - *osvjetljenost*

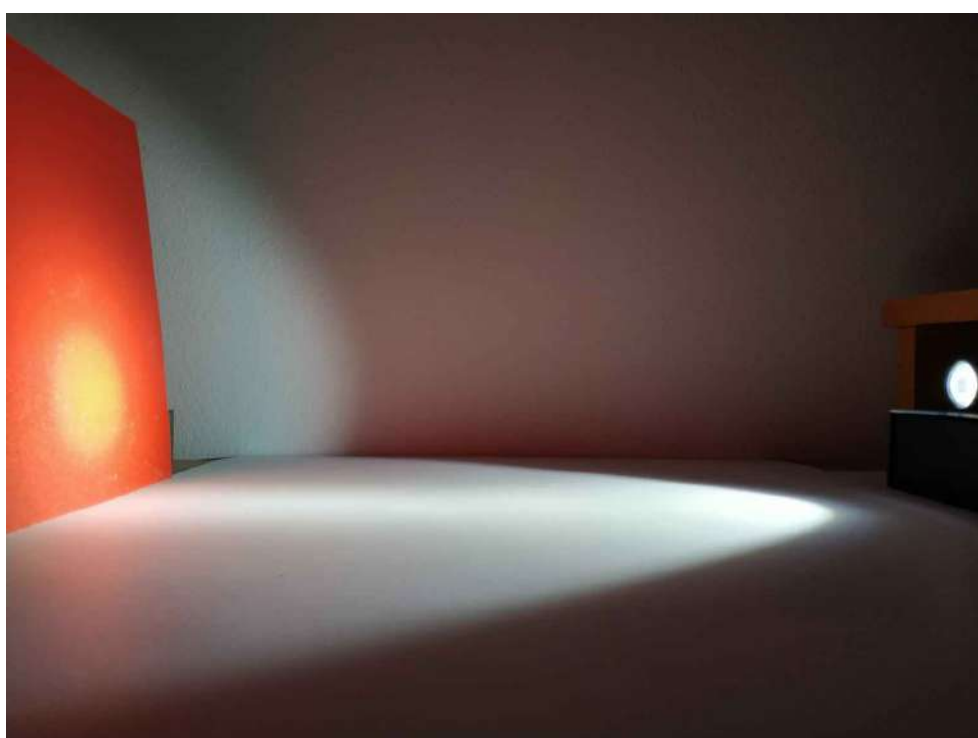
Koliku transmisiju svjetlosti materijal dozvoljava?



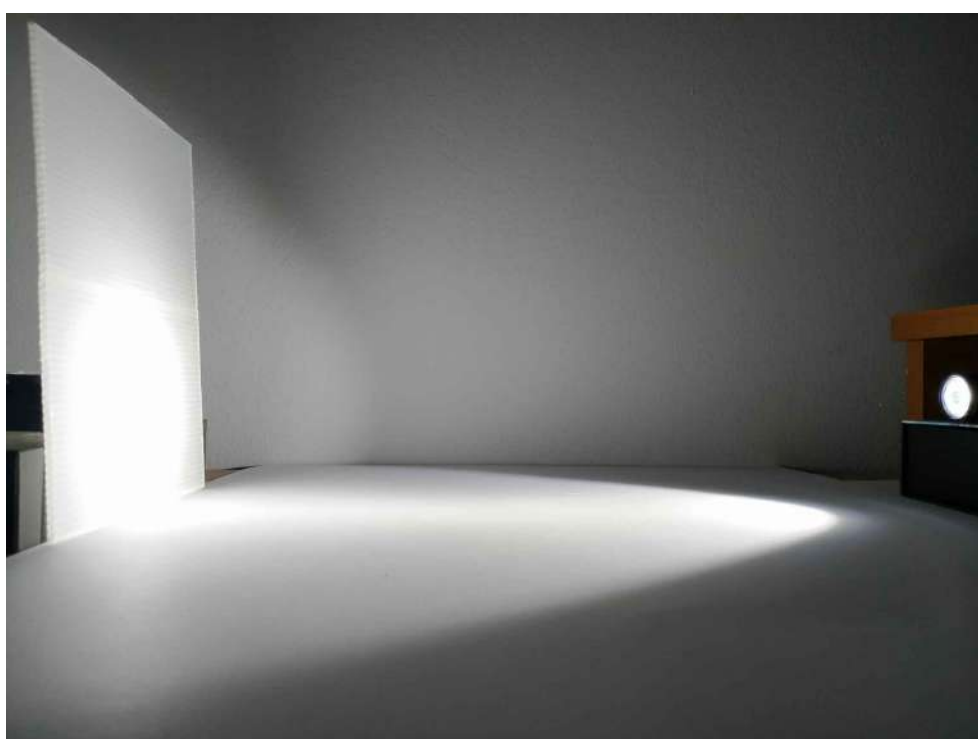
02\_eksperiment  
Ispitivanje translucenosti



*Papir za ispis / 80g*

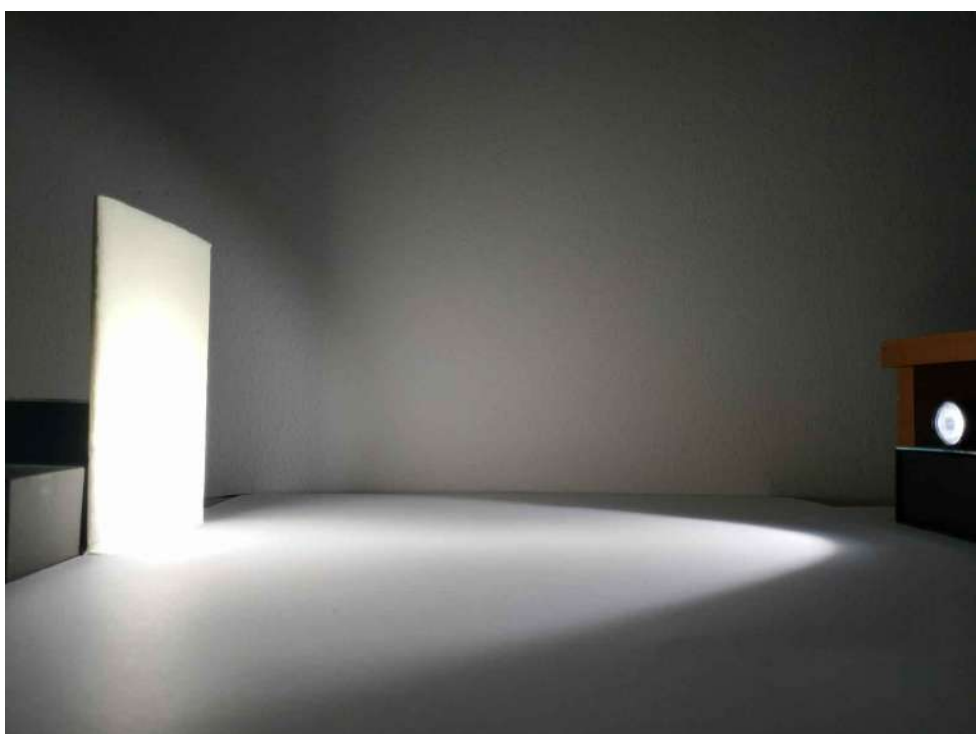


*PCV folija za fascikl u boji*



*Polikarbonat jednokomorni / 2.5mm*

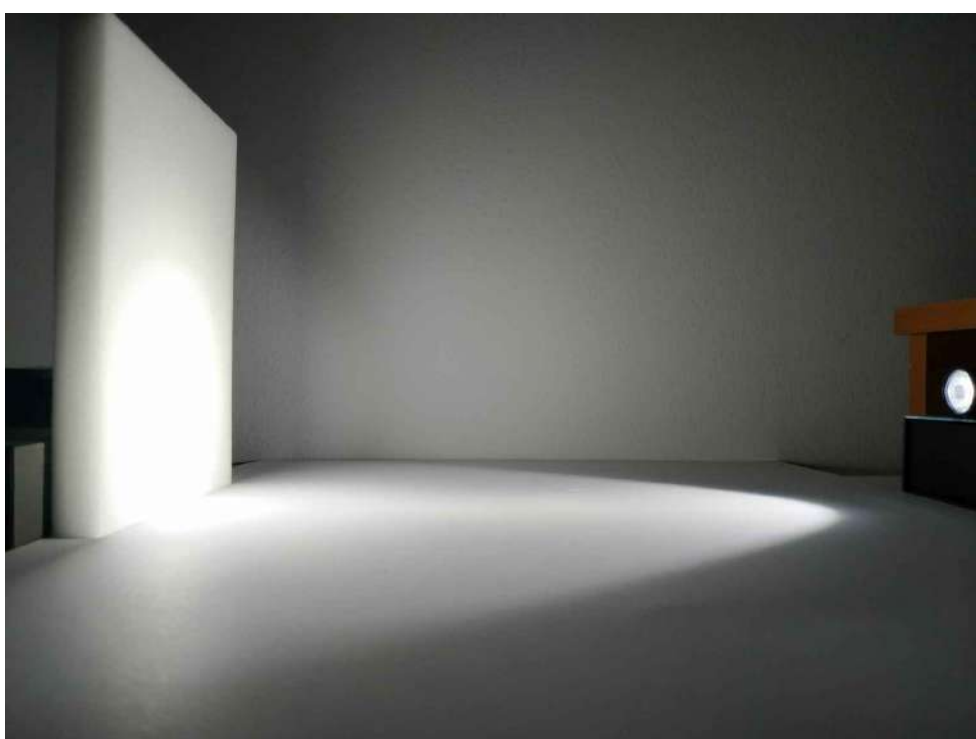




*Krep papir / rola*



*Folija za grafoskop*

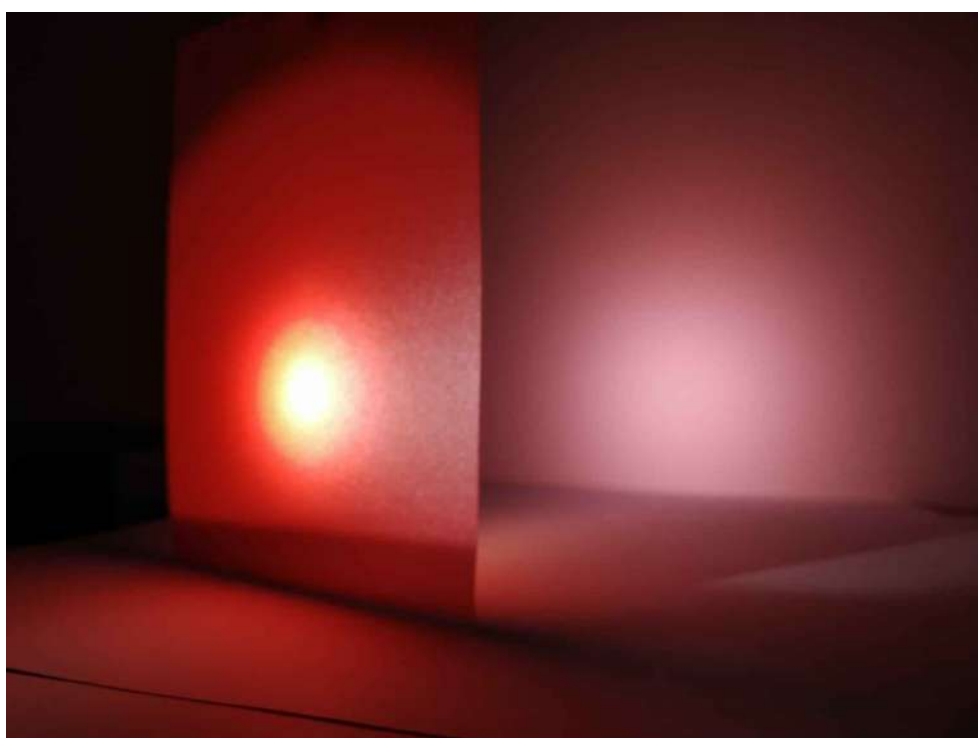


*Ekspandirana pjena 2cm*

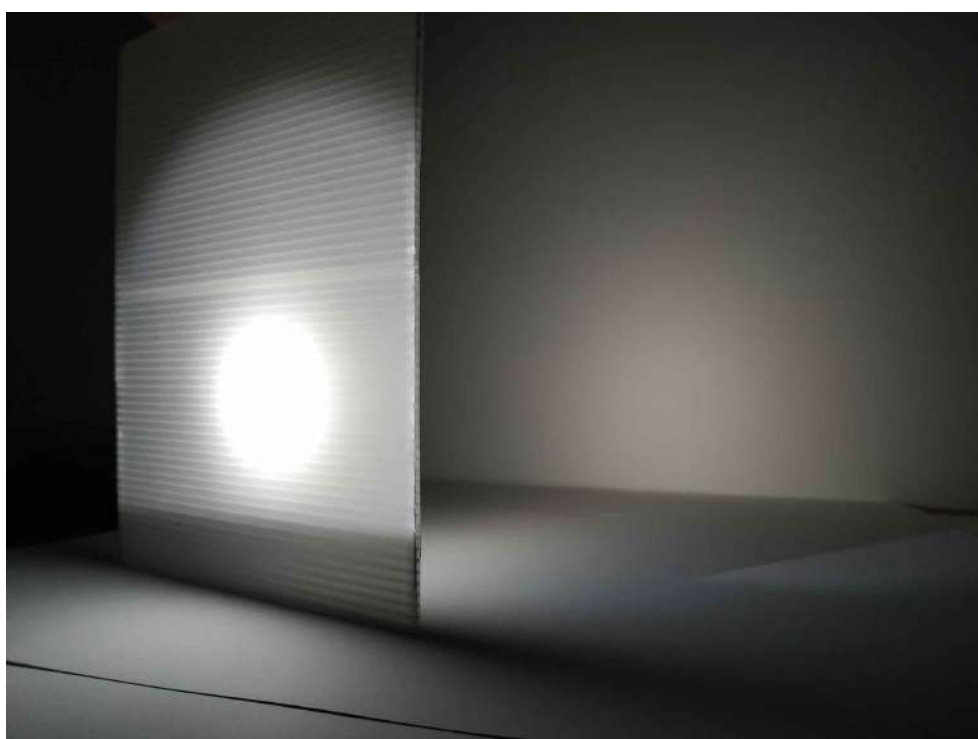
02\_eksperiment  
Ispitivanje translucenosti



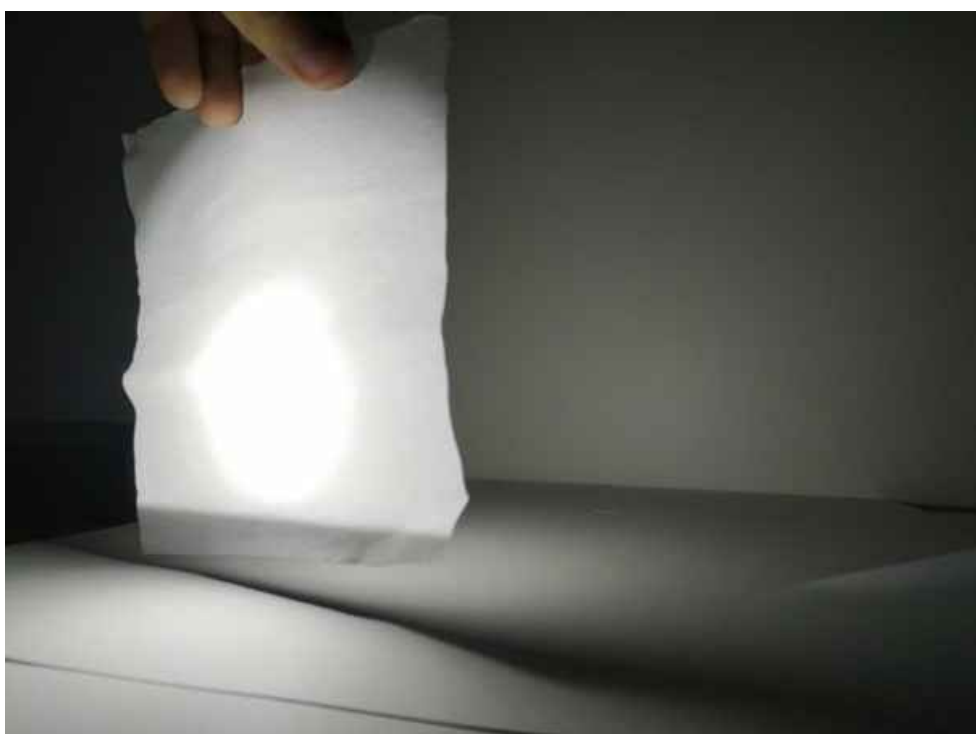
*Prikaz raspršenja snopa bez uzorka*



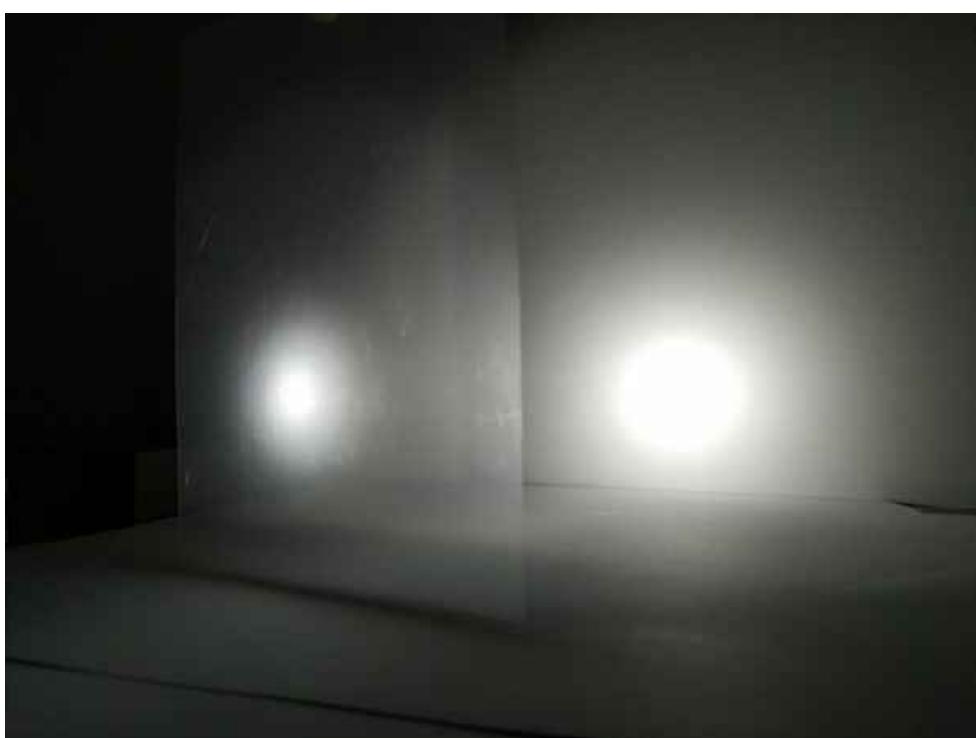
*PCV folija za fascikl u boji*



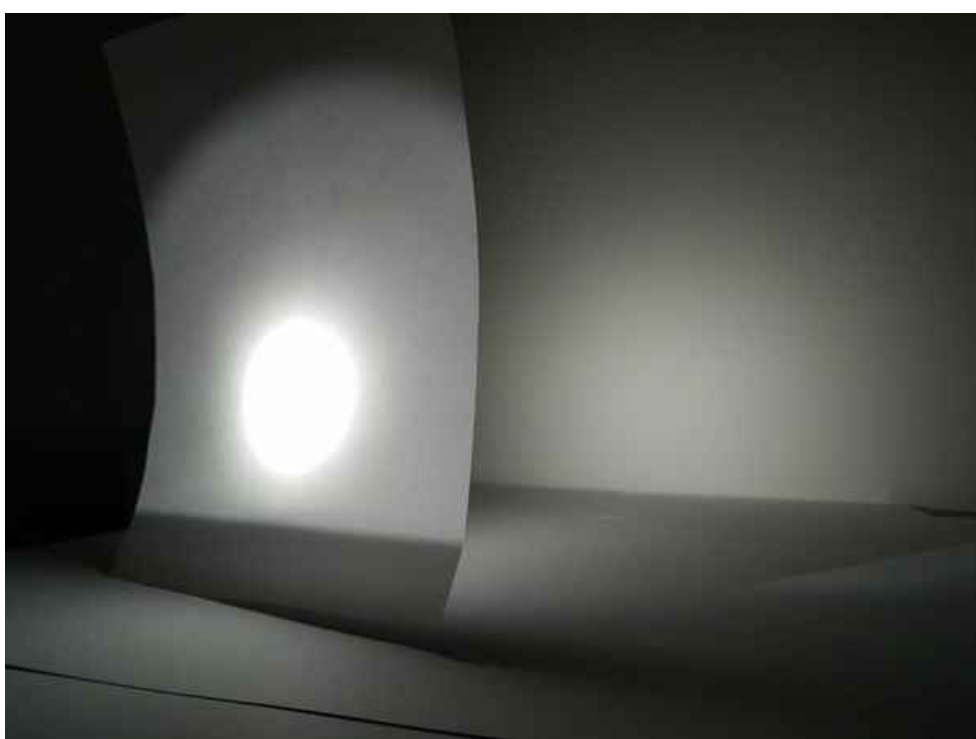
*Polikarbonat jednokomorni / 2.5mm*



*Krep Papir / jedan sloj*



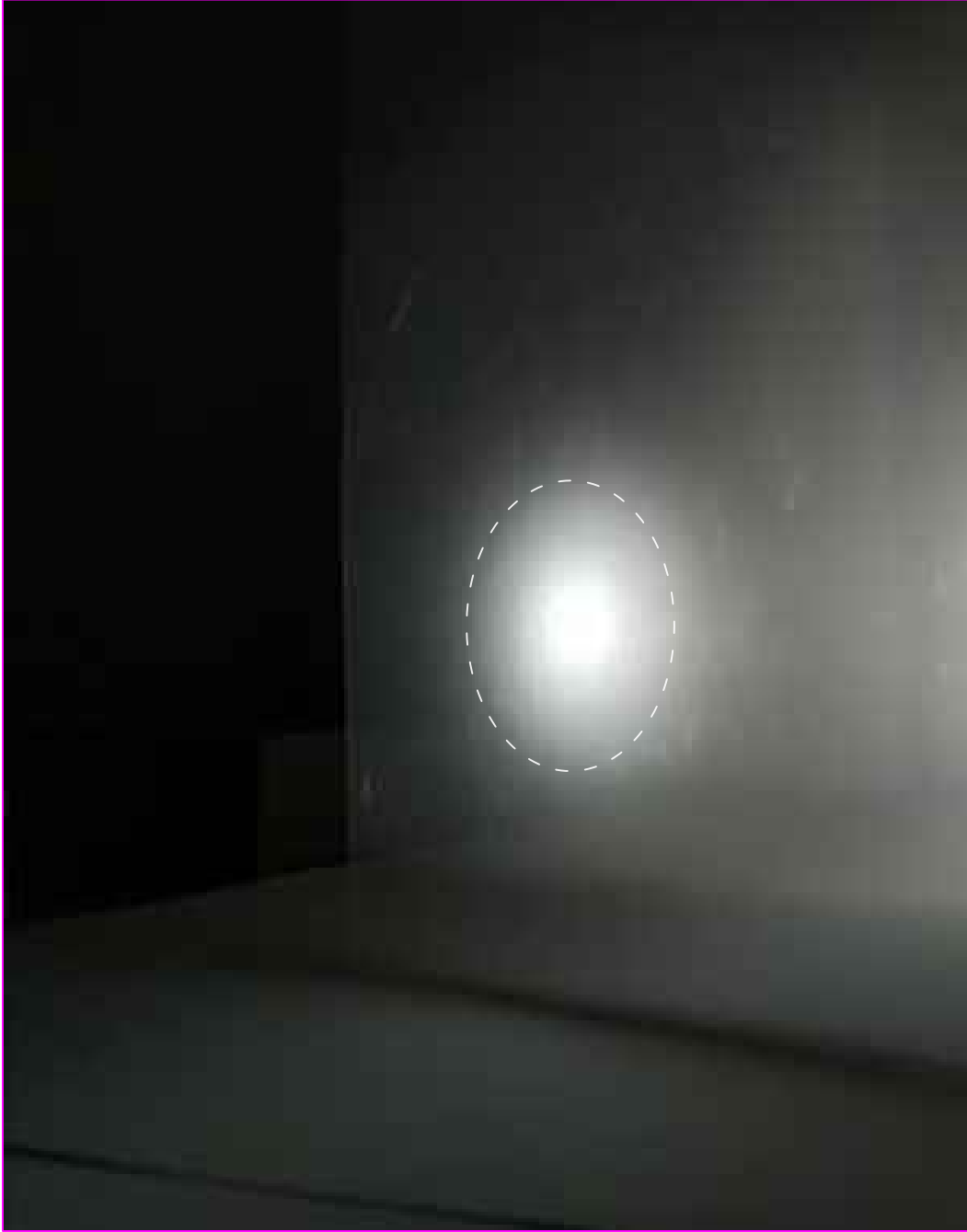
*Folija za grafoskop*



*Paus papir*

## 02\_eksperiment

### Ispitivanje translucenosti



*"Mrlja" svjetlosti na uzorku folije za grafoskop*

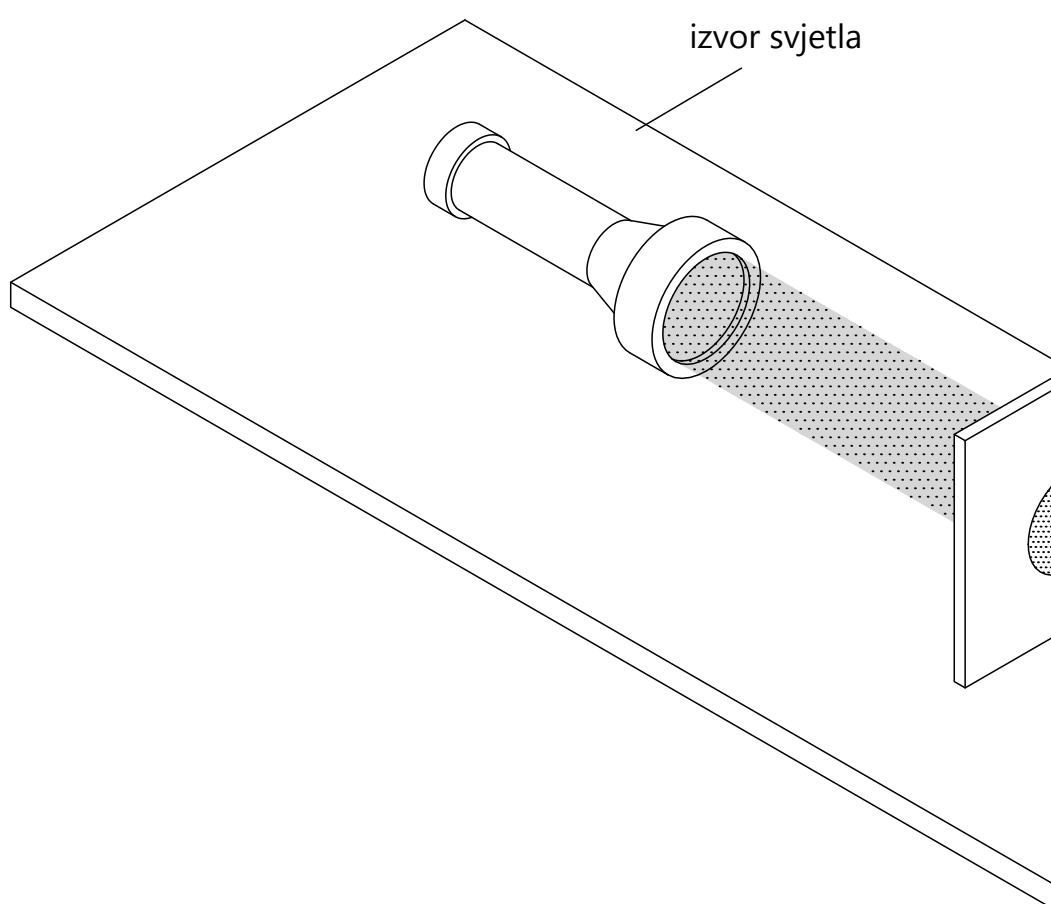
#### Zaključak

Prilikom mjerenja na različitim uzorcima jasno su bila vidljiva prethodno opisana svojstva svjetlosti. Pokazalo se da postavljeni način mjerenja funkcionira dovoljno dobro da se može pokazati koji materijal propušta više svjetlosti no upitno je koliko su nam ti podaci u sklopu ovog istraživanja zapravo relevantni. S druge strane, pojavile su se nove zanimljivosti koje bi valjalo istražiti. Prilikom mjerenja raspršivanja svjetlosti jasno se mogla uočiti "mrlja" svjetlosti na samom uzorku koja je zapravo rezultat refleksije i apsorpcije svjetlosti (slika). Osim toga, prilikom osvjetljavanja materijala primjećuje se da prilikom osvjetljavanja materijala jasnija postaje njegova struktura.



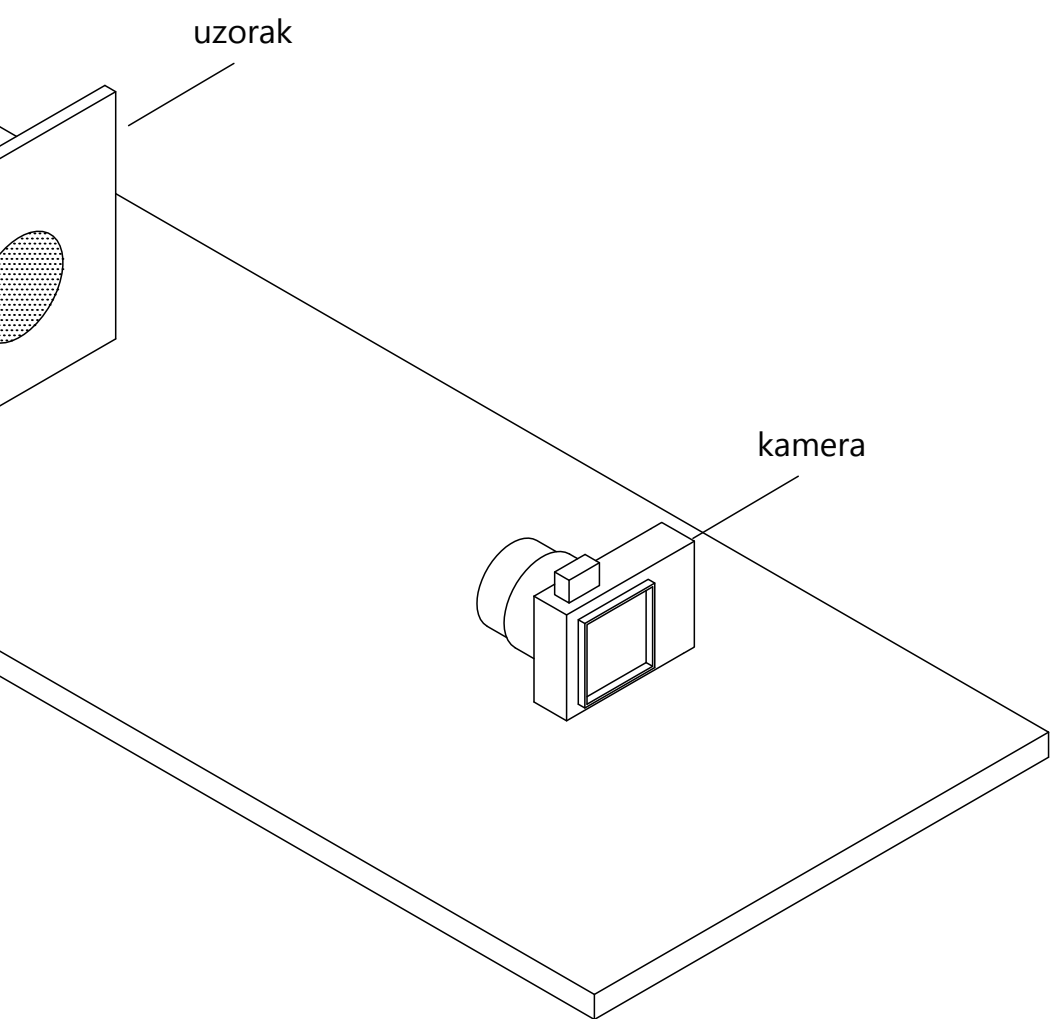
## 02\_eksperiment

### Ispitivanje translucenosti



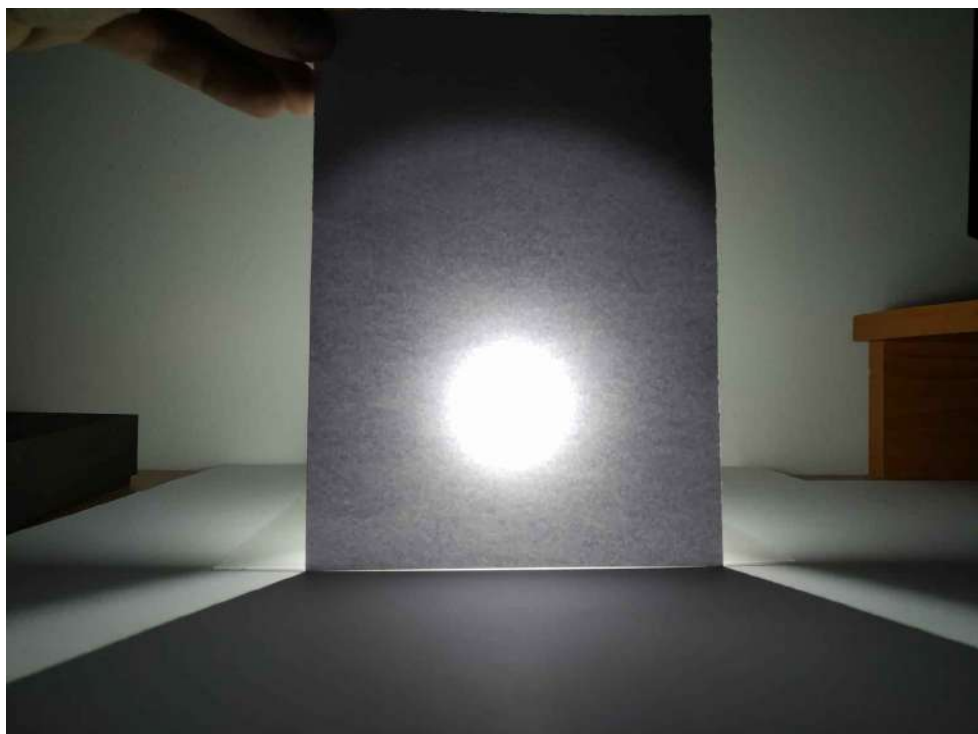
#### Postupak

Na temelju prethodnog zaključka slijedi eksperiment u kojem se objektiv kamere postavlja nasuprot lampe kao izvora svjetlosti te se između njih postavljaju uzorci. Na taj način kamera direktno bilježi što se događa na samoj površini materijala prilikom prolaska svjetlosti.





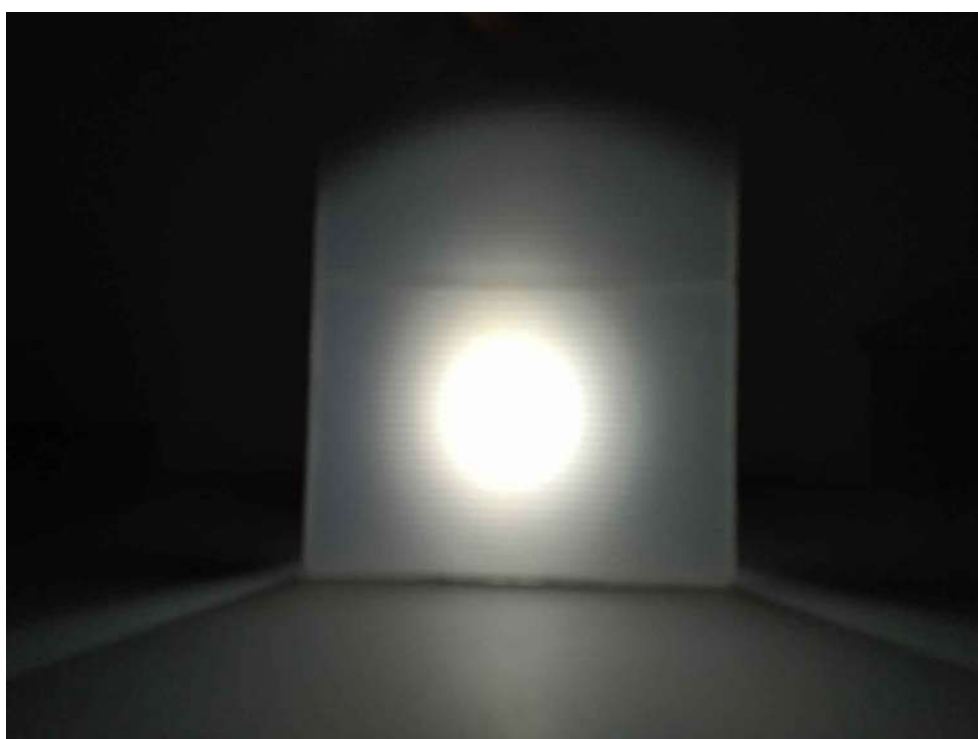
02\_eksperiment  
Ispitivanje translucenosti



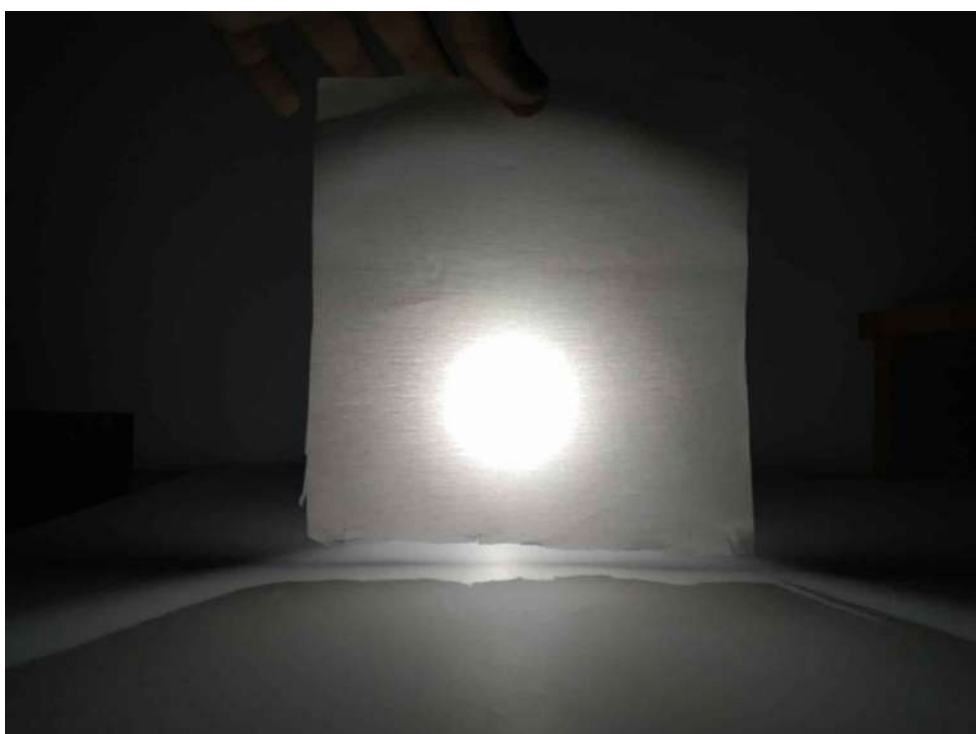
*Papir za ispis / 80g*



*PCV folija za fascikl u boji*



*Polikarbonat jednokomorni / 2.5mm*



*Krep Papir / jedan sloj*



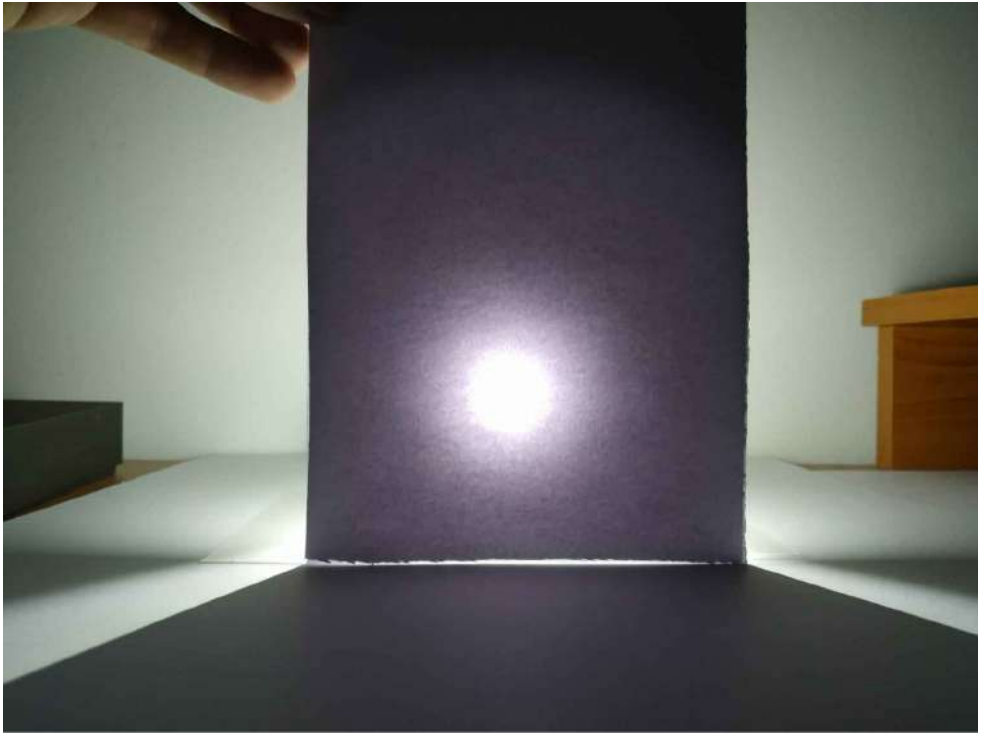
*Folija za grafoskop*



*Paus papir*

## 02\_eksperiment

### Ispitivanje translucenosti



1 Jedan sloj papira za ispis / 200g



2 Tri sloja papira za ispis / 200g

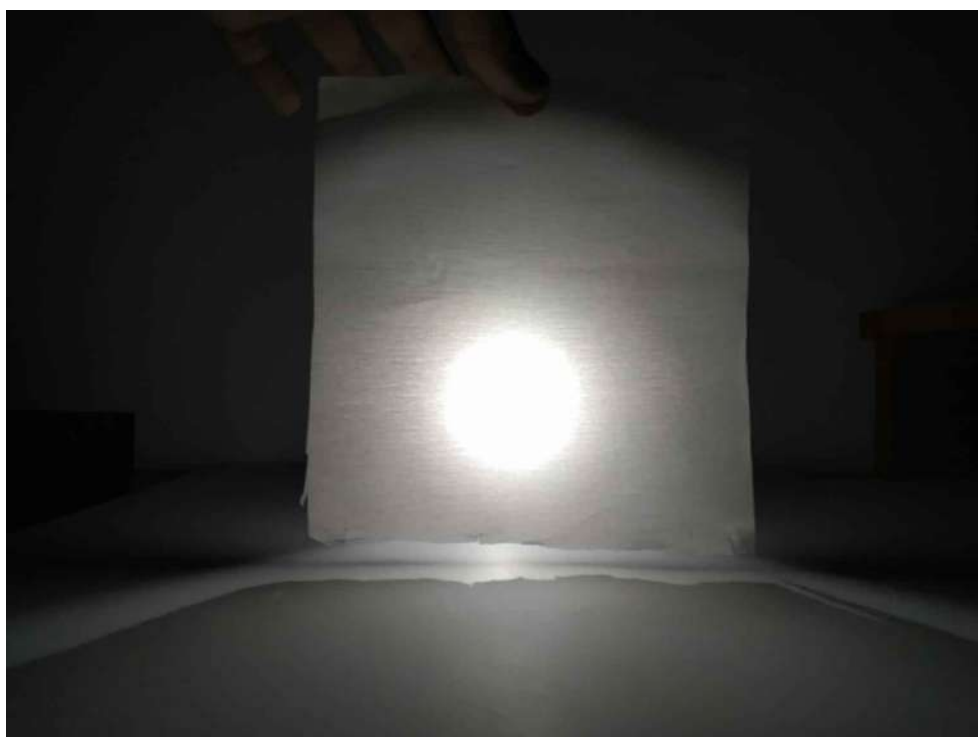
Prilikom testiranja sa običnim bijelim papirom za ispis primjećujemo da dodavanjem više slojeva papira jarko bijela mrlja svjetlosti počinje dobivati ljubičaste nijasne. Sa svakim slojem smanjuje se intenzitet svjetla, a pojavlja se intenzitet boje. Pretpostavka je da preklapanjem listova nastaje struktura koja propušta samo određenu valnu duljinu.



*3 Pet slojeva papira za ispis / 200g*

## 02\_eksperiment

### Ispitivanje translucenosti



*1 Jedan sloj krep papira*

Prilikom testiranja sa krep papirom primjećujemo da dodavanjem više slojeva papira jarko bijela mrlja svjetlosti počinje dobivati žute nijasne. Sa svakim slojem smanjuje se intenzitet svjetla, a pojavljuje se intenzitet boje. Pretpostavka je da preklapanjem listova nastaje struktura koja propušta samo određenu valnu duljinu.



*3 Rola krep papira*

## 02\_eksperiment

### Ispitivanje translucenosti



#### Zaključak

Prilikom eksperimentiranja sa translucennošću različitih uzoraka papir se pokazao kao potentan materijal na kojemu se mogu vršiti daljnja ispitivanja. Za početak potrebno je provesti istraživanje o samom papiru, a zatim provesti vlastite eksperimente.

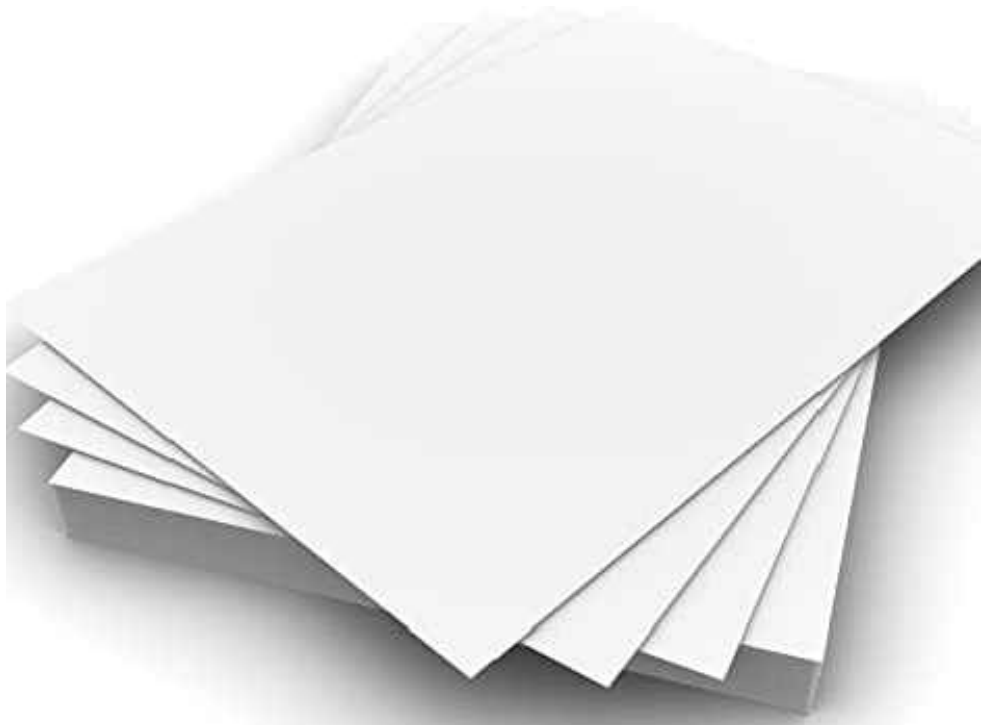




## 01\_istraživanje

### O papiru

papir (njem. Papier < lat. papyrum, papyrus < grč. πάπυρος: papirus) (srednjovj. lat. charta papyri, charta damascena, charta bombycina i dr.), plošni proizvod dobiven iz vodene suspenzije biljnih vlakana na stroju s finim sitom, koje omogućuje njihovo prepletanje i oblikovanje u vrlo tanak list.



*Bijeli papir za ispis 80g (<https://www.collinsdictionary.com>)*

Povijest papira započinje godine 105. u drevnoj Kini, kada ga je kineski ministar Ts'ai Lun proizveo od nekoliko različitih sirovina i otpadaka, većinom biljnoga podrijetla. Tijekom stoljeća papir je preuzeo prvenstvo nad papirusom, pergamentom i ostalim materijalima uporabljivanima za pisanje, a glavni su razlozi tomu jeftina i brza proizvodnja, te izvanredna pogodnost za pisanje i oblikovanje.

Prva je kineska faza, koja se temeljila na proizvodnji papira od samljevenih, oguljenih kukuljica dudova svilca, potom od vlakana bambusove trske, starih krpa i ribarskih mreža. Ta se smjesa mljela, potom namakala u gašenom vapnu te naposljetku rasprostirala na sito i sušila. Dobiveni se materijal još prešao i glačao bjelokošću i na kraju obrezivao. Tako je proizveden prvi papir, kojega je najstariji očuvani primjerak datiran u 2. stoljeću. S vremenom se tehnika proizvodnje papira usavršavala, a osim Kineza nekoliko stoljeća poslije s njom su se upoznali Korejci i Japanci.

Druga, arapska faza proizvodnje papira započela je 751., i to kao posljedica sukoba Arapa i Kineza u središnjoj Aziji. Arapi su od kineskih zarobljenika doznali tajnu proizvodnje papira te su ju donekle promijenili. Otvorili su radionice u Samarkandu, Bagdadu, Damasku, Kairu i drugdje, a u sljedećim stoljećima prenijeli su papir u Europu. Od razdoblja križarskih ratova papir je bio sve prisutniji na europskom tlu, a posebice u bilježničkim, sudskim i kneževskim uredima.

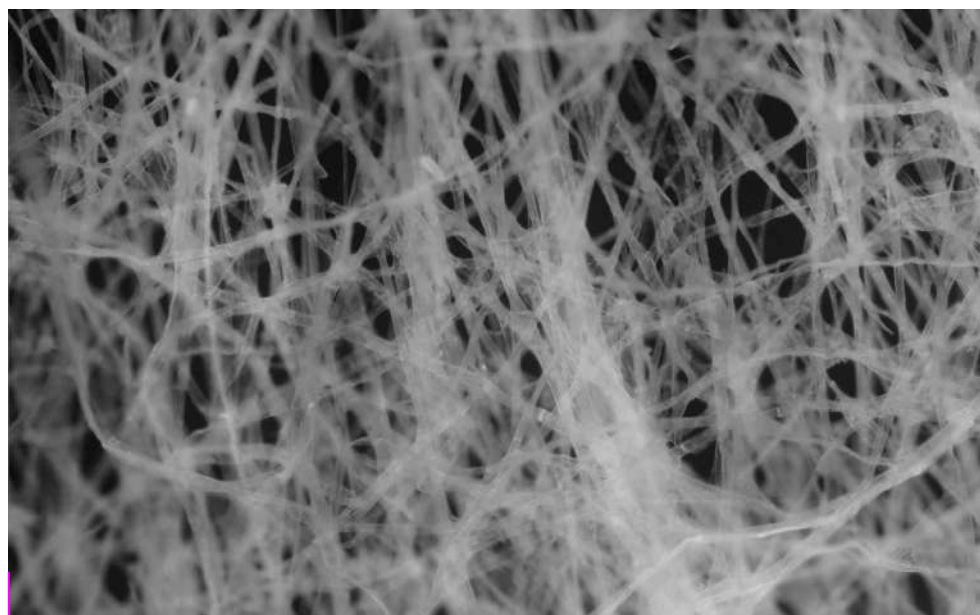
Treća, suvremena faza proizvodnje papira počinje od 18. stoljeća i usmjerena je na njezino tehničko usavršavanje. Za odlučujući preokret u proizvodnji papira zaslužni su Jakob Christian Schäffer (1718. – 1790.), koji je dokazao da se kao sirovina može upotrebljavati drvo, te u 19. stoljeću Friedrich Keller, koji je riješio problem mljevenja drva. Proizvodnja papira na papirnom stroju započela je 1799., kada je bila uvedena proizvodnja na stroju s dugim sitom, kako se u načelu radi i danas. Daljnja unaprjeđenja bila su uporaba keljiva kao dodatka papirnoj suspenziji te primjena sušnoga valjka.



*Ilustracija skupljanja stabiljki za proizvodnju papira u drevnoj Kini (www.wikipedia.org)*



*Najstarija poznata tiskana knjiga na papiru iz godine 868. (www.wikipedia.org)*



*Mikroskopski izgled papira: pojedina vlakna imaju promjer oko 10  $\mu\text{m}$  (www.wikipedia.org)*

# 01\_istraživanje

## Vrste papira

### Prema upotrijebljenim sirovinama

Prema upotrijebljenim sirovinama razlikuje se više vrsta papira. Skoro sve uobičajene vrste papira u najširoj upotrebi pretežno su građene od drvene celuloze, dakle od celuloze dobivene preradom drvene mase. Rjeđe se upotrebljavaju papiri od celuloze biljaka koje inače služe za dobivanje tekstilnih vlakana. Danas sve više raste potražnja za primjenu papira od sintetskih polimernih vlakana i anorganskih vlakana (staklenih i drugih).

### Prema doradi i obradi površina

Za mnoga je područja upotrebe papira bitan način njegove dorade i obrade površine. Po izlasku iz papirnog stroja na papirnu se traku mogu po potrebi nanositi različita sredstva koja papiru daju posebna svojstva. Prema tome se razlikuju papiri s neobrađenom površinom, površinski keljeni papiri, papiri s pokrivenom površinom (na primjer škrobom, umjetnim smolama, pigmentima, plastičnim masama (kao što je polietilen i tako dalje), impregnirani papiri (na primjer voštani papir) i tako dalje.

### Prema namjeni i području upotrebe

Navedeni načini razlikovanja i razvrstavanja različitih vrsta papira, kartona i ljepenki skupno se odražuju u njihovoj podjeli prema namjeni i području upotrebe. Prema tom se kriteriju mnogobrojni proizvodi industrije papira mogu svrstati u 4 velike grupe:

- grafički papiri
- omotni papiri, kartoni i ljepenke
- sanitarni papiri
- tehnički/specijalni papiri.

U nastavku istraživanja koristiti će se podjela prema namjeni i području uporabe, s obzirom da kategorije iz te podjele na najbolji način sortiraju papire prema zajedničkim svojstvima.

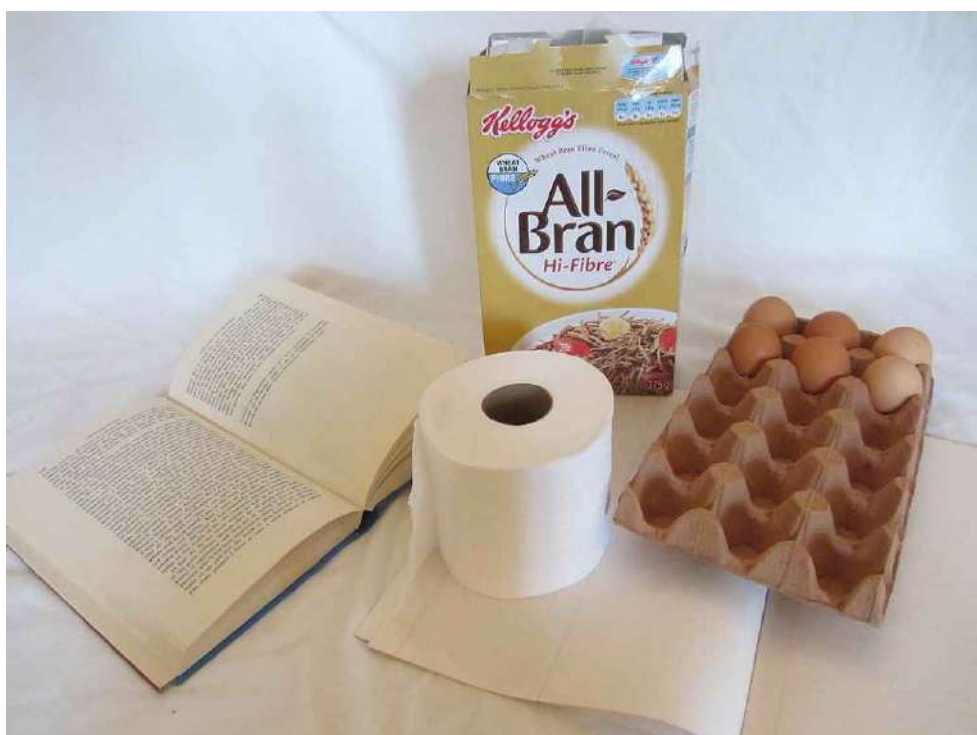




*Vlakna celuloze dobivena mljevenjem novinskog papira*



*Razli čite vrste površinske obrade papira*



*Razni proizvodi od papira: knjiga, sanitarni papir, papirni ručnici, karton, kutija za jaja.*

## 01\_istraživanje

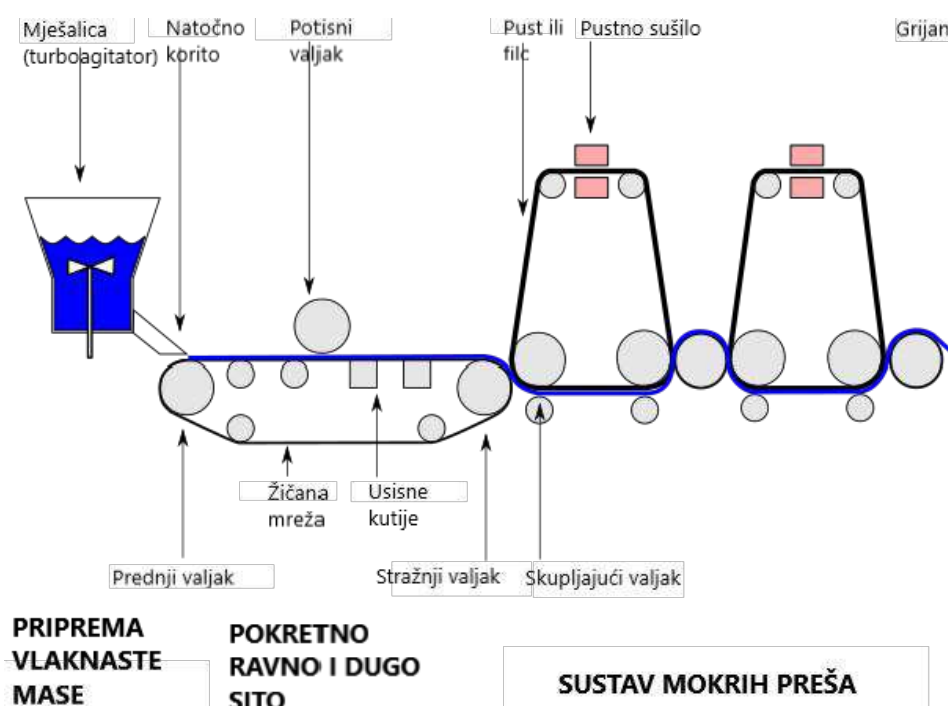
### Proizvodnja papira

Proizvodnja papira se zasniva na celulozi kao osnovnoj sirovini, a za poboljšanje fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških svojstava papira dodaju se keljiva, punila i bojila. Celulozna vlakna proizvode se od različitih biljnih vrsta (uglavnom drvo, rjeđe jednogodišnje biljke). Usitnjena sirovina prokuhava se i kemijski obrađuje kako bi se uklonili lignin, smola i nepoželjni prirodni polisaharidi. Kako bi se snopići vlakana razdvojili, oni se mehanički obrađuju razvlaknjivanjem i mljevenjem. Glavni izvor celuloznih vlakana danas su sekundarna, reciklirana vlakna dobivena preradbom otpadnog papira. I pored velikih razlika u načinu proizvodnje papira, od jednostavne ručne izrade do golemih i brzih računalnih papirnih strojeva velikog učinka, osnovni način izrade papira nije se u posljednjih 2000 godina bitno izmijenio. Proizvodnja papira sastoji se uglavnom od različitih mehaničkih radnji, ali je kemijski dio postupka vrlo važan za kakvoću gotovog proizvoda. Stvaranje papira iz vodene suspenzije celuloznih vlakanca moguće je zbog sposobnosti celuloze da svoje poliglukozne molekulske lance međusobno povezuje vodikovim vezama. Dok se u suspenziji takve veze neprestano stvaraju i opet kidaju, ostaju one u suhoj tvari stalne i čvrste, te omogućuju stvaranje ravnog i dovoljno čvrstog lista papira.

Proizvodnja papira sastoji se od 3 glavna koraka:

- 1) pripreme vlaknaste mase(pulpe)
- 2) stvaranja lista na papirnom stroju
- 3) dorade

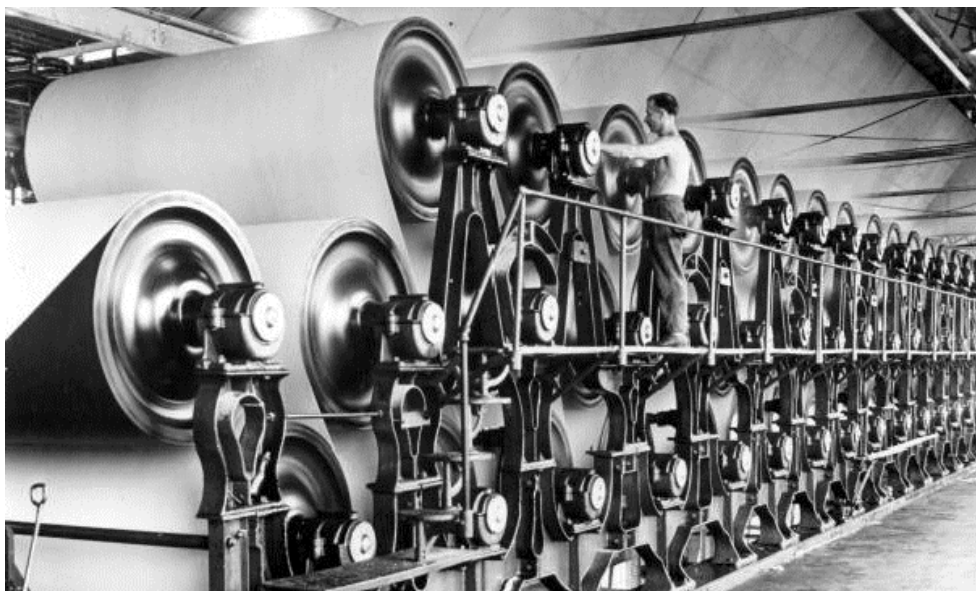
Industrijska proizvodnja. Papirni stroj s dugim sitom je danas najvažniji stroj za proizvodnju papira. Osnovni su dijelovi toga stroja natočno korito, ravno dugo sito, sustav preša, sustav sušnih valjaka te uređaj za zaglađivanje i namatanje papira.(slika dolje) Natočno korito ravnomjerno dovodi papirnu suspenziju na pokretno, ravno i dugo sito, gdje se odvaja najveći dio (više od 97%) vode i gdje se, uz potresanje, vlakna ravnomjerno prepleću i stvaraju papirnu vrpca. Vrpca zatim prolazi kroz mokru prešu, što pospješuje međusobno povezivanje vlakana, a na zagrijanim valjcima za sušenje, uz izdvajanje preostale vode, postiže se konačna čvrstoća vrpce. Prije namatanja papirna se vrpca hladi te u kalendarima površinski strojno zaglađuje. Ovisno o vrsti proizvoda, suvremeni papirni strojevi rade s brzinama papirne vrpce i do 200 metara/minuti. Širine su strojeva nešto veće od 9 metara, a učinak veći i od 1 000 tona dnevno.



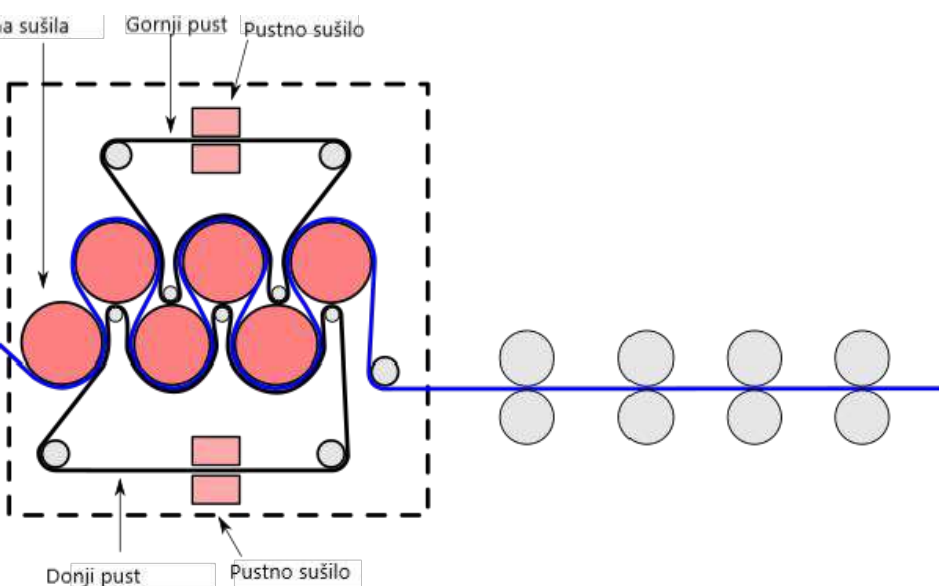
01\_ istraživanje  
Vrste papira



Segment modernog stroja ([www.azonano.com](http://www.azonano.com))



Raspored celuloze i drugih polisaharida u staničnoj stijenci biljaka  
([www.mozaweb.com](http://www.mozaweb.com))



**SUSTAV SUŠNIH VALJAKA**

**SUSTAV KALANDERA**



## 01\_istraživanje

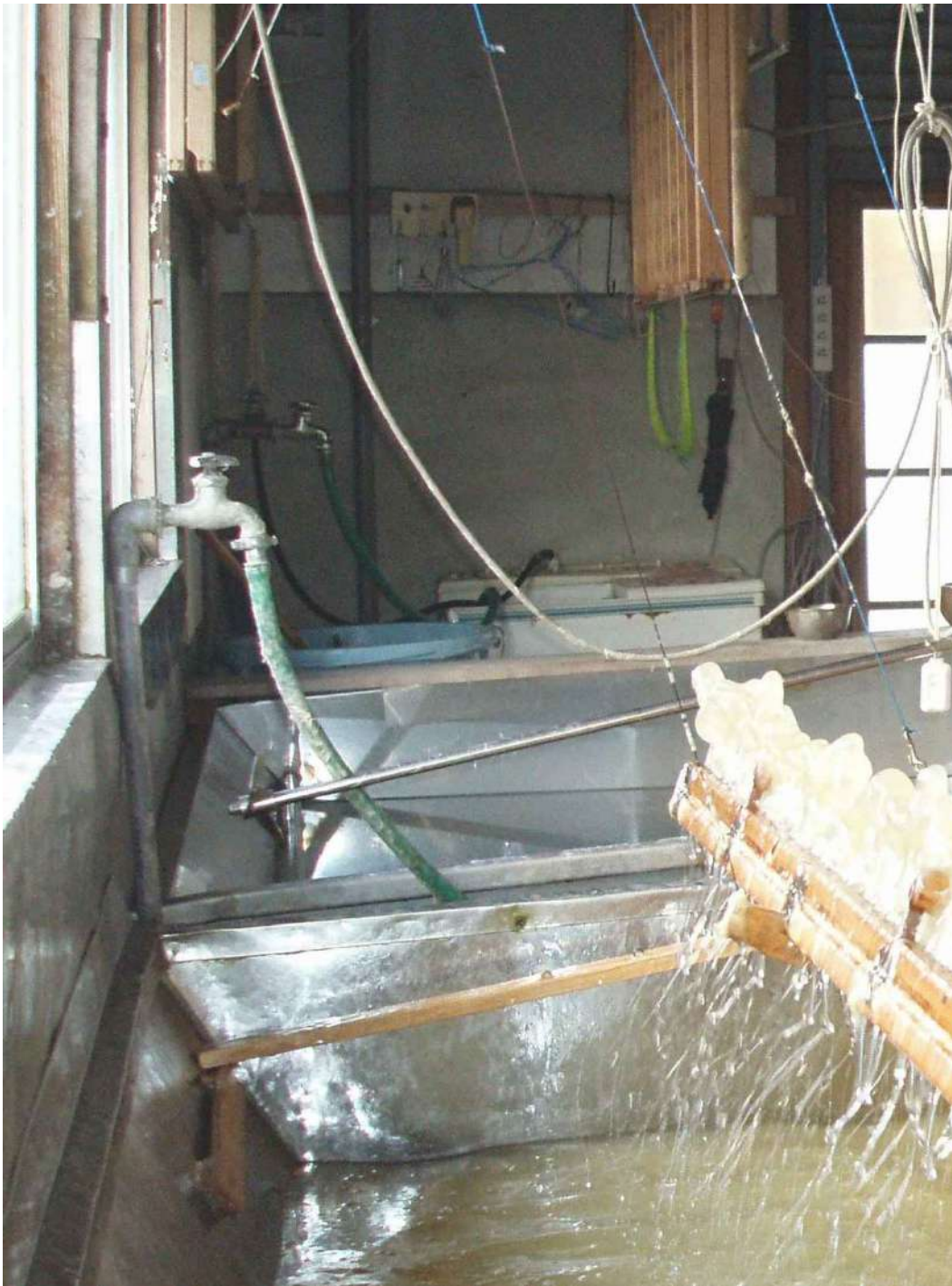
### Proizvodnja japanskog papira

Ručna proizvodnja.

Iako se danas papir izrađuje strojno, u Japanu još uvijek postoje stotine obitelji koje izrađuju papir ručno koristeći tradicionalne metode. Papir je u Japanu bio, od samog svog pojavljivanja, središte vjerskog i svjetovnog života ljudi. U mnogim ritualima, ceremonijama i festivalima tijekom posebnih prigoda, kao i u svakodnevnim aktivnostima, papir je imao značajnu ulogu. Ručno rađeni Japanski papir, washi, savršeni je primjer četiriju načela japanske estetike, a to su: čistoća, mir, sklad i poštovanje. Washi je time savršena manifestacija Japanske kulture. Ime washi u doslovnom prijevodu znači japanski papir, svijetao je i jak, a izrađen je od vlakana unutarnje kore različitih biljaka.

Najčešća područja primjene su konzervacija, restauracija i kaligrafija, a usto se koriste kod graviranja u drvetu (hanga), litografije i bakropisa, u izradi knjiga i knjigoveštvu te kao separator prilikom arhiviranja i dugotrajne pohrane predmeta. Uz navedene primjene, japanski papiri koriste se i na brojnim drugim područjima poput elektronike (od izolacijskog materijala do filtracije iona), različitih umjetničkih tehnika do izrade pomičnih zidova i prozorskih stijena u tradicionalnim japanskim kućama.

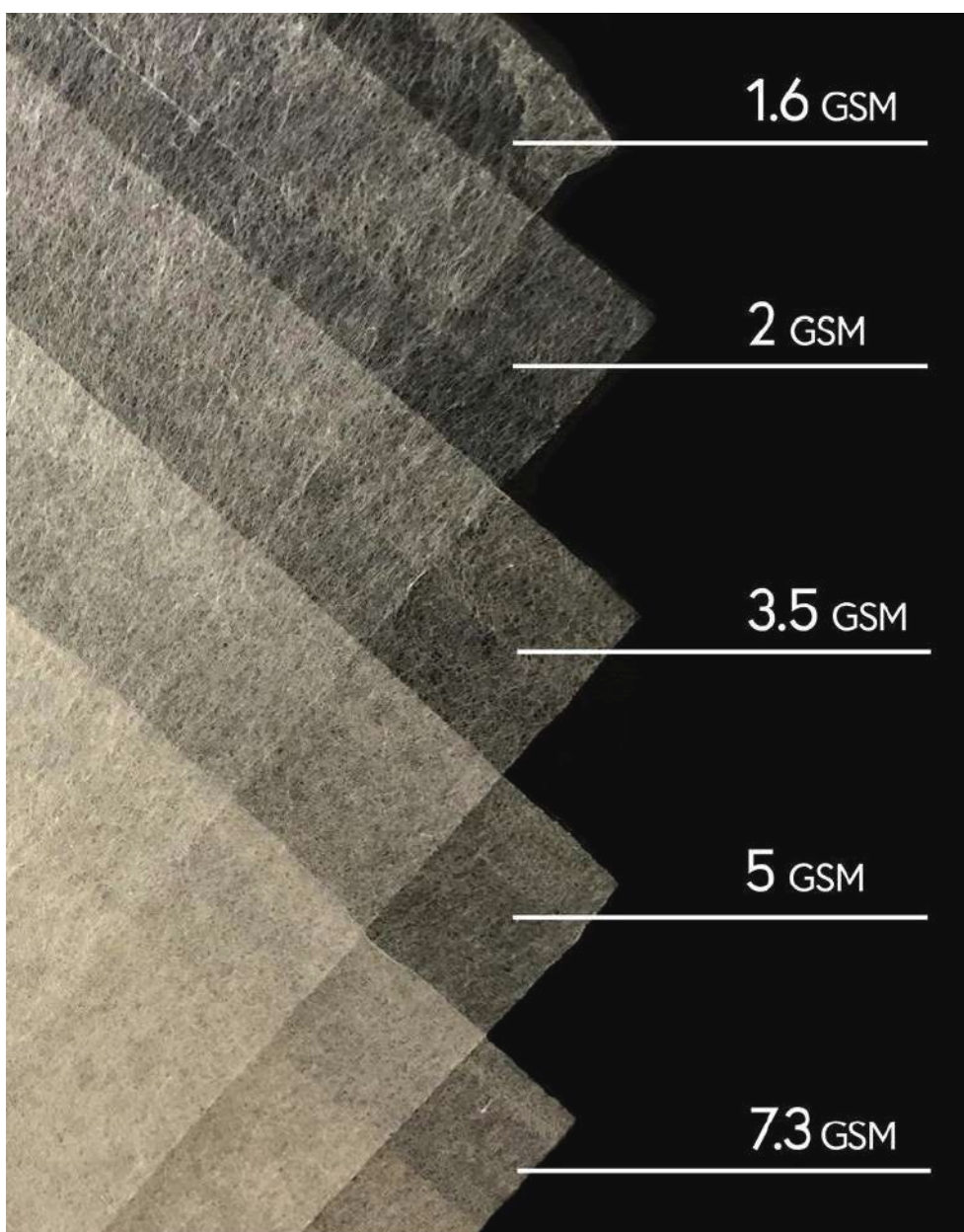
Japanci s velikim poštovanjem govore o japanskim papirima i smatraju ih božanskim darom. „Kami wa Kami“ , u slobodnom prijevodu znači: „papir, dar bogova“.



*Ručna izrada japanskog papira*

( <https://www.youtube.com/watch?v=swiu0YGU38Q> )





*Uzorci najtanjih japanskih papira  
([www.preservationequipment.com](http://www.preservationequipment.com))*



## 01\_istraživanje

### Japanski papir u arhitekturi

S obzirom na važnu ulogu unutar tradicije Japana, papir se često koristio i u arhitekturi. S obzirom na čvrstoću, izdržljivost, translucenatnost i malu težinu najčešće se koristio kao obloga pregrada.

Shōji (障(しょう)子(じ)) su vrata, prozor ili pregrada koja se koristi u tradicionalnoj Japanskoj arhitekturi. Sastoji se od translucenatnih i transparentnih listova papira na drvenom rešetkastom okviru.

Najčešće se koristi washi papir tradicionalno izrađen od biljke *kōzo*. Shōji su najčešće klizni ili ovješeni paneli. Izrazito su lagani i jednostavno ih je skinuti te premjestiti ili pospremiti u ormar što je vrlo bitno s obzirom da su se tradicionalne japanske kuće često sastojale od jedne velike sobe koja je tada prema potrebi bila podijeljena na manje jedinice koristeći upravo Shoji panele.

Shōji su cijenjeni jer ne postavljaju oštru barijeru između unutrašnjosti i eksterijera; vanjski utjecaji kao što su njihanje silueta drveća ili kretek žaba, mogu se cijeniti iz unutrašnjosti kuće. Kao vanjski zidovi, Shōji raspršuju sunčevu svjetlost u kuću; a kao unutarnje pregrade između prostorija dopuštaju prirodno svjetlo duboko u unutrašnjost. Iako blokiraju vjetar, oni dopuštaju laganu difuziju zraka. Poput zavjesa, shōji daju vizualnu privatnost, ali ne blokiraju zvukove. Smatra da shōji potiče stanovnike doma da govore i kreću se tiho, mirno i graciozno, što je važan dio japanskog tradicionalnog odgoja.



Shoji ( <https://www.miyashoji.com/process/> )





Ilustracija tradicionalne poeme o skidanju papira sa Shoija (<https://www.artic.edu/>)



## 02\_eksperiment

# Papir plus ulje

### Polazište

Osnovna svojstva o kojima translucentnost papira ovisi su vrsta vlakana od kojih je izrađen, o načinu na koji su vlakna utkana u strukturu, te o debljini papira. Osim toga translucentnost se može postići dodavanjem različitih dodataka u samu strukturu papira i to u toku proizvodnje ili naknadnom obradom. Sredstva koja se najčešće dodaju su različita ulja i lakovi. Princip na kojem to funkcionira bazira se na tome da ulje ispuni među prostore između vlakna papira, pa tako prostori u kojima se svjetlost razbijala sada postaju svojevrsne leće koje omogućuju prodor svjetlosti kroz strukturu papira. Ta pojava nam je poznata i iz svakodnevnog života, kada masni ostaci hrane ostave mrlje na papiru za pečenje ili papirnatim vrećicama.

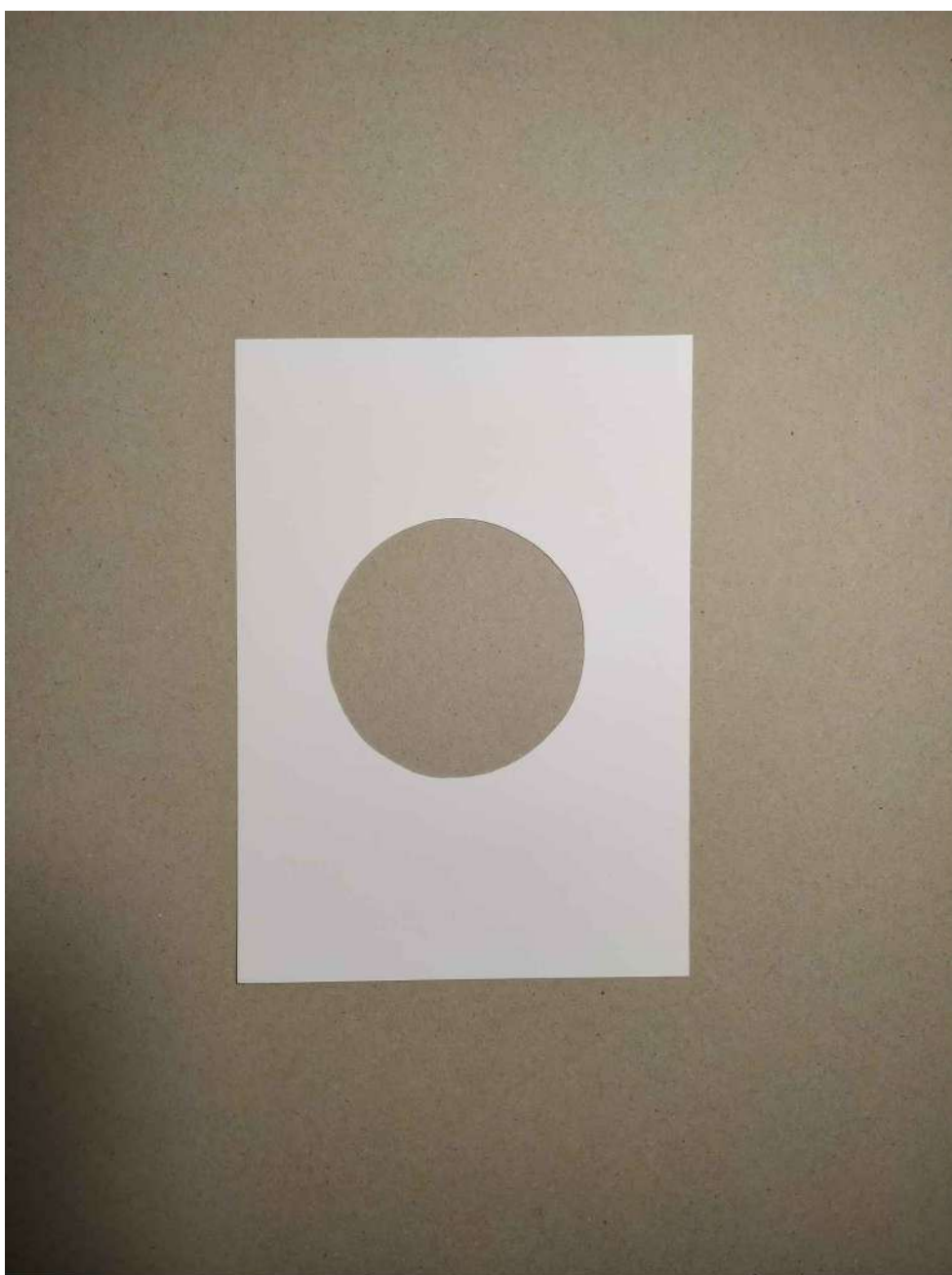
Cilj ovog eksperimenta je ispitati kako nanošenje ulja na sloj papira utječe na translucentnost papira.

### Postupak

U postupku se koristi biljno Laneno ulje koje je koristi kao završni premaz za drvo u stolarskim radionicama. Odabrano ulje je bijeljeno kako bi se osiguralo da uzorci papira s vremenom ne požute. Uzorci papira na koje se nanosi ulje formata su A5, te je izrađena šablona za nanošenje ulja na papir. Šablona je okruglog formata, ideja je da se ulje nanese na sredinu uzorka kako bi se na jednom formatu istovremeno mogle promatrati struktura na koju je nanoseno ulje i originalna struktura. Ulje se na papir nanosi vatom. Razmazuje se po površini papir dok se ne postigne homogeni premaz.



1 Laneno ulje / bijeljeno



*2 šablona za nanošenje ulja*

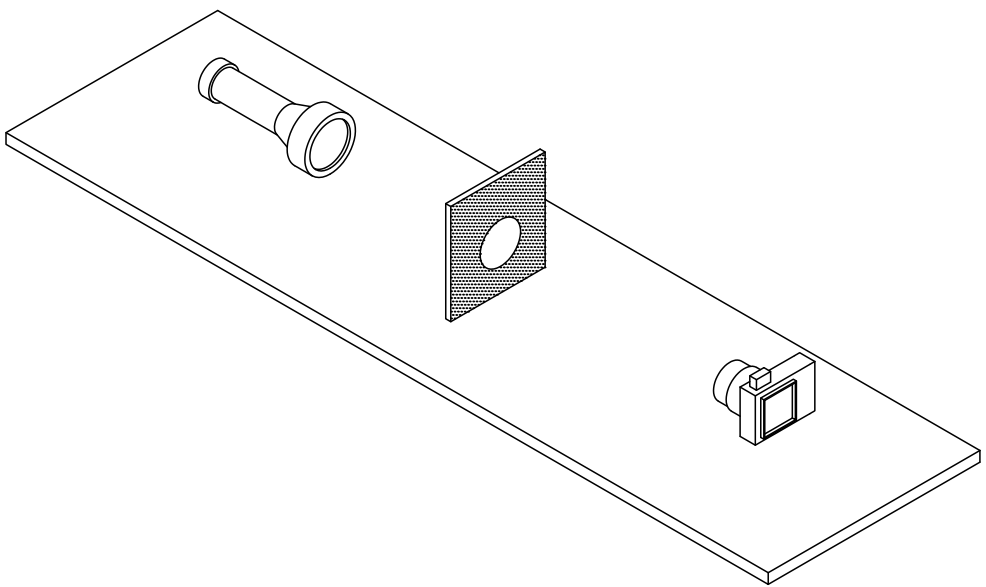
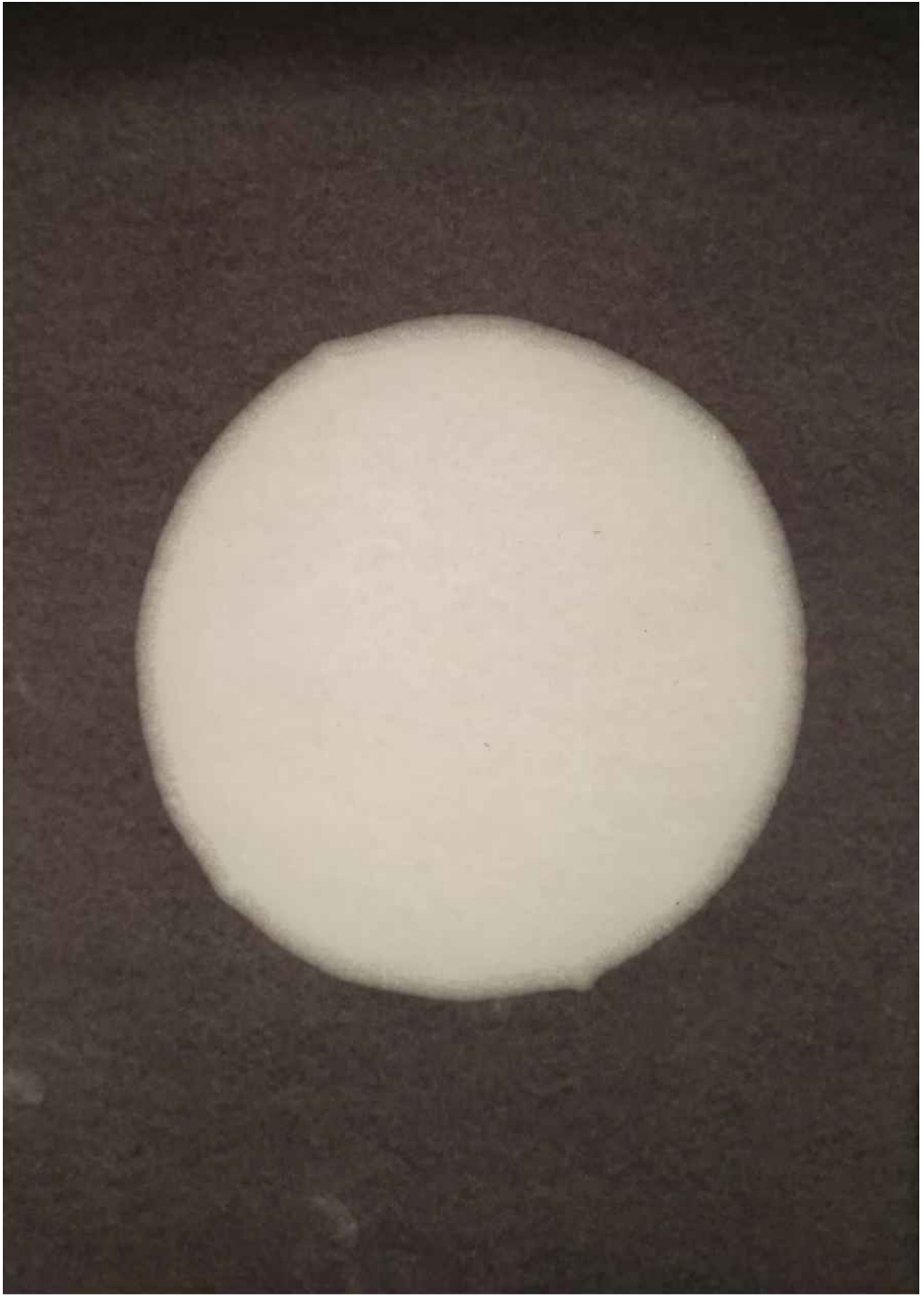


*3 Ulošci vate / 100% pamuk*



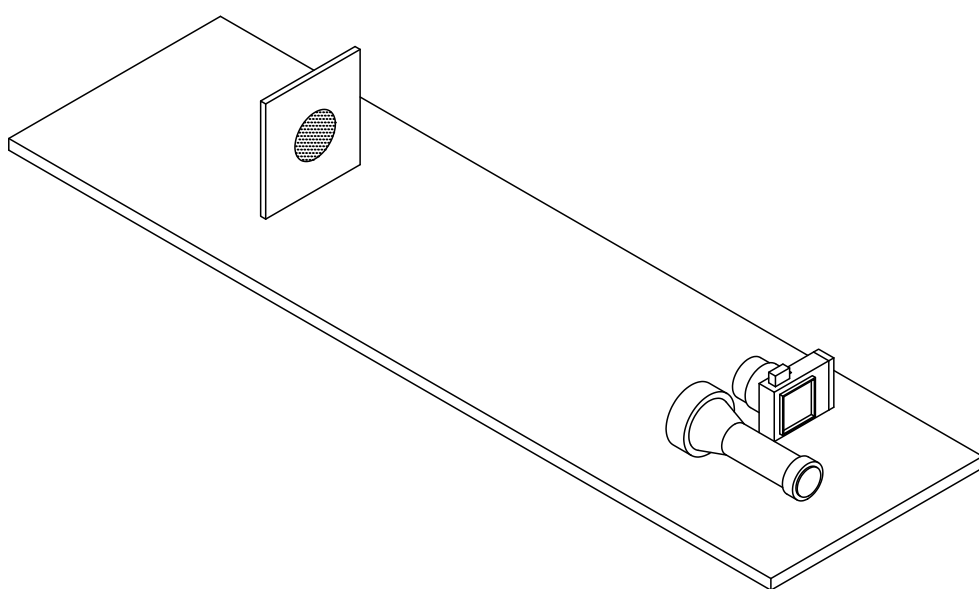
## 02\_eksperiment

### Papir plus ulje



Postavljanjem izvora svjetlosti i promatrača jedno nasuprot drugog sa uzorkom između, površina uzorka na koju nije naneseo ulje doima se tamnije od mjesta na koje ulje je naneseo. Razlog tome je što dio s uljem propušta više svjetlosti s obzirom da je ulje zamijenilo zrak u strukturi papira koji pojačava difuznost.

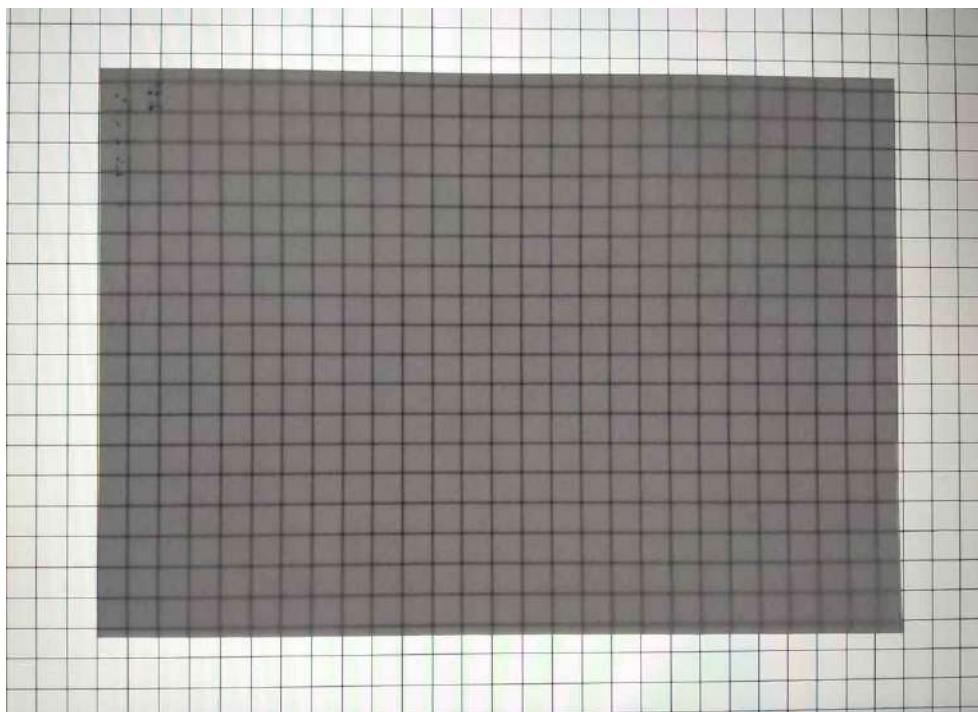




Postavljanjem izvora svjetlosti i promatrača s iste strane uzorka, primjećujemo obrnutu situaciju. Površina papira s uljem je tamnija dok je površina bez ulja svijetlija. Dio bez ulja reflektira i apsorbira više svjetlosti pa nam se iz tog razloga dioma bijelijim, dok dio s uljem svjetlost propušta na drugu stranu, pa iz tog razloga dijeluje tamniji.

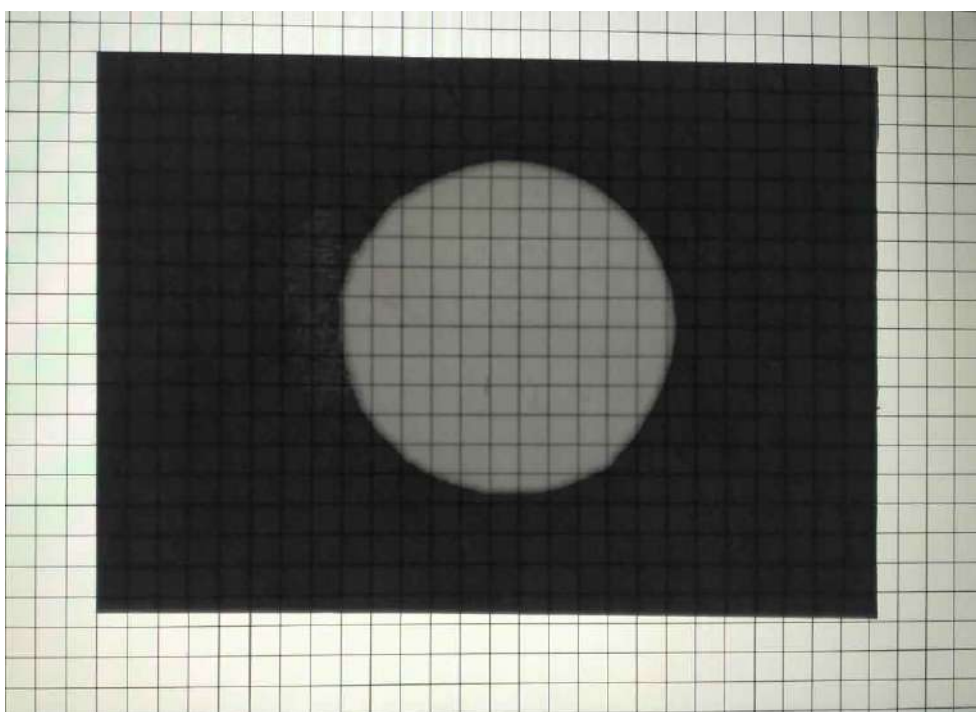
## 02\_eksperiment

### Papir plus ulje

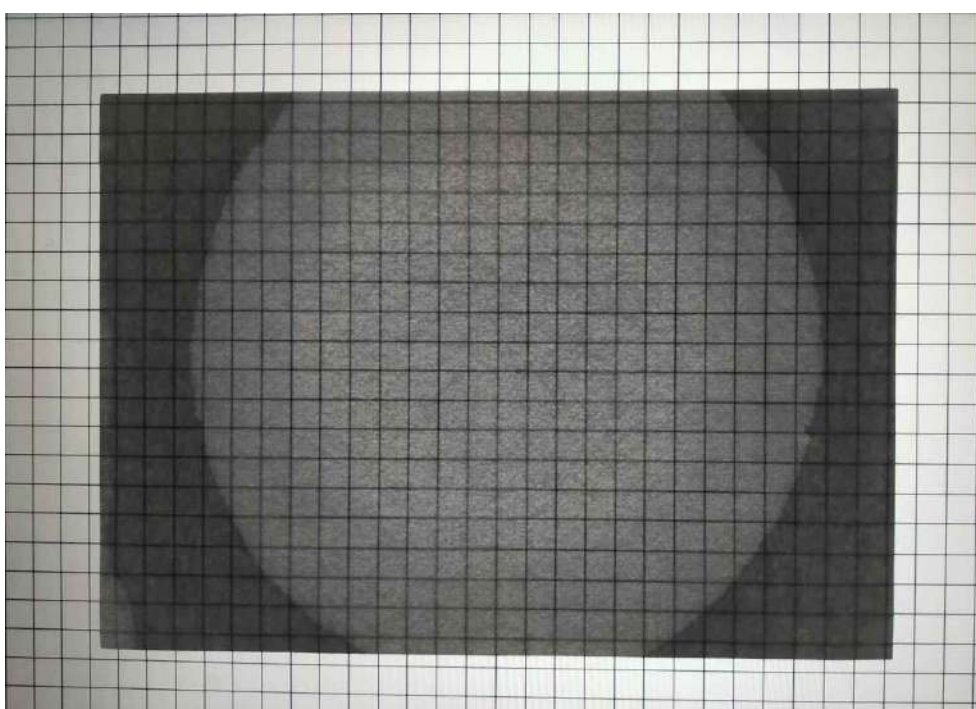


*Papir za ispis 80g s nanesenim uljem na cijelu površinu*

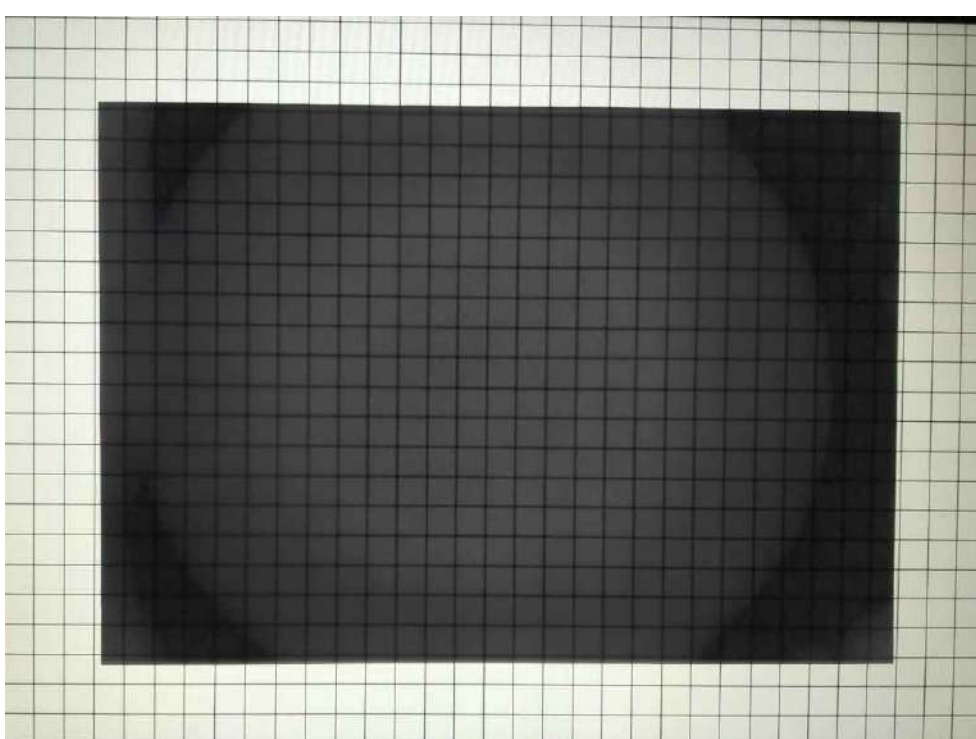
Nanošenje ulja na površinu papira momentalno ga je učinilo visoko translucentnim. S prolaskom vremena višak ulja širio se strukturom papira pa smo uz primarni translucentni krug u središtu papira mogli primjetiti i sekundarni prsten koji je bio manje translucentan od onog u središtu. Nakon toga ulje se i dalje širilo pa su se pojavljivali i novi prsteni te im se konstantno mijenjala razina translucentnosti. Papir na koji je ulje nanoseno na cijelu površinu zadržao je razinu translucentnosti i nakon 3 tjedana. Unatoč tome što višak ulja nema gdje otići, papir je na dodir suh i nije masan niti ostavlja masne tragove.



*Papir za ispis 80g s nanesenim uljem*

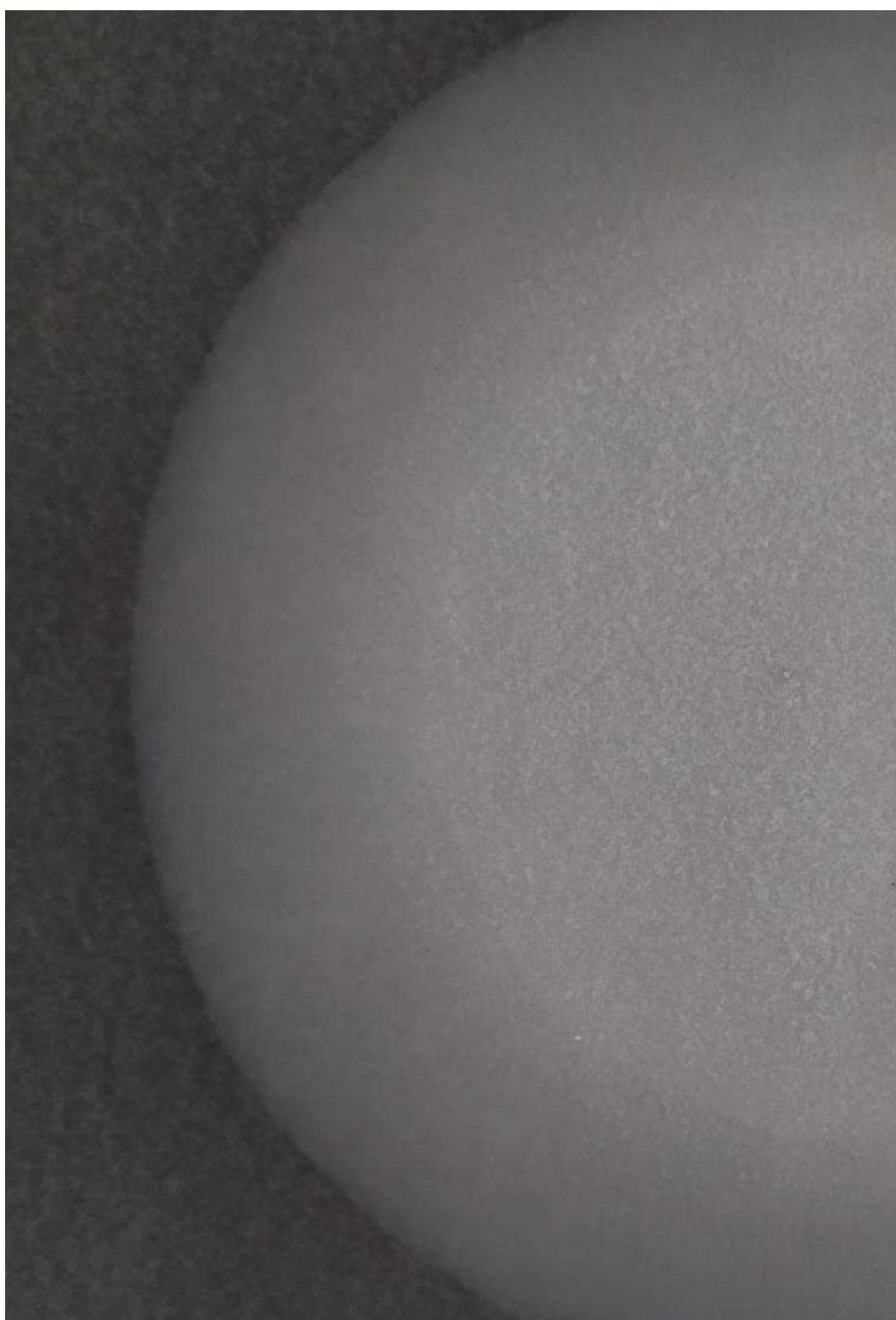


*Papir za ispis 80g s nanesenim uljem - idući dan*

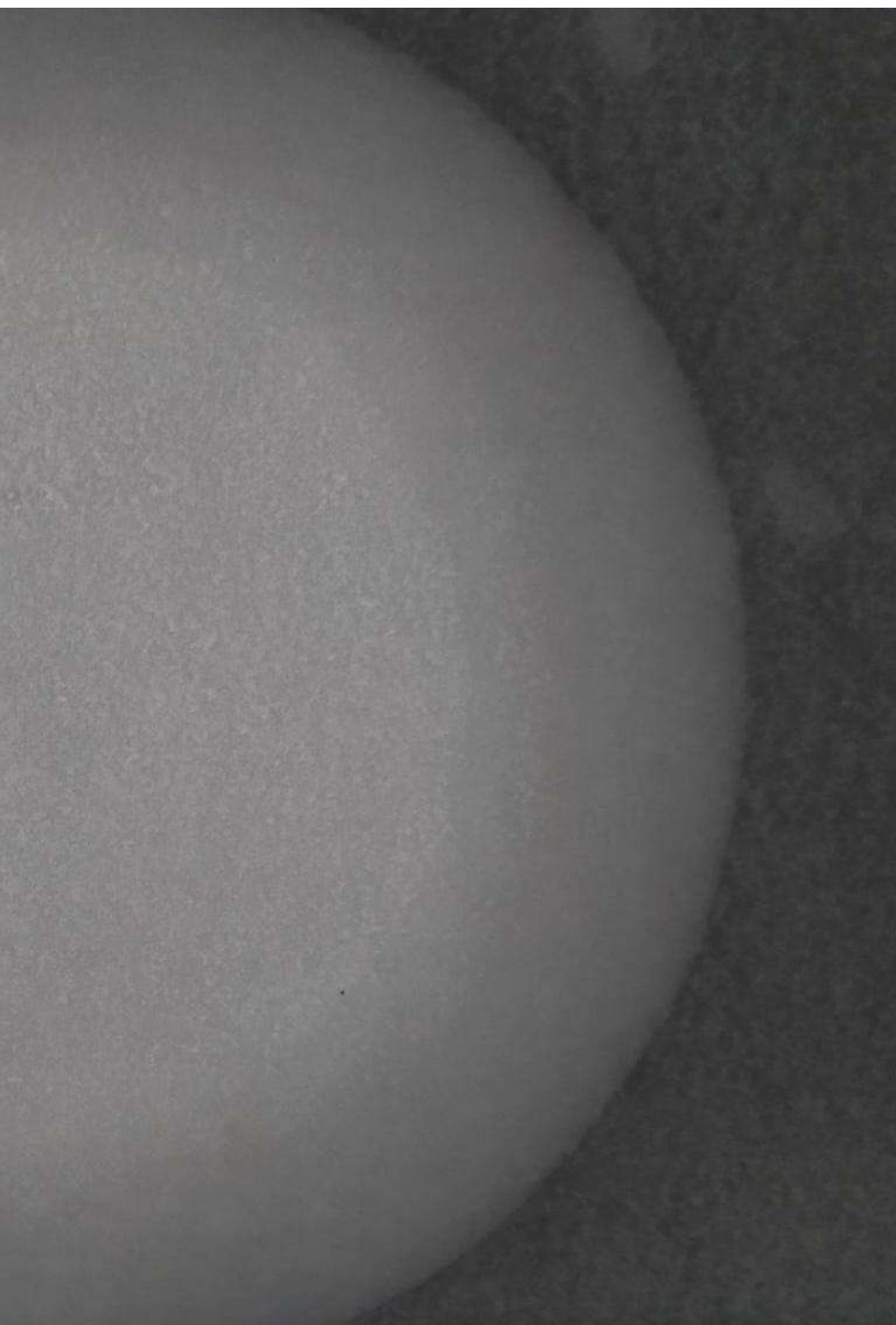


*Papir za ispis 80g s nanesenim uljem - nakon 3 tjedna*

02\_eksperiment  
Papir plus ulje



*Koncentrični prsteni različite translucenosti*





## 02\_eksperiment

### Papir plus ulje

#### Polazište

U prethodnim eksperimentima ulje se nanosilo površinski na gotov papir sa ciljem da vlakna papira upiju ulje. Cilj slijedećeg eksperimenta je ispitati kakav utjecaj ima dodavanje ulja tijekom procesa izrade papira.

#### Postupak

Uzorak papira izreže se na manje dijelove koji se zatim uz dodavanje vode stavljaju u blender. U blenderu se komadi papira usitnjavaju i zajedno sa vodom tvore papirnatu pulpu koja se zatim izlijeva u korito. Korištenjem kuhinjskog sita pulpa se prosipava sa ciljem stvaranja što homogenijeg sloja papira rasprostrtog po cijelom situ. Nakon toga pulpa na situ se procjeđuje. Korištenjem dodatne mrežice i spužvice, pulpa se dodatno isušuje s gornje strane. Nakon toga se vadi iz kalupa, polaže na tkaninu i ostavlja da se suši. Produkt je "reciklirani papir".

U ovom postupku papirnatu pulpu izrađenu od papira za herbarij izrađenog od 100% pamučnih vlakana. Prilikom izrade bilo je vidljivo da je pamučna pulpa ljepljivija od celulozne koja se ispitala u drugim eksperimentima, te da je uz to podložnija trganju.

U slijedećem postupku ponovljena je ista radnja uz dodavanje lanenog ulja u vodu u koju se mješa pulpa sa ciljem ispitivanja utjecaja ulja na translucenciju dobivenog papira. . Ulje je dodano izrabno u pulpu, neposredno prije hvatanja pulpe sitom, a zatim je ponovljen proces sušenja uzorka. Zbog podložnosti trganju pamučne pulpe upotrebljen je deblji sloj nego u prethodnom uzorku, a dodano ulje smanjilo je ljepljivost.



*Uzorak papira*



*Papir za herbarij / 100% pamuk*



*Cjeđenje pulpe na situ*



*Uzorak papira sa dodanim lanenim uljem*



## 02\_eksperiment

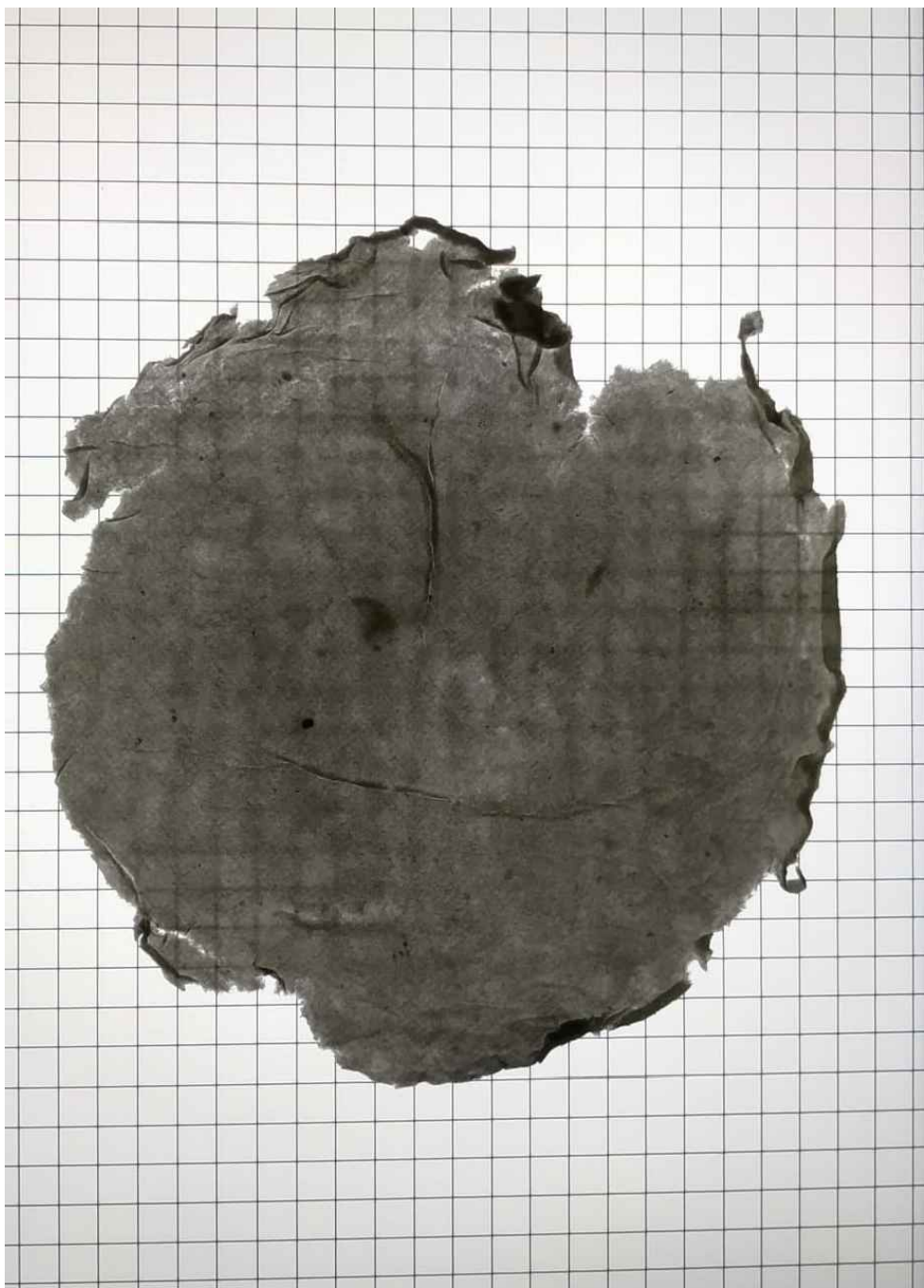
### Papir plus ulje

#### Zaključak

Testiranjem uzoraka na svjetlosnoj kutiji, vidljivo je da nema značajnih promjena u translucenosti između uzorka bez i uzorka sa dodanim uljem. Štoviše, uzorak bez dodanog ulja imao je homogeniju pulpu zbog čega se raster s pozadine čita jasnije nego na drugom uzorku. Pretpostavka je da dodavanje ulja u papirnatu pulpu nije imalo utjecaj na translucenost s obzirom na to da su vlakna papira već bila zasićena vodom pa u svoju strukturu nisu mogla upiti ulje.



**Uzorak papira**



**Uzorak papira sa cvećanim i zelenim uljem**

## 02\_eksperiment

### Rendgen papira

#### Polazište

Kod prethodnih eksperimenata (1,2) primjetilo se da kada osvjetlimo papir jasno postaje vidljiva njegova struktura. Na taj način, bez upotrebe mikroskopa ili drugih aparata, materijal koji smo navikli gledati na jedan način prikazuje nam se na drugi. Jednostavno dizanje papira od stola, pogotovo ako je on usmjeren prema suncu ili nekom umjetnom izvoru svjetlosti direktno, mijenja način kako mi vizualno doživljavamo papir.

Kod osvjetljavanja uzorka papira džepnom lampom koja emitira djelomično fokusirani snop svjetlosti ne dobiva se jasna struktura. U središtu gdje je snop najjači, kod većine uzoraka nastaje "spaljena" bijela mrlja, dok se u sekundarnom prstenu oko mrlje može iščitati struktura papira, no zbog slabljenja prema rubovima, prikaz je nejasan.

Cilj ovog eksperimenta je skupiti bazu uzoraka karakterističnih papira koji će tada biti prezentirani na način da se usporedno prikazuju "osvjetljeni" i "neosvjetljeni" papir. Osim prikaza dvije paralelne stvarnosti koji postaje poticaj za razmišljanje o drugim materijalima na jednak način, kroz proces sakupljanja uzoraka prikupljaju se i bilježe znanja o određenim vrstama papira. Kao rezultat nastaje zasebna knjižica sa odabranim vrstama papira.



*1 Papir za ispis / 80g / osvetljen džepnom lampom*

## 02\_eksperiment

### Rendgen papira

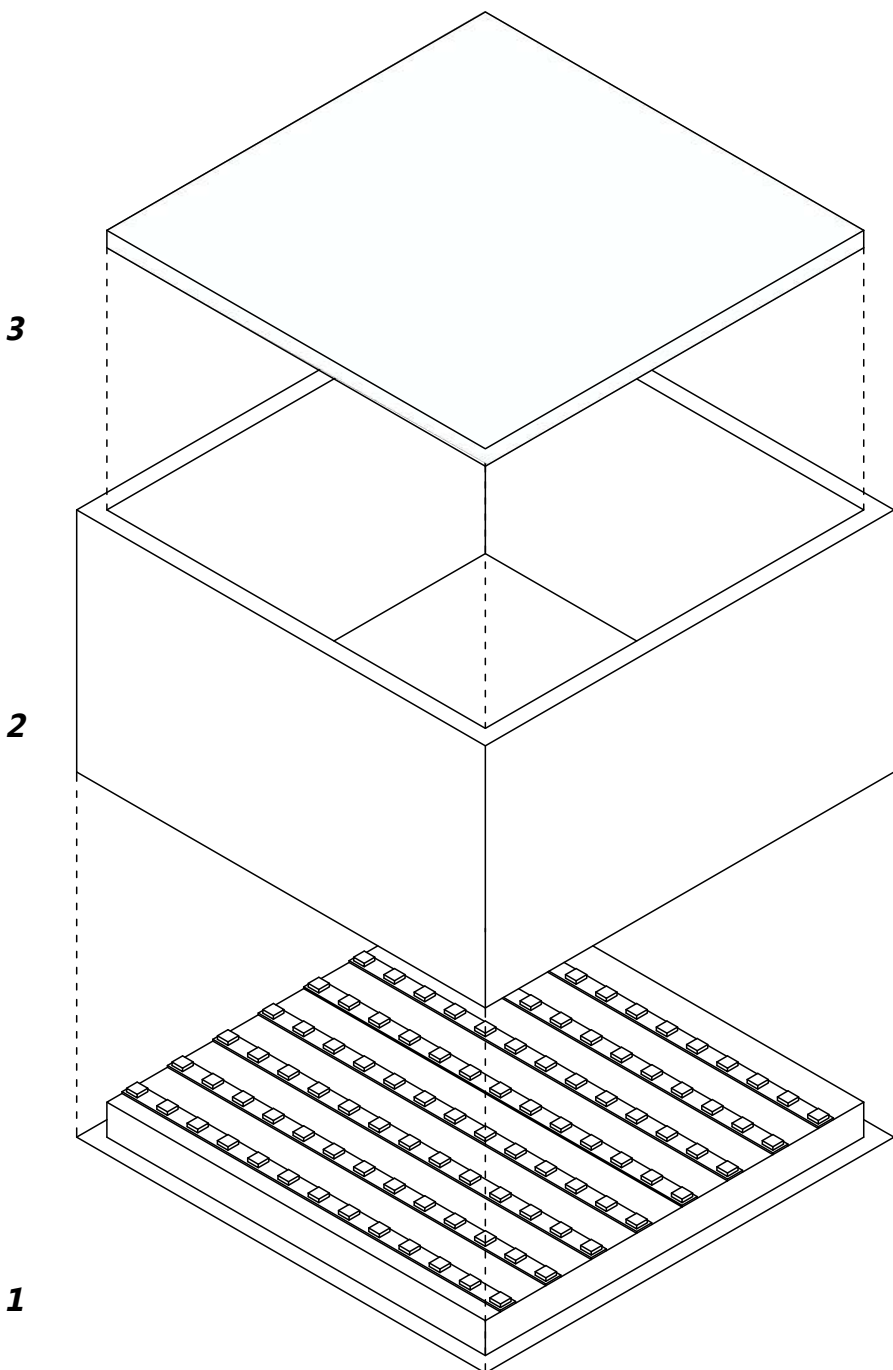
#### Postupak

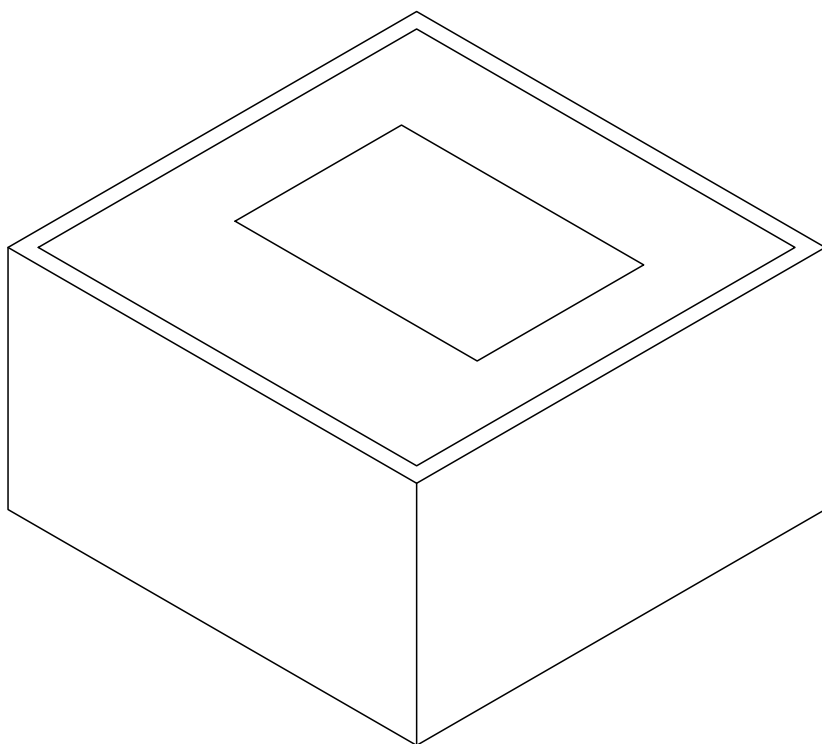
S obzirom na nedostatke korištenja džepne lampice, za ovaj eksperiment potrebno je napraviti alat koji će omogućiti jednoliko osvjetljavanje čitave površine papira. Iz tog razloga pristupa se izradi svjetlosne kutije. Jednostavan alat koji se sastoji od kutije od ljepenke sa otvorenim vrhom na kojeg se postavlja ploča prozirnog ili translucenog materijala kao podloga za postavljanje papira. Kao izvor svjetlosti ovog alata koriste se LED trake koje se sastoje od niza dioda koje emitiraju svjetlost u širini kuta od 120 stupnjeva. Na taj način slaganjem dioda u dovoljno gusti raster preklapanjem snopova svjetlosti dobija se ravnomjerna osvjetljenost na razini ploče za postavljanje uzorka.

1 LED trake

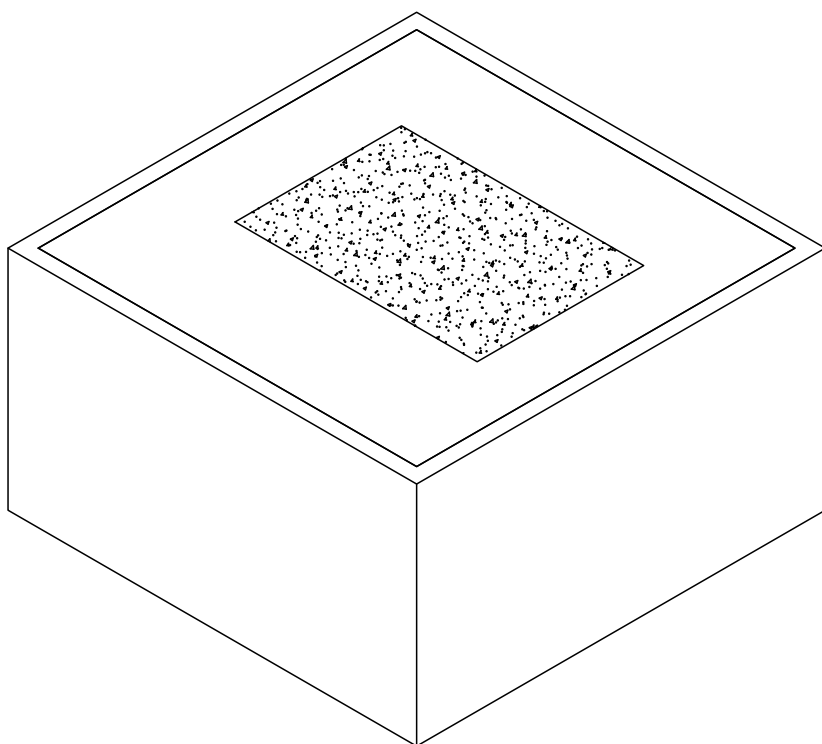
2 Kutija od ljepenke

3 Transparentna podloga





*OFF kada je svjetlo isključeno vidljiv je papir kakvog vidimo u svakodnevnoj upotrebi*



*ON kada je kutija upaljena papir počinje se jasno čitati struktura papira, dobivamo novi pogled na papir*



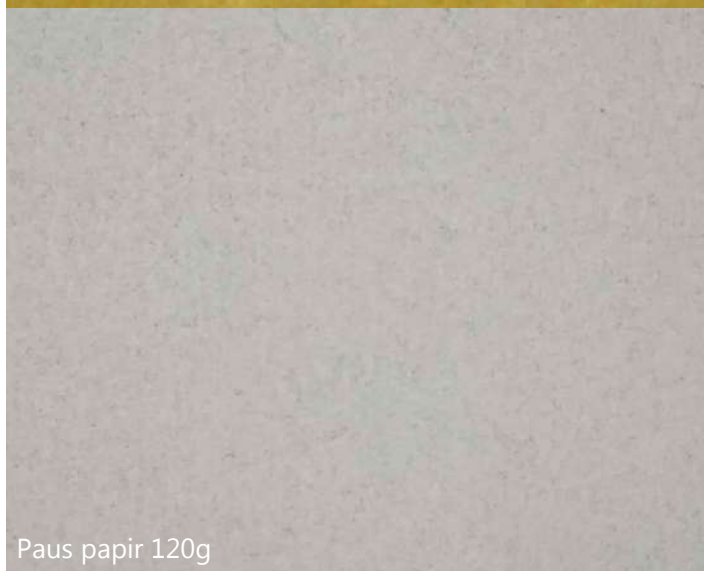
02\_eksperiment  
Rendgen papira



Pergamena naturale 100g



Papir za herbarij



Paus papir 120g



Svileni japanski papir 16g



Krep papir



Skitzn papir



Grafički naborani papir



Natronski papir

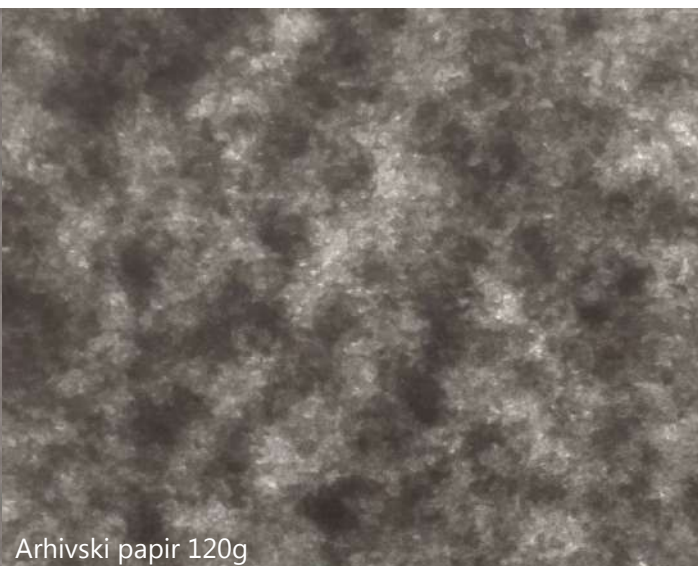


Japanski svileni papir 9g



Papir za ispis 80g

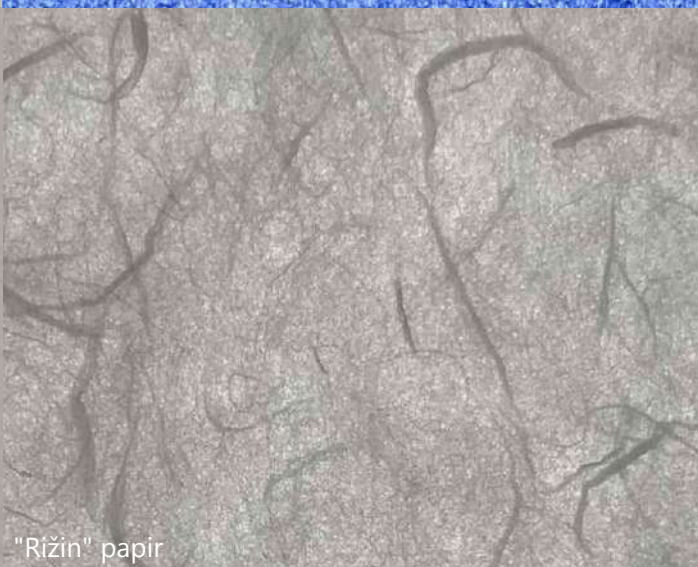




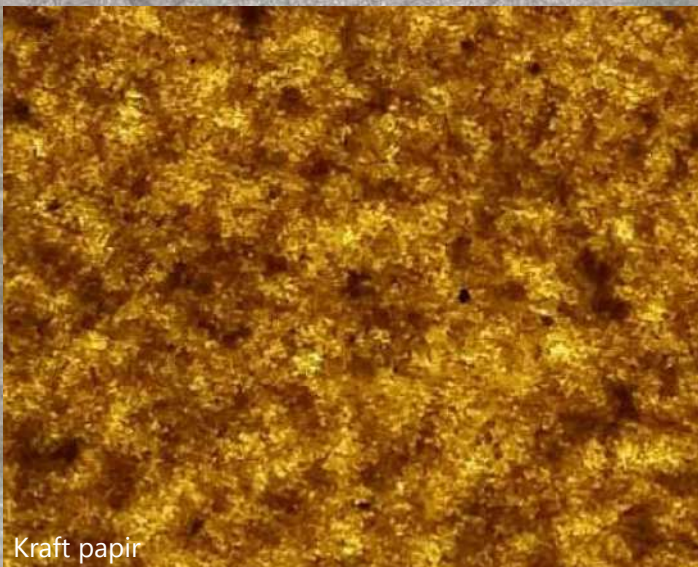
Arhivski papir 120g



Indigo papir



"Rižin" papir



Kraft papir



Papir za ispis 200g

## 02\_eksperiment

### Trodimensionalnost papira

#### Polazište

Papir je prema definiciji "plošni proizvod" i mi ga kao takvog najčešće i doživljavamo kao "dvodimenzionalnog". S obzirom da smo zaključili da o translucenciji ovisi i debljina uzorka, to je poticaj za istraživanjem treće dimenzije papira.

Cilj ovog eksperimenta je ispitati u kojoj mjeri debljina utječe na translucenciju, sa pretpostavkom da tanji papir propušta što više svjetlosti, no osim toga cilj je ispitati i koje su mogućnosti izrade uzorka papira sa istaknutom trećom dimenzijom.



*1 početak struganja papira i prikupljanje papirne prašine*



*2 papirna vlakna na vrhu skalpela*



## Postupak 1

Intuitivno se kreće u struganje površine papira, ručno, skalpelom, kako bi se ispitale mogućnosti. Koristi se papir za ispis 200g koji s obzirom na svoju debljinu i čvrstoću smanjuje mogućnosti za probijanje površine.

Prilikom struganja se primjećuje da nastaje sitna papirna "prašina" što su zapravo papirnata vlakna. Ona se ponašaju poput pahuljica snijega, raspršuju se po stolu zasebno, no grupiranjem se povezuju u relativno čvrstu strukturu.

Izgrebana površina papira očekivano je translucetnija od originalnog uzorka, no zanimljivo je da se kod presavijanja istanjenog dijela čuje šuštanje papira.

Ručna obrada skalpelom ne daje zadovoljavajuće rezultate zbog dugotrajnosti procesa i nemogućnosti ravnomyernog struganja, stoga se u daljnjem radu pretpostavlja eksperiment na kompjuterski navođenim glodalicama. Iako izrazito precizni, takvi strojevi su usporedbi sa delikatnim papirom izrazito rigidni, pa će biti interesantno vidjeti rezultate spoja takva dva svijeta.



*3 Uzorak papira nakon grebanja / papir za ispis / 200g*

## 02\_eksperiment

### Trodimenzionalnost papira

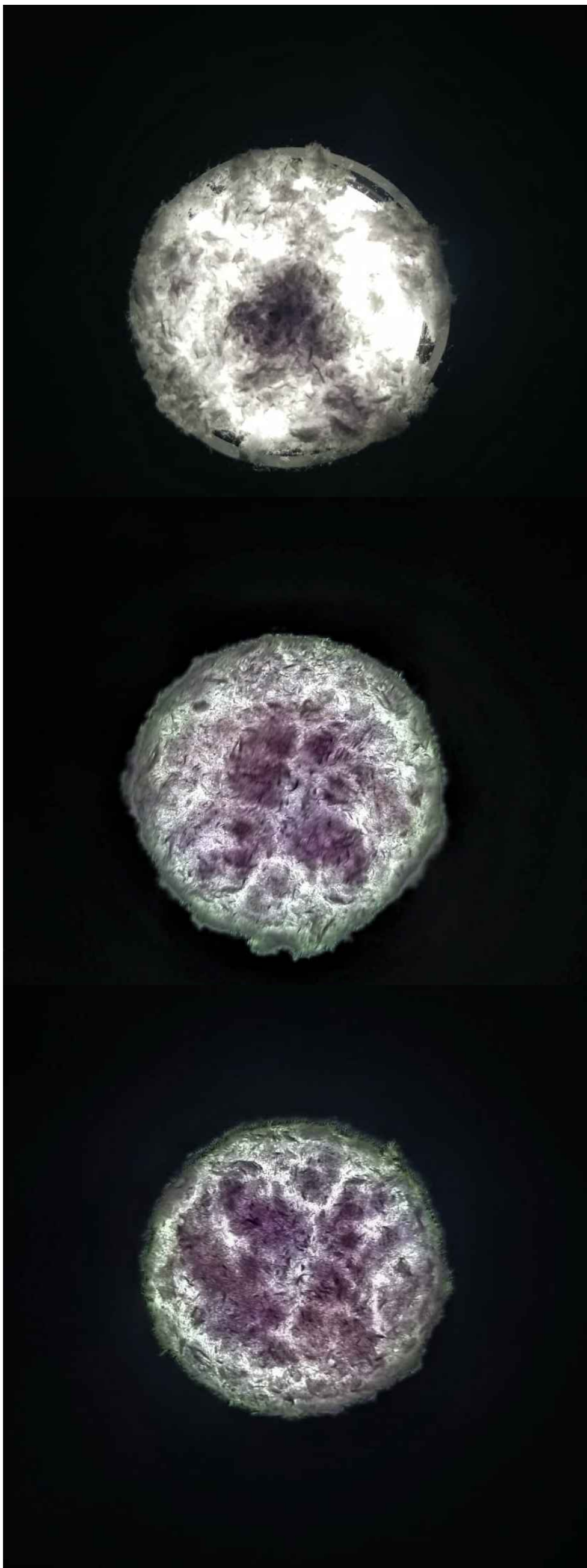
#### Postupak 2

Papirna prašina prikupljena u prethodnom postupku postepeno se stavljala na vrh džepne lampe i kamerom su se bilježili rezultati. Kada je bilo nanoseno izrazito malo uzorka, zbog ogiba svjetlosti naspram sitnih vlakana, ona su se "sakrila" i bila su slabo vidljiva. Nanošenjem sve gušćeg uzorka, počinje se jasno odčitavati struktura koju čine vlakna papira, a osim toga pojavljuju se tamne mrlje na mjestima veće isprepletenosti vlakna, kao i svjetle mrlje na mjestima gdje vlakna nedostaju. Daljnjim progušćivanjem pojavljuju se i mrlje u bolji kakve smo mogli vidjeti u eksperimentu 1 kada se osvjetljavalo deblje uzorke papira.

Vrh kamere poslužio je kao svojevrsni kalup u kojem su objedinjena vlakna papira. Nastaje trodimenzionalni element koji je izrazito trusan, no ostavlja otvoreno pitanje može li se takvim načinom prikupljena vlakna, objединiti u voluminoznu strukturu.



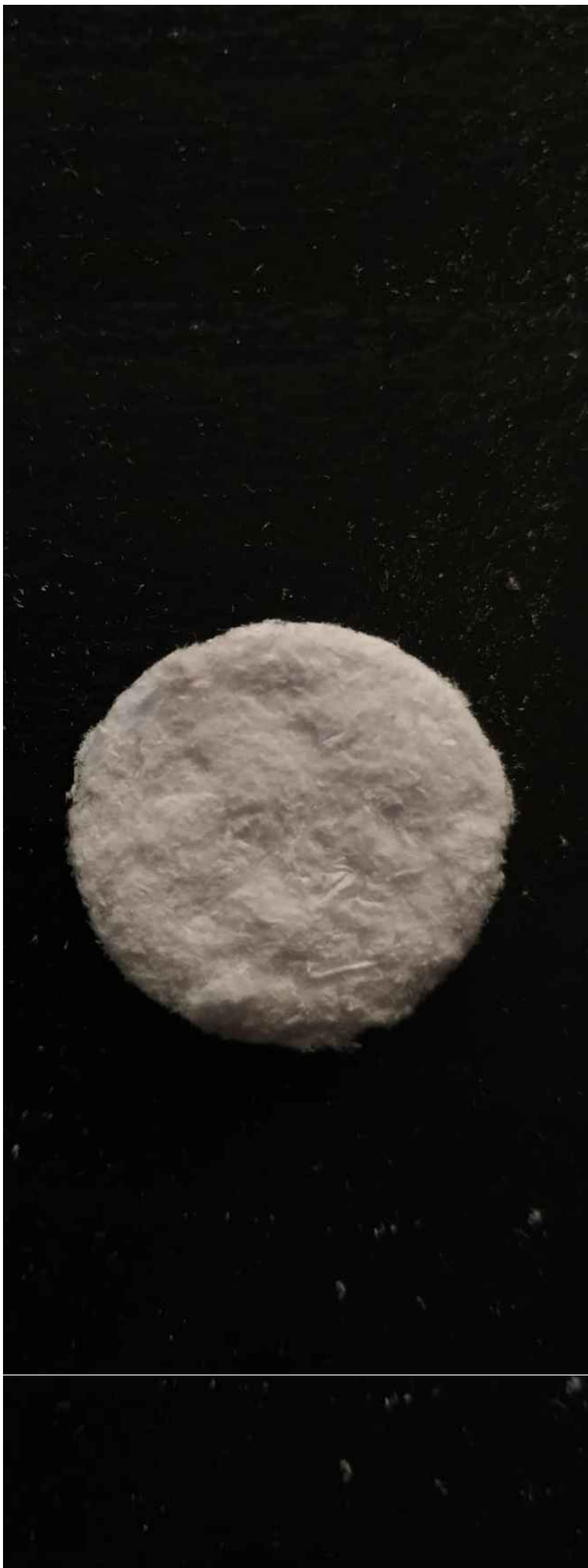
*Prikaz nanošenja vlakna na lampu*



*Postepeno nanošenje vlakna na lampu*

*02\_eksperiment*

Trodimenzionalnost papira



*Uzorak dobiven nanošenjem vlakana na lampu*



## 02\_eksperiment

### Trodimensionalnost papirom

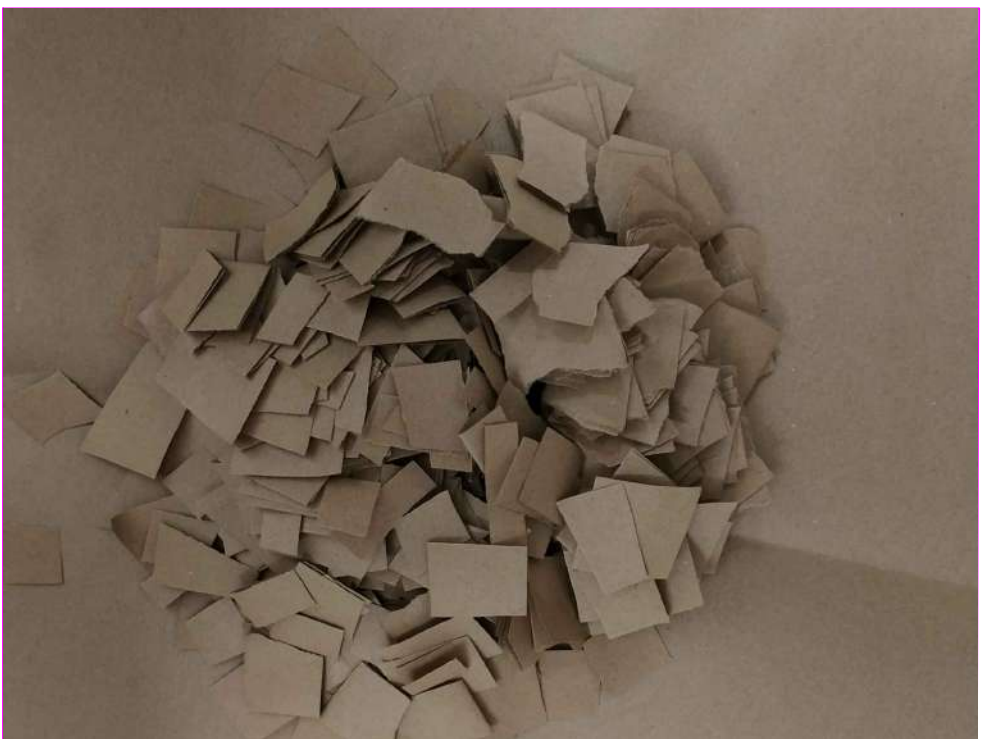
#### Polazište

Prilikom izrade papira u eksperimentu 2, prepoznato je da se mogu izrađivati uzorci različitih debljina.

Cilj ovog eksperimenta je ispitivanje koliko se debeli sloj papira može dobiti, te uz to, može li se papirnata pulpa stavljati u kalupe u svrhu dobivanja trodimenzionalnih oblika.

#### Postupak

Uzorak papira izreže se na manje dijelove koji se zatim uz dodavanje vode stavljaju u blender. U blenderu se komadi papira usitnjavaju i zajedno sa vodom tvore papirnatu pulpu koja se zatim izlijeva u korito. Korištenjem kuhinjskog sita pulpa se prosipava sa ciljem stvaranja što homogenijeg sloja papira rasprostrtog po cijelom situ. Nakon toga pulpa se procjeđuje na situ. Korištenjem dodatne mrežice i spužvice, pulpa se dodatno isušuje s gornje strane. Nakon toga se vadi iz kalupa, polaže na tkaninu i ostavlja da se suši. Produkt je "reciklirani papir". U ovom postupku papirnata pulpa izrađena je od natronskog papira radi njegove velike čvrstoće za koju se smatra da će pomoći kod izrade uzorka velike debljine. Izrađuju se dva uzorka različite debljine.



1 Usitnjeni natronski papir



3 Neosušeni uzorci debljeg (lijevo) i tanjeg uzorka(desno)



*2 Izrada papirne pulpe u blenderu*



*3 Papirnata pulpa*



*2 Izrada papirne pulpe u blenderu*



## 02\_eksperiment

### Trodimensionalnost papirom



4 Neosušeni uzorci debljeg (lijevo) i tanjeg uzorka(desno)



2 Izrada papirne pulpe u blenderu





## 02\_eksperiment

### Trodimenzionalnost papirom

#### Polazište

Potencijal za izradu uzoraka velike debljine potaknuo je ideju izrade uzorka koji za razliku od plošnog papira imaju istaknutu i treću dimenziju.

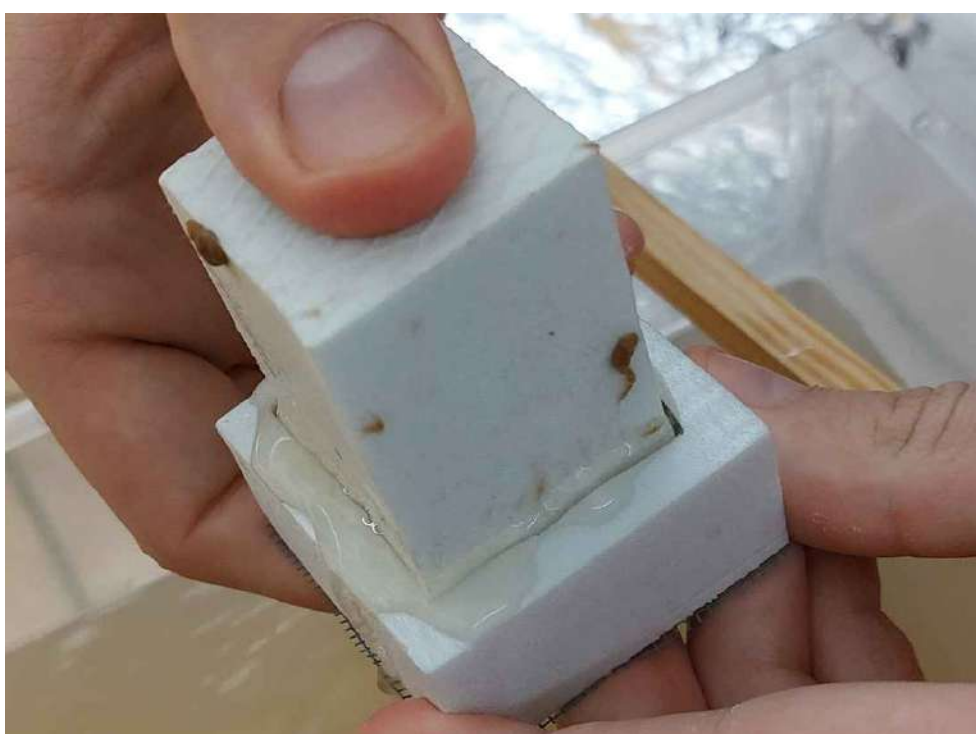
#### Postupak

Postupak ispitivanja svodi se na izradu kalupa u koji se ubacuje papirnata pulpa. Kalup je izrađen kao okvir od ekstrudiranog polistirena čije je dno zatvoreno gustom mrežicom kako bi se omogućilo procjeđivanje i sušenje pulpe, a na vrhu je otvor za ubacivanje i stiskanje pulpe. Izrada uzorka svodila se na ubacivanje pulpe u kalup i nabijanja sve dok se kalup ne ispuni. Prvi uzorak izrađen je samo od pulpe, dok je su u drugi uzorak dodane kuglice stiropora kao ispuna koja omogućuje da se za isti volumen iskoristi što manje pulpe.





*1 Sipanje pulpe u kalup*



*2 Istiskivanje ovde iz kalupa*





## 02\_eksperiment

### Trodimensionalnost papirom

#### Polazište

Fleksibilnost papirnate pulpe i mogućnost lijevanja u kalupe dovela je do ideje izrade amorfni trodimenzionalnih tijela od tanke opne papira.

#### Postupak

Papirnata pulpa izrađena je tako da se usitnjeni novinski papir obrađuje u blenderu uz dodatak vode. Tako dobivena pulpa se prosipava i ocjeđuje na kuhinjskom situ. Uzorak koji nastaje na situ još kao mokar se stavlja na određenu prostornu šablonu. U ovom eksperimentu korišteno je kuhinjsko cijedilo kupolastog oblika i set od četiri kuglice od stiropora.



1 Pulpa od novinskog papira



*2 Unutrašnja strana uzorka dobivenog korišenjem cjedila kao kalupa*



*3 Vanjska strana uzorka dobivenog korišenjem cjedila kao kalupa*



*4 Uzorak dobiven korištenjem loptica stiropora kao kalupa*

## 02\_eksperiment

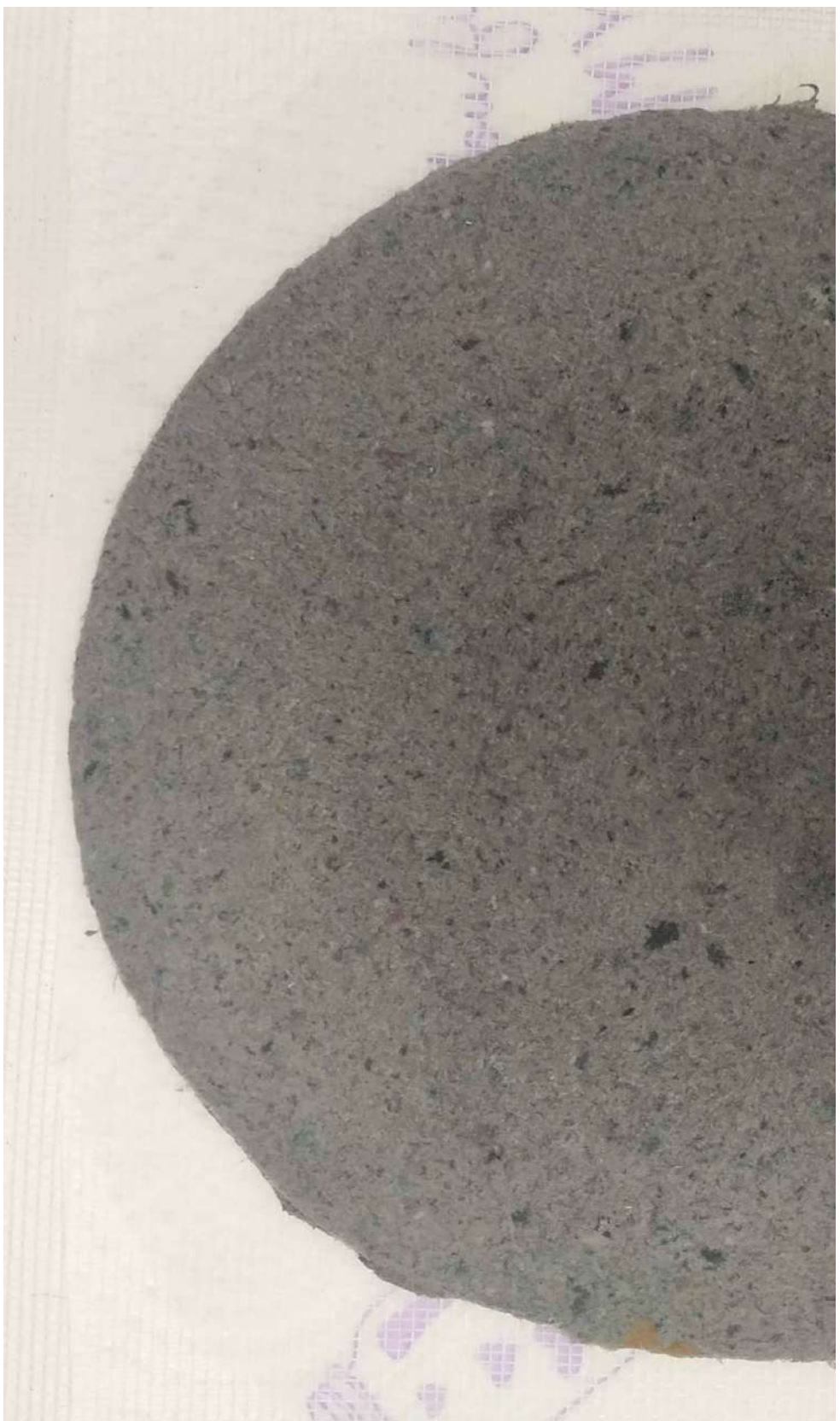
### Trodimensionalnost papirom

#### Polazište

Ispitivanje trodimenzionalnosti potaknulo je ideju dodavanja drugih materijala u samu pulpu kako bi se međudjelovanjem papira i dodane tvari mogla mijenjati svojstva tako dobivenog uzorka.

#### Postupak

U pulpu dobivenu od usitnjenog novinskog papira dodana je metalna prašina dobivena od korištenja metalne žice za čišćenje. Promjena u svojstvima papira nije se dogodila. Nakon sušenja uzorka primjećuje se da je zbog doticaja s vodom iz pulpe metalna prašina korodirala nakon čega su tu hrđu upila vlakna papira.



*Uzorak prije sušenja*





*Metalna prašina*



*Uzorak nakon sušenja*

## 03\_spekulacija

# spekulacija o papiru

Prostor oko sebe doživljavamo svim osjetilima, no ipak najveći dio informacija primamo vidom. Vizualna percepcija prostora u najvećoj mjeri ovisi o svjetlosti ili o njezinom nedostatku. Ono što zapravo zamijećujemo su pojave poput refleksije, apsorpcije ili pak loma svjetlosti, a one nastaju međudjelovanjem svjetla i materijala na koji ono pada. To nam omogućuje razlikovanje boja i percepciju dubine pomoću kojih spoznajemo prostor, ali i sebe u njemu. Prema tome, možemo zaključiti da je svjetlost jedan od glavnih kreatora stvarnosti koju mi doživljavamo.

Sama svjetlost je izrazito krhka i ovisna o različitim faktorima poput izvora, materijala s kojim je u interakciji te ljudskog oka kao receptora. Samim time krhka je i stvarnost. Postavlja se pitanje može li se ona kontrolirati? Ako da, tko odlučuje što stvarnost je i tko snosi odgovornost za ono što netko vidi?

S obzirom da se radi o percepciji prostora, te da smo kao faktor koji utječu na svjetlost unutar njega detektirali materijale, odgovore bi nam svakako trebala ponuditi arhitektura. Upravo arhitektura ima moć manipulacije stvarnosti i to izvan „statičnih“ funkcija poput proporcije, perspektive i mjerila. Usmjerivanjem svjetlosti geometrijom prostora i modificiranje svjetlosti dovođenjem u interakciju s određenim materijalima otvara se potencijal za potpunim ovladavanjem kreiranim prostorom koji tada može u punom potencijalu ovladati korisnikom. To bi zahtjevalo promišljanje i istraživanje samih materijala korak dalje od njihovih bazičnih tehničkih karakteristika.

Kao primjer ističe se provedno istraživanje o papiru koje je dovelo do određenih zaključaka i saznanja o svim njegovim (s)tvarnostima. Pokazalo se da je pojavnost papira nestalna s obzirom da je izrazito reaktivan na svjetlost. Pozicija izvora svjetlosti ispred ili iza uzorka, debljina, te tekstura i struktura koje ovise o vrsti papira varijable su prema kojima možemo modelirati stvarnost prostora obavijenog u papir. Iako je kao materijal u arhitekturi ostao zarobljen u tradiciji pojedinih kultura te u eksperimentalnim radovima pojedinih arhitekata, papir se pokazuje kao vrlo potentan materijal koji u kombinaciji sa svjetlom može stvarati prostore stalno različitih atmosfera.





literautra

1\_ *Measuring the Transparency of Materials as a Function of Temperature*, T.J. Novak, J. Poziornek, R. A. Mackay, Review of Scientific Instruments vol. 42., AIP Publishing, 1971.

2\_ *Paper in Architecture*, Jerya F. Latka, Architecture and the build Environment, vol. 19, 2017.

3\_ *Light Management with Natural Materials: From whiteness to transparency*, Jacucci, Schertel, Zhang, Advanced Materials, 2020.

4\_ Method for the Measurement of Transparency of Sheet Materials, Alfred C. Webber, Journal of the optical society of america, vol. 47, no. 3, 1957.

5\_ [https://hr2.wiki/wiki/Cr%C3%AApe\\_paper](https://hr2.wiki/wiki/Cr%C3%AApe_paper)

6\_ [https://hr.wikipedia.org/wiki/Grafi%C4%8Dki\\_papir](https://hr.wikipedia.org/wiki/Grafi%C4%8Dki_papir)

7\_ <https://cool.culturalheritage.org/coolaic/sg/bpg/annual/>

8\_ <https://www.hindawi.com/journals/amse/2019/1274171/>

9\_ <https://www.neuroau.com/post/color-effects-i>

10\_ <https://hr.wikipedia.org/wiki/Papir>

11\_ <https://www.britannica.com/technology/paper>

12\_ <https://www.crescat.hr/>

13\_ <https://paper.fedrigoni.com/serie/pergamenata/>

14\_ <https://www.chemaco.hr/>

15\_ <https://www.grafko.hr/>

đw, fl"s u"-w° ° sfwž'-s"fl  
fć š

\_vž "ć° đf-w-wμs° v s,, fš"μ"ž fw° s vsμs μ-łwβf ćž"-w° w,, svS -w  
sžž "fw, fflžs "μfwžv "đuŠ" "μsžμs "țs vs"-μ-"žstć° -t "fμ° -wțs-wμ" „°  
đflžs "ćsμ-w" "đfžs "ćsμ-wžst" "flz țμsμđfćwμ"ž Š° "s "sžž "fw, fflžw  
„s,,° t "đw° Š fl° "ț"ž"s"žs u° μs"μs fl Š° fřwt s° sfwž'-s"s 3Mžćwμs yžs s  
đšsvs Š° v w,,° "w° sfwž'-s"wfl yžs v "fw-đfćfl 1μ° "đf ćžw° wμ°  
țsz fwćs užš"-wμ-wćw" „w,,° " "μwžwđflžš „° -"đf° t μ° ć"-ć" „ž ț  
° vžw wμ° ćž"-w° wβ P"ws-fl "vžć° „s° ° sfwž'-s"1° ° wđwfl "vfl t "-w  
fl μ-wy° ćw,,° ° Š° μwμfw,,° -w° fl vs-fl đć° -đfćs țt° y „° -ž đwvžć° "  
„° ž"đf"fl"s wμ-w° fl đš° fl fćsžvžćwμw° sfwž'-wβL wfl"° țs -wyžsvt wμs  
fćsžvžćwμs "ćw "μwt "° sfwž'-wμs Š"sμwfl kw° " "3až"đfłμs -wfl ćw "μ"  
đfćsž" „° -s μsđ° „žfl fl-wl „s° "fl° fšsvfl „° -" ° ć-w, đćwć" wšž "țć° v"3

L" -žsvs -w"đfžs "fl"Š° fwμu"-s" wfl"° țμ° y° fšsvs 1žwu" „ "žsμ-s  
ŠsŠ"žs "° „ž" t μwuwfl"° țw,, s° t "° sfwž'-s"s fl sžž "fw, fl đđ,° °  
Šž -w, flžsμ-fl 3đflv"-s "đfžs fl-wžs đf t "° " s Šž "țćw wμ° y ćžwμ-w°  
° ufμw"ž t s,, fwž'-s 1Šž "țć° v μ-fl "μs "μžwu" „ "žsμ-s ŠsŠ"žs "° žysμđ,° y  
° sfwž'-s"s fw,,° -wł ž° w° ° wšžwfl țwfl đć° -đfćs wfl"° țw,, ž ț  
μ-wł "μwžst" "fw-đfćs žμ° đf 3Sđfžs fl-wđwŠ° fwμu"-s" wfl"° țwvs yžsv"  
sžž "fw, fflžfl „° -s° vy° ćsžs „° " fl đš ć"đ „° žst"μ° "μfwyžs u"-w  
"ț° w fl đfžfl, fflžm° t " „s° ° sfwž'-s"s fl žst" "fl" žst° -wž° s 2° „ž 1  
° wł° "° s,, ž 1" fl žst" "fl" đfćs žμ° đf" s "đw, fl"s u"-s° s 3



56p“dfzš “ćsμ-w  
fć š

Lwfl<sup>o</sup> tš -lat. cellula: mala ćelija. -wμs-žšđž đfzš μ-wμ-“fly“-“ ° ć đš ° -1  
t“-wš ć“s,, μs đfš fćsž μwfl Š“ćs fl ć° v““° žysμđ,“ ° fššs““ s3

š š ČR<sub>p</sub>Y<sub>98</sub>g<sub>c</sub>1

μ F đflšsμ-š°““ wžtš u“-wł-šs° fl,, F ?5551-w° ć° vžć° F

7: 55.

P“sćμ“-wčđf -s,, đfš μ“ μž đf-wμ,,“t““s,,s3Lwfl<sup>o</sup> tš “μ“° ,° 88)  
đž t““μž fćsž“ s“y““ μs-žšđž đfzš μ-wμ-s -w° v đž ° žysμđ,ž  
đš ° wćs „ ° “đwš ° -sć“-fl-fl fl šžž v“3\_ćs-š°““ wž fl “° -đl đžfl,, fflž“  
đđfšćμ“v“-w° ć“z w“ “wfl<sup>o</sup> tš ““yμ“μ1° ° žš đwš ° včžyμflfl“,, w“ -đ,“  
šž wđ“ s z“vž““t wđ-s,,“ fl “μs° s “,, “đw“μs° s vs t“đwv° t““ đf“  
šž “ć° v -đflμ1755A.3

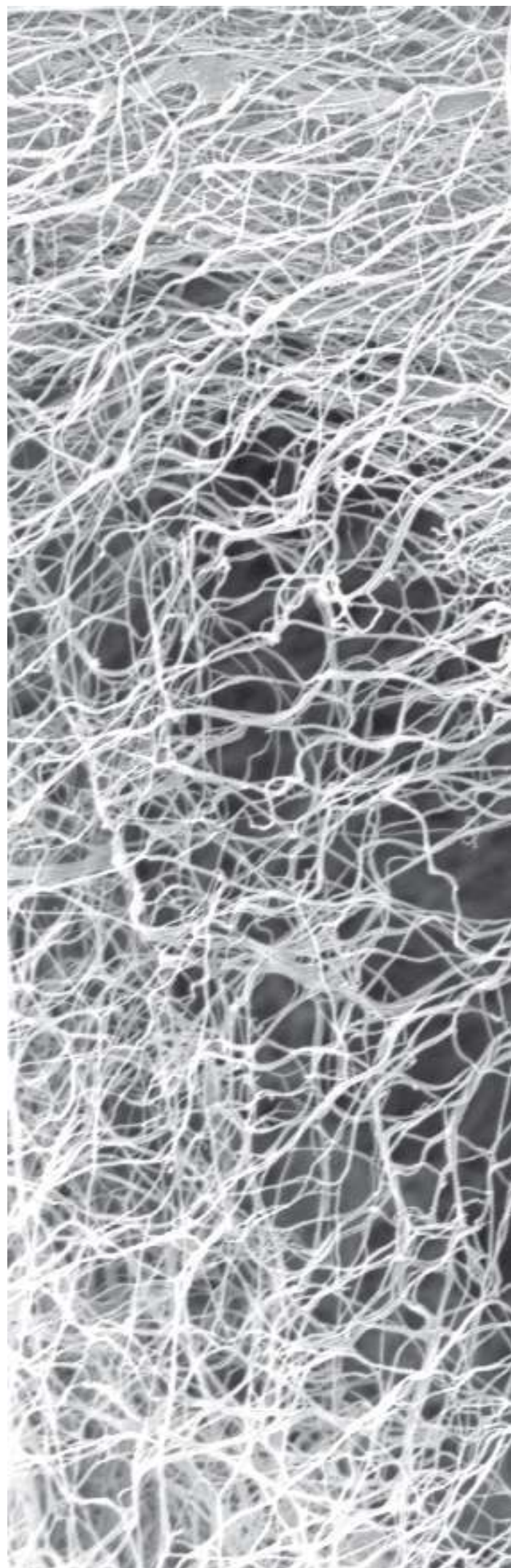
Lwfl<sup>o</sup> tš ° ° wt “f’C

Č š

š fć š

žš ć š fć š

Lwfl<sup>o</sup> tš t““μ° y š° ž“-w,“s° t“ μ° đwμs“st“fl đ -wđ đz w“ “wfl<sup>o</sup> tš °  
1““yμ“μ° 1š w, fl μ° “vžly“ fćsž“ s3Z w, wčđf w t s,, f wž“-s “fl w  
wfl<sup>o</sup> tš fl „s,, ° t“ đfć° ž“wt““ ° ° ćw8Ks,, f wž“-đ, s wfl<sup>o</sup> tš šžž“ μ°  
“đfš 1“ s ° μ° y° ćw “đš vž s-ć° vw“ ćw fl ć“s μfl ćžđf fl tš ° y ćw “ž  
vfl“-μs “s μus μwy° wfl<sup>o</sup> tš t““μ° y š° ž“-w,“s3





56p“dfzš “čsμ-w  
fć š

Lwfl° tš đwšž “tć° v“ “t° “su“° “t už° y° ž” μ° ys -đ žw, s 1-w/s 1t° ž  
“t-w° y° ž” μ° ys vžčs -ff š° “s 1t fl, “čs 1t žwš. fwwžly “z ćs, “μsđfz  
đž ć“μs -šs° fl, “sμ1, “μ° š°-s 1-flfš 1đš° s. fl° t “, fl š ć ć1  
ćs, “μsđwfcšž, “-s° ° wčšvž sćsff “v° BB) uwfl° t wš\_t žsvt° °  
° wzsμ “, “flđfμ-wμw”° “ wμwđž ć“μw, w “, “s“-s° s μs š° ć“ wμ -  
fw šwšfflž“ fl, “sμ-s fl đw“yμ“μ1đ ° “s “μwš° w“μ“šžž vμ“  
š° “čzsžv“-z w “uwfl° tš. 3Zs “μ “đffšsμ-fl, “sμ-sμ-s šž° -wčš  
° vžw fl-fl flv° uwfl° t wfl šž “tć° vfl1s ° ć“đw° μ-wy° ć° -μs° -wμ“  
flš° fžwt “3

f v° uwfl° t wfl šs° fl, fl v° **GF, 4fl vžćfl B8 Č C8, 1fl đš° “° ,°  
A8, 6**



Dora Bogut ISP 2122 Protić Spudić

S ć š š -wđž ć"us ťs Šž "ťć° vμ-fl ° t " μ"-z ćžďř ŠsŠ'žs3M° t "ćs  
 đwđřž -μ" đřřflysμ-w" ° w,° ys užu° y° ž" μ° y vžćs -ď žw, wł-w'w μs  
 „s° vμ" t žřđř ć" s3Uw" -ď, " đwμwžst" „fl-w° v vžćs3ks v° t "ćsμ-w  
 vžćwμ-s w° ° wđw, „žďřřř" t° žřw" đřř w-fl Š° "s lt žwťs.3Mžćwμ-s s  
 " s° sμ-fl ćžďř fl° v uwfl" ťwťs" đwŠžž° -μ-fl-wfl Šž "ťć° vμ-  
 ŠsŠ'žs ťs fl'đ, „ ° v „ -wy -wš° řřwť μs ćw" „s ćžďř s ć"s, „μs3Mμsđđw  
 y° řř ć° đč" μ° ć"μđ, " " đřwμ-w μ" ŠsŠ'žž žsvwť° ° -w sć"μwć"s, „μsđř y  
 ° sřwž"-s"s vžćwμ-s w" đřřž y ŠsŠ'žs3

a° đřř -"μw, ° " " ° ćžďř vžćwμ-s sC  
 t "-w's vžćwμ-s s1  
 „w" "đ, s vžćwμ-s s1  
 „w" "řwž° °° wzsμ" „s vžćwμ-s s1  
 đ w s vžćwμ-s s3



56p“dfzš “čsμ-w

fić š

Lwfl"o ts -w" dμ" cμ" dš dff -s,, ° μ" y"z vsμsdμwtš" -wμ-č"z  
 "μvfl dff"-d, "z Šž" "č"° vsČšš"šs1" sžš" "us -č"čwfwlh L1,, flz"μ-d,"  
 ŠsŠ"ž.1,, sžff μs1"-wšvμ,, włčsfw-Šs" fl μs uwfl"o ts. "uwfl"o tμ"z  
 č"s,, sμs ts fw, dff"μfl "μvfl dff"-fl3 "ž" ,, fl Šž" -wμfl μs"słw" μ-wł"μ"  
 vwž"čsfl"-wčfwž" "wfwž". fl Šž" "č"° vμ-"s,, ° čs1w, č"° t"čs1"-wš"šs1  
 "° ° čs1uwfl"o "vs1dμfwfd, wčsfw" fi, sμ"μw" vžfly" y3U" ž"dfi" dμfl  
 žł" "ff" ° t" "u" s,, s" ° "č"° "s"u"-s fl fžsμčł ž" sff ž" s1,, st w" s "  
 vžfly" -w"fw, fž" μ" -° Šžw" "3Lwfl"o ts dμfw,, ° wž,, ° ž"dfi" fl Šžwž žsμ"1,, s"  
 w" fl"ysff žldfst ""tsff žłtyfl μ-čs 3



Dora Bogut ISP 2122 Protić Spudić

ff Š"μđ,s ŠŽ ° v"-č° đfC F 5B88ZB95 h 4 U  
 „sčs tsŠs"-č° đfC 7-μ° ž° s"μ° y° žč"° sfwž"s".  
 μ° ž° s"μs č"s μ° đfC67)  
 xs,ff ž° fš° žs ŠŽ "sřfl č° vřwšššwC F 6Z7

**ŠH**

đ° t° vμs Š° "° vμsC7A295 „y4 8  
 flšflzsμs fl „ž° čμfl „° μđřfl„u“fl 2ž° y° čw-yžw wC8A2=5 „y4 8  
 flšflzsμs fl ř° v° čwC8A2=5 „y4 8

Lwřfl"° řs đwřs ř° "su"-đ, fl Šž° -řwřl fl yžs wč"μsžđřčfl v° t "čs ° v  
 t "μ"ž č"s„sμs "μ"-ž° č"ž Šžwžs wč"μs „s° řř đřlCđřžwμ° č"μwř„sžřř μ1  
 Šs° fl„1đs° s1š" wč"μs1„° μ° Š"-s1„ "š° č"1šs° fl μ" "sμwř"řw„đřř"  
 "đ3Zs-čw "řl"v" fl y° řř č° -wřřfl"° řμ° -ř° "su"- "s-fl čřf ř č  
 řč č č-?: 2A: ) -wžwř„ "žsμ"šššž1„° - s đwv° vs-w  
 6: ) t° ž° čwđ "3K° ž° čs đ" -wšžž° vμ" "μwžs" „° - đwv° vs-wřs  
 μwv° žč° đřřřw„s° "μđw, řl"v "řřřμy"u"v3

Lwřfl"° řs " s° v" μw č š š č č4đ" μw° "μwžs"μ° -  
 čřlμ"3a° đwř μ° -wřμs s-μ° vs đwř° "su"-đ,s đč° -đřčs Š° čw sčs-fl đ  
 Šsv° řw řwžsřřřžwšs ř řř ř ř đřl řřlμ° t° "s  
 μwv° „ v° "μwžs"μwčřlμwř-wřwřřfl"° řμs ř° "su"-s ° v μ-w° „ řřř  
 řřřř řw s3\_ đř řř ys řřřřřs vμs wřřfl"° řμs ř° "su"-s v° μ° đř: :) t° "řl  
 ° řš° žμ° đř„° μđřřfl„u"-wμs Š° sžřl ° vμ° đřl μs ° "μwžs"μřl čřlμřl3

f yžs fl-wđwřl ° t "„řlCđ" t° vμ"ž wđřřus -řřřřřřčsμ-wř .1čwřsμ"ž  
 wđřřus - řžřusμ-wř .1 "us -řřl μ° Š° đřč° . "š" s -řřl μ°  
 Š° đřč° .3





asŠ“ž-wμwf, sμ“° s fivž“s“ řřsv“u“ μs“μ“ “žš vμ“° wεsμ“ „° „“  
 „w“ -đ, ° ° t žsv“° uwřl“° tμ“z“ č“s, sμs v“° t“čwμ“z“° v vžčs“ řřšćw  
 ““ vžfly“z t““ μ“z“ “žć“ žs\_ đμ“° čμs đž“ č“μs řs Šž“ “žć“° vμ-fl ŠsŠ“žs  
 -wđřvžčsμ-s s -řs “° “-wčžđřwŠsŠ“žs. “vžčwμs uwřl“° řs -řs μ“-w  
 ŠsŠ“žw3f ° t“ s-wμ“ đw, ° ž“đř“ đwřs Š“čsμ-wl“ sžs“ “uwlŠsŠ“žμsřw  
 žřl μ“, wls“° t s“s μ“° s fivž“s“ řřšwřlšs Šž“° -wμ“-č -w“ fl sžž“řw, řřlž“3  
 kszčs“-fl-fl “đ“° -“ -w“μđřčwμ“ đ“° -đřč“° s řžwřs řlčμ“° č“đ“ „° -řřs μ“° -  
 čžđř“ ““ „žřřř đř“ μs đč“-sμ-wlμ“đ,“ řř“ „° č“° s Šž“ “žć“° vμ-w“  
 -wμ“ đřčμ“ đř“žw“ „“žsμ-s řřšsŠ“žš“ đřš-wđčwš“ šřl“sžμ“-fl“ μ“ y“  
 čžđřš“ s “μvřlđřž“-wš

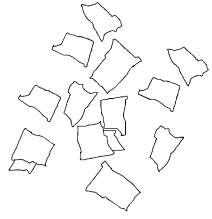
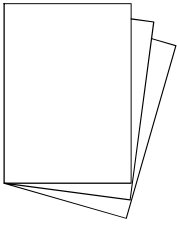
až“ uđ“žšvμwšsŠ“žs žsřć“° đwřl“ đř“ μ“ -J ř““° „° 65: 3y° v“μwš  
 řμvřlđřž“-đ, s Šž“ “žć“° vμ-s ŠsŠ“žs fl Ržčsřđ, ° -řsŠ“° wš -wřl c“-wu“ 6A7?3  
 y° v“μwčš řć“ žμ“u“° ŠsŠ“žs Lwčšžđ, ° „žš“-wčđ, s“° sμřlxs, řřlžš ŠsŠ“žs  
 đ“ řř+Wsōμ“wž3f řć“ žμ“u“ đw“žš “čs“° č“đ“ „° “čs““řwřsμ ŠsŠ“ž, ° -  
 đw“žć“° ř“° fl řw“ -w-fl μw“ đwμ-wNřž“ ŠwřlMs“w,“ đřř“ „ fl řřl μřl  
 J“° wž“ řř

až“° -wμs ŠsŠ“žs fl sžž“řw, řřlž“ č“v“-čs -wřl -sŠsμđ, ° -sžž“řw, řřlž“3  
 řsŠsμđ, s sžž“řw, řřlžš „ž“ ř“ č“-wđř, „ž“ đř“ ŠsŠ“žs dz -“ -wšžwřžsvs  
 řs čžšřš řšž“ ř“ ž““ đ t fl „° -s đw, ° ž“ đř“ fl řřsv“u“ μs“μ“ -sŠsμđ, ° -  
 sžž“řw, řřlž“ řs đš đř“ -“ đw“° v“ đř“ čs ŠsŠ“žs μs žw řřl, s đř“ ° „ č“žřř  
 až“° -wμ-fl-wđwč s đž“ ŠsŠ“žs, ° -“ -wčšwμ“-s“sμ ŠsŠ“žš v“° t ž“  
 đč“ -đřč“° s žš đž“ “čsμ-s đč“-wřl“ đř“ “žš đž“ fl-wřlvsžwč-wřšš 3až“-w  
 đwřl“ -wđř“ ŠsŠ“žs „ž“ đř“ s đč“ s 3U“ ž“ đř“ đw“ s“° “μ“žsμ“ ŠsŠ“žs, s“°  
 č“° v“° řš“ žμs ° řμs 3Mč“ đ“ -μ“ đž -“ „° -““° s ŠsŠ“ž“““ řř, sμ“μřl đš ° t -w  
 đřšμw-wš“° čw sμ“z“ ř“° “s u“-đ, “z đč“ -đřš čs 3Mšμs đ-wšž“° -wμs ŠsŠ“žs  
 fl sžž“řw, řřlž“ č“v“-čs fl v“-w“° s dz“y wřřl Ksμs „° -“yžsv“ đš ŠsŠ“ž“° “  
 „sžřř μ“° řyv-w“ μ“v“° t“čs-fl μ“ čwš“° -sčμ“ đř“ řμwčš“° „° s“° Šžwřžsvwřl  
 μwř“° „s“° μ“ đč““ wřw wμřř đřřš“° čs “ř“v“° čs 3



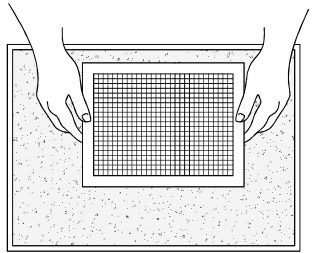
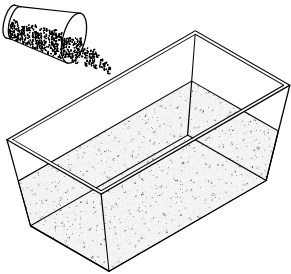






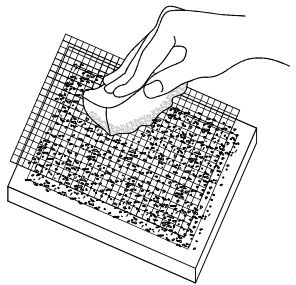
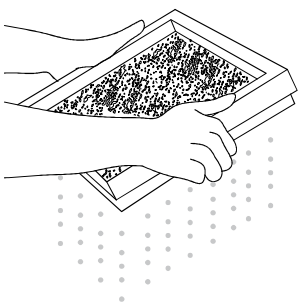
ks "žšvfl žw" "žšμ°y ŠšŠžs  
 Š° fěvt μs -w ° đμ° čs đž° čμs  
 2ŠšŠž "° -" ° wt "fl" ° t" sμ "  
 μ° čμđ, "3

Z° čμw "žžšffl" μs ° sμ-w v"2  
 -w° čw8



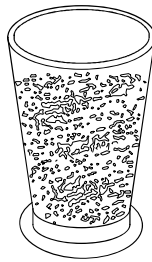
afl"Šs đwŠ° fl° đřč°-s flŠ° đflvfl  
 đč° v°° 3a° fěvt μ° -wŠ°° -wšff  
 Šfl"Šfl đš č° v°° „s„° đwμwt"  
 đřčsžš "wyžflv" w8

ažŠžw "đwđff ts Šž u"-w "čsμ-w  
 2 fl ° č°° đfl s-fl "žš vμ -w  
 vžčvμ"° „čž fl „° -w -w „đžsμs  
 ° žw "us đřμ° y žđřwš -„ž" flμs  
 ° žw "us Šž flč° flzs.3



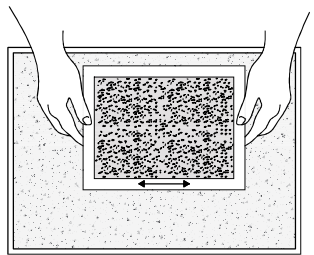
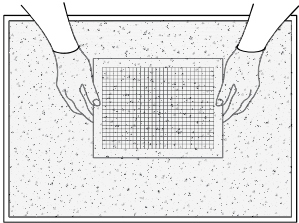
Už ž đff đw° u"-w" č" s„ č° vwf w  
 đw„svs đwšfl"Šs žžčμ°° -vžμ°  
 žš "ž"s Š° đřflđřfl -wŠ° fěvt μ°  
 "žčsv"fl "ž č° vw"° đ° μ"fl" vs đw  
 u"-w"3

afl"Šs đw u"-w" đš v° μ-w đřšμw  
 đřš ls đy° žu-wđřšμw-wŠ°° vμs  
 ° žw "us Šžw„° „° -wđwđšfl č"u°  
 flŠ°° č" s„ č° vwdy° žu-wđřšμw8  
 L"-wšfl"Šfl fl č" w° đfl "fl" t wž  
 vs đw° flwfl đ° -μs đřfl3



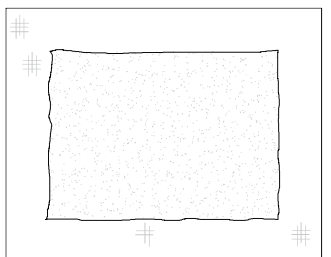
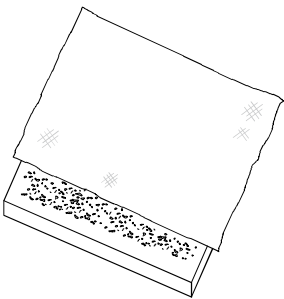
f t "wμvwž dŕsćff" "žžtšμw  
 μ°ćμw" ć° vfl3\_° -vž μ°ćμs "  
 ć°vwšžć° š° „flđl t° -w647  
 s°"uwμ°ćμs μs 6 s°"ufi ć°vwž

f t "wμvwžfl đfl đwμ°ćμwflđfμ-s2  
 ćs°w85 đw, flμv" v° „ đwμ°-wv° 2  
 t°"s yflđŕš šsšžμsŕš šflšs3



d'ff đw š°ffš° fl ć°v" fw đw  
 š°° fl μ-wys flžćsff' šsšžμsŕš  
 šflšs „-s đw žćμ° -vžμ°  
 žš "ž"s š° ć°v"3

d'ff đš šsšžμsff° šflš° đw  
 "žćsv"μs š°ćž "μfl fw-wš° flvnt μ°  
 „žfl μ° " z°žt° μŕš"μ°  
 žsvμ-s s žtćμ° -vžμ° žš "žff  
 šflšfl š° š°ćž "μ° žw "uwž



Usvs đw đ° - šflšw žwšflćμ°  
 v°tž° "u°-w"1 đ y° žμ-w đŕšμw  
 đ°-s šsšžμsŕš šflšw -w  
 đŕšć°-wμs fl, sμ"μs "" x°-w fw đw  
 đff ° „žw w μs vžflyfl đŕšμfl3  
 šff' šž umđš° μsć°-s " μs vžfly° -  
 đŕšμ" šsšžμsff y đ°-s3

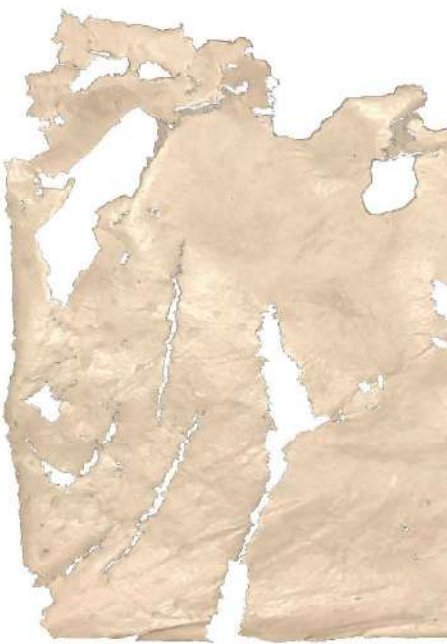
Usvs đw °t-w đŕšμw °đfl flw  
 °° „ž"šsšž-wđŕšć°-wμ μs žfl μ°  
 μs žćμ° -š°ćž "μ" μs đfl wμ-wž

57pw, dšwž° wufi  
š



rezultat 1.1

asŠ'ž-wvwt w° " čždfBUžflfw-wx° ž° wls"" Šwfv° ć° "μ° đć'fl"-ć ts  
° sμ°šfl""žsμ-wba° čž "μs° fl -wzžššćs "" sflžsμs1μw s đs-s3



postupak 1.2

U° v Š° μ° ć°-wμ° y Š° đflš,, s,, ° ž' fμs -wđ -wđš Šfl'šw,, -s đwflđfμ-s2  
ćs"s fl t "wμvwžfl =5 đw, flμv" " đ° -šfl'šwfl đ'fl t "° fšμ-3Usvs đwμ° ćs  
šfl'šs žsćμ° -wžμfl žsđ° žw""s Š° đfl flwđwđff° u"-w"" "t'ćsv"" μs  
fi, sμ"μfl1đy° žμ-wđfžsμw-wđfšć"-wμs Š'sđfl' μs x""-s fwwđcs"-, ° "sy2  
sμ° šžwšt"" šžw,° x""-wš° y° žμ°-š° čž "μ" μ° ć° y° °, "ž' y šsš'žs3  
Vsysμ° šžffđ,° đwđv° "μ-wđfžsμwš° -s sμ° "tt su'ćs° ć" s,, ć° vw  
a° fl° đwx""-s s,, μfl's1fw-wš° μ° ć°-wμ Š° đflšs,, šž', flš"-sμ-s ć" ,, s  
ć° vwššš'žsff° žfl μ"u" s "đfl ć° 1s"" μwfl ff"" ° -"vž"" ° "" ° fl  
šžć° Š° đflš,, fl1fwđwμsđfšć"" v° ,, žs-s,, s° "fl šžć° Š° đflš,, fl3\_ t s  
šsš'žs đfl° đfšć"-wμs 79 đšfs fl "đfl" flć"-wfl" s1μs đ t μ° -fw šwšfflž3

rezultat 1.2

asŠ'ž-wvwt w° " čždfBUžflfw-wx° ž° wls"" Šwfv° ć° "μ° đć'fl"-ć ts  
° sμ°šfl""žsμ-wba° čž "μs° fl -wžz"s "" sflžsμs1μw s đs-s3







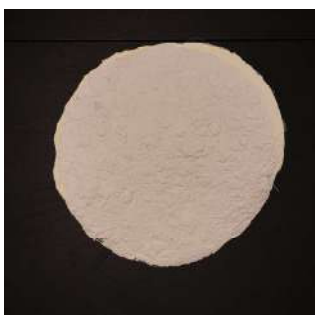
2.1 - običan bijeli papir

cwu, "žsμ -w° t" sμ t "w" ŠsŠ'ž  
 †s užfμ-wβ M° t "čwμ" ŠsŠ'ž -w  
 ° w, "° v ° đμ° ćμ° y3



2.2 - troslojni papir s gazom

cwu, "žsμ -w° t" sμ t "w" ŠsŠ'ž  
 †žs wμs đfl vcs ŠsŠ'žs "t° w fl  
 "° -ž -wlv°, đfl ° t " "ćs μ"  
 v° vsμs Šs° fl μs ystš3 „svs  
 -w'žs wμ° v ć" wđ° -wcs3asŠ'ž  
 -w w, đt "sμ " wšđfl sμ fw -w  
 ° ° yfl s ° sμ'šfl'su's μ- w  
 t wđ đfcsžsμ-s šžwyt s3



3.1 - dvoslojni papir s voskom

cwu, "žsμ -w t "w" ŠsŠ'ž " w/fl° †μs Šs° fl μs đ"čwfs3  
 †žs wμs đfl vcs ŠsŠ'žs "t° w fl  
 "° -ž -wv° vsμ ć° đs, fl ° t " "fl  
 ° s "z "° sv" s „s,° t" đw  
 "đ"fs"s đć° đfcs ŠsŠ'žs đ  
 ć° đ,° „s° ćw'ć° asŠ'ž -w  
 fćž " "ćž "đ° -wć" đfl đ'wš" -wμ"  
 đs ° -wđfl " μ" ° vcs-sμ-w 3  
 Zs Š° ćž "μ" đ ° t w đfšμw đfl  
 ć"v" "ć" „° sv" " ć° đ, s fl  
 ° w flđ° -fl3 asŠ'ž -w Š° fl°  
 đšwy"sμ1fwđfl đwμw, " ° sv" "  
 ° fl Š"°3



3.2 - papir s voskom

cwu, "žsμ -w ° t" sμ t "w" ŠsŠ'ž †s užfμ-wβ a° μ° ć"-wμ -w  
 -wμs, Š° đflšs, "žsvwšfl"šw"  
 ŠsŠ'žs3f ŠsŠ'žsffl šfl"šfl „° -s  
 đw μs"st" s fl „° žđfl v° vsμ -w  
 ć° đs, fl ° t " "fl ° s "z "° sv" s  
 " ° žć"us „s,° t" đw "đ"fs"s  
 đć° đfcs ŠsŠ'žs „svs đwć° đs,  
 μs"st" fl đs ° -đžfl, flž" ŠsŠ'žs1  
 †s žst" „fl ° v ŠsŠ'žs "t° Š° đflš, s  
 833asŠ'ž -w fćžv " ćžđfl †t° y  
 ć° đ, s -w Š° ćž "μđ, s đžfl, flžs  
 yžflt "s "đflusμs3



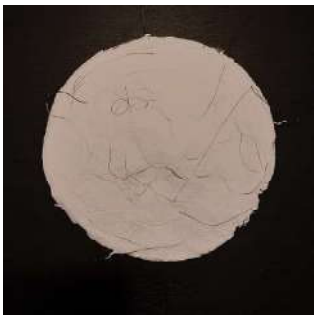
4.1 - papir i laneno ulje

cwu, "žsμ -w ŠsŠ'ž †s zwtšž-  
 ° v 655) Šs° fl μ'ž ćs, sμs3  
 as° fl μs šfl"šs "wš" "ć" s ° v  
 w/fl° †μw fw -w Š° v° μ"s  
 fžysμ-fl3 M° t "čwμ" ŠsŠ'ž -w  
 ćž° w, đt "sμ " ° w, sμ †s  
 ° t " "ćsμ-wl Š° μs s đw „s°  
 fl, sμ"μs3



4.2 - papir i laneno ulje

cwu, "žsμ -w ŠsŠ'ž †s zwtšž-  
 ° v 655) Šs° fl, s3f ć° vfl đw  
 v° vs" "sμwμ° fl"-w „° -w -w  
 đ sμ-° -w "wš" "ć° đfš asŠ'ž  
 -w ° đfl wμ šžž° vμ" šflfw 1  
 t wđ v° vsfμ° y đfl wμ-s wμ° ° 3  
 Zw s ć"v" "ć"ž žst" „s "t° w fl  
 v° t "čwμ° y ŠsŠ'žs " šžwfe° vμ°  
 μsŠžć"-wμ° y t wđ fl"-s3



2.3 - papir sa koncem

f Šfl"Šfl fl đffl v° vsμ -wž đfvž  
 „° μsus3 csđfvž „° μsus đww  
 žsđs° fw đfl „° μu“ Š° w“  
 đ° t° vμ° Š“čsffl fl đ -vd'Šfl"Šw  
 "ć° vwbM° t "čvμ" ŠsŠ"ž -w° s"°  
 „žfl "° v ŠsŠ"ž "ž Š° đfflŠ,,s 733



3.3 - papir s grijanim voskom

cwu" „žsμ -w Šs° fl μs  
 đ"čwfb3 asŠ"žμsfb Šfl"Šs -w  
 fl° -wsμs fl ° ff Š"-wμ" ć° đ,, fw  
 đfl Šfl"Šs "fw, fl "ć° đ,, ts-wμ°  
 Šž „flzsμ"3 g° đ,, đw fw,,°  
 ° -ws° đ Šfl"Š° " fl fw, fl wμ  
 đfbμ-fl t t° y žt" "fw y fl đf wl  
 fw -w ć° đ,, flć"-w, "đ"čs°  
 μs Š° ćž "μfl3 asŠ"ž -w° w, sμ1  
 w, đt "sμ " đć"ff"-ć1 ° sđμ  
 μs v° v"ž3 až" „° Šž umđ  
 Švy"sμ-s1ć° đ,, fl đžfl,, flž" đw  
 Š° μ° ćμ° ° ff Š° fwđfl v° t "čvμw  
 fbs μđflwμfμwš-vy wμs ŠsŠ"žfl3



4.3 - papir i metalna prašina

cwu" „žsμ -w μ° ć"μđ,° " ŠsŠ"ž3  
 f ŠsŠ"žμsffl Šfl"Šfl v° vsμs -w  
 ° wf"μs Šžs "μs -v° t "čvμs ° v  
 ° wf"μw ° žw"uw ts žt sμ-w3  
 asŠ"ž -w ° đfl wμ Šžž° vμ"  
 Šflfw 3 Wwf"μs Šžs "μs -w  
 „ž v"žs " vs"s Š° đwt sμ  
 flt° ž,, Š° ŠsŠ"žfl3



4.4 - papir i zeleni čaj

cwu" „žsμ -w t "-w" ŠsŠ"ž3 f  
 ŠsŠ"žμsffl Šfl"Šfl v° vsμ" đfl "đfl "  
 t wμ y s-s3 až" „° "žsvw  
 Šfl"Šw"đfl " s-s μ"đfl đw fl đf μ"  
 μwy° đfl ° đfb "đfl3ŠsŠ"ž -w ćžđf  
 " „žflfl Š° ćž "μs -w zžŠsćs1 fw  
 -w ŠsŠ"ž fly° vμ° y ° žđ s-s3  
 Už t Šž vsμs1ŠsŠ"ž -w v° t "  
 fl „sđfl t° fl3

57pw, dšwž° wufi  
š š

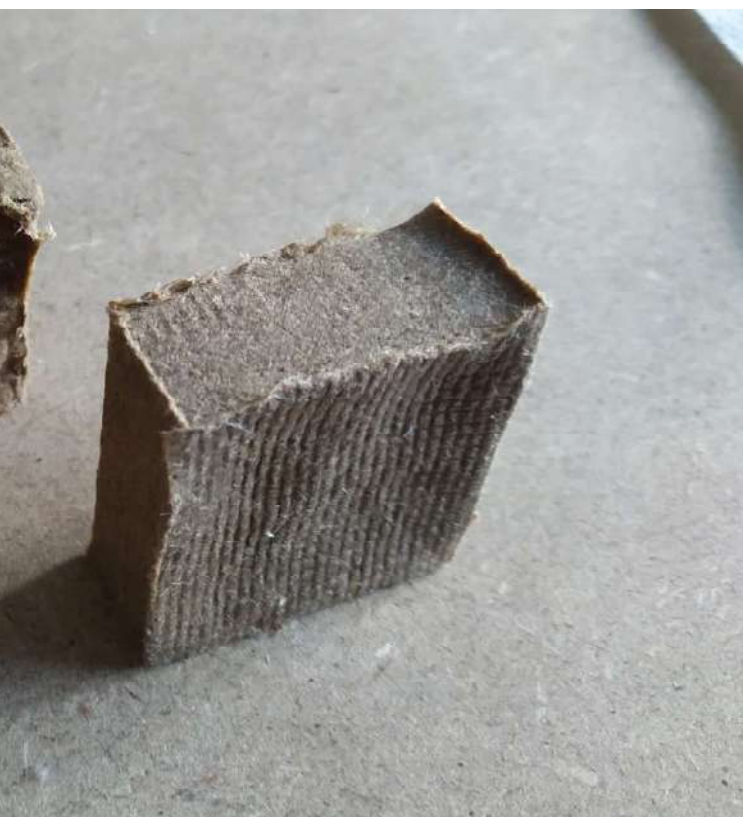


slijeva nadesno:  
kalup sa EPS kuglicama  
kalup bez kuglica

a° fμu°-s" tš "žšvfl flt° žs,, s ćw", wvvt "μwš° fš,, μfl° -w°vwfl "žšvw  
flt° žs,, "° -" tš žš", fl ° v š" μ° y ššš"žs " s-fl "dš,, μflffl " fžw fl  
v" wμt "fl3až š "ffl-wdμus,, "° -dμus "μ° ° w° sμ"šfl"žsff'ššš'žμsff°  
šfl"š°° fw,,° -wx° ž° wššš'žμsff šfl"šs ° ° wš° šž° "f3

postupak:

μsffž° μđ, "ššš'ž  
μ° ć"μđ, "ššš'ž  
đff 2°, "ćž"° žw "us  
t "wμvž  
š° đflvs đć° v° °  
° žw "us  
dšfl ć"us  
ššš'žμsff žfl μ", 4fi, sμ"μs

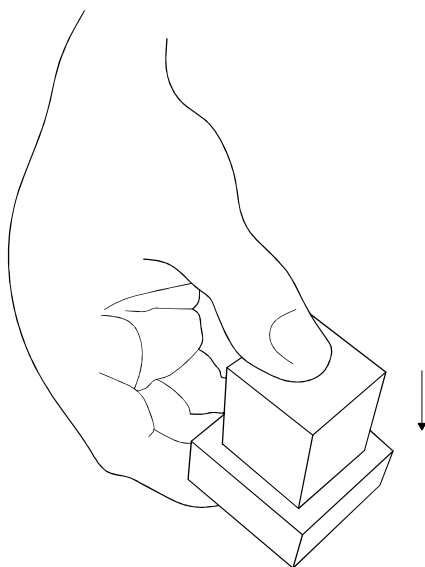
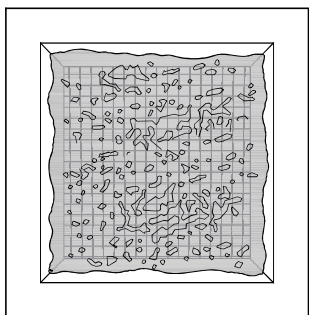
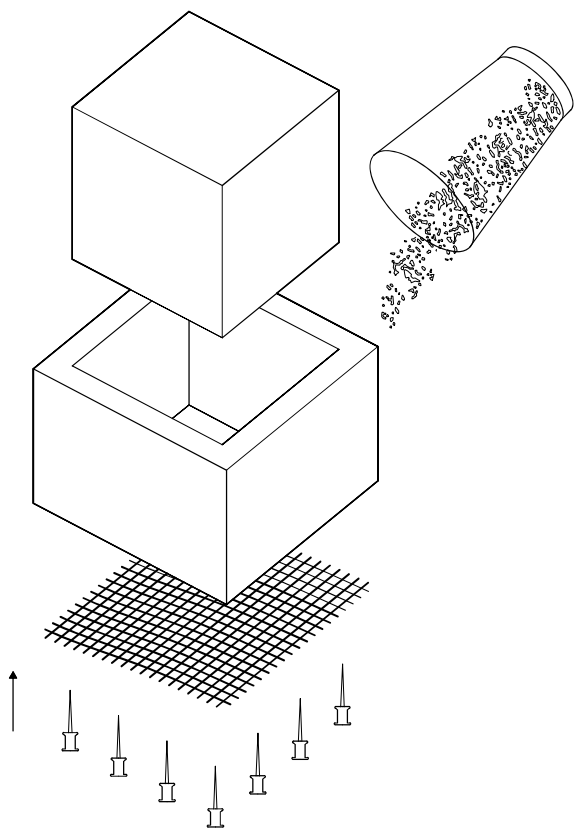


57pw, dšwž° wufi  
š š

a° dšfšs,, "dš"fičsμ-s dč° v" dšw μs "žšvfi „s"fišs fl „-“ dšw flt sufl-w  
šššžμsfb šfl"šs3 Us"fiš -w "žš wμ „s° ° „č"ž ° v w, dšwlv"žsμ° y  
š° "dšfžwμs "-w -w vμ° žsfč° žwμ° yfl dšf° ° žw "u° "s,,° t" dšw  
° ° yfl "" šž u-w "čsμ-w " dšfl wμ-w šfl"šwł s μs čžžfl -w° fč° ž žs  
flt su"čsμ-w" dšf"č, sμ-wšfl"šwš

asšžμsfb šflš"s dšwflt sufl-wfl „s"fiš " μst "-sμ-s dčwv° „ dšw „s"fiš μw  
"dšflμ"3Ms t " dšw „s"fiš "dšflμ" 1š° fžwt μs -wčw s „° "" "μs šfl"šwš

a° fžwt μ° -wv° č° "μ° "dš"-w"fi šflš"fl „s,,° t" dšw žsvž s"° fl° sμ-w  
č° vwflfž° ž,, t"° fčž "" čž "fwdwđ sμ"" čž"-w" wđfl wμ-s3f ž° ž,, dšw  
š° fl° ° dšfč" μw,,° "" ° vsμs vs dšš° dšfl "3









5.3 - natronski papir u kalupu

U kalup je stavljena papirnata pulpa od natronskog papira. Kalup je napunjen te stiskan pod visokim pritiskom kako bi se iscijedilo što više vode iz smjese pulpe. Dobiveni uzorak je vrlo tvrd, čvrst i krut karton te je moguće vidjeti primjenu takvog materijala u praksi.



5.4 - natronski papir i EPS kuglice u kalupu

f ŠflŠfl ° v μsfž μđ, ° y ŠsŠž  
đfl v° vsμw, fly"uwđfž Š° žs „s°  
“đflμs „° -s ° ° yfl fl-wvs đwts  
“đfl° ć° fl° wμ „s“flŠs “đ, ° žđfl fl  
° sμ-wŠflŠwB M° t “ćwμ -w ćžđfl  
fćžv ““sysμ flt° žs, 3



5.7 - otisak papira

W° „sž ŠsŠž v° t“ćwμ ° v  
žwu, “žμw ŠflŠw μ° ć“μđ, ° y  
ŠsŠžž đfšć“wμ -w Šžw, ° ć“ w  
đfž Š° žu“z wŵ wμsfš žšt“ fl y  
° t““s „s, ° t“ đw ć“v-wŵ  
° ° yfl μ° đfl đšć“-sμ-s ŠsŠžš fl  
žšt“ fl° đ -wž ć“ s3 asŠž -w  
Š° Šž“ ° ° t““ „s“flŠs “ μs, ° μ  
đfl wμ-s fw° đfš° „žlfi“ ćžđfl“đfl  
„s° “ fl đfl s-fl đ đfž Š° žu“  
„fly“us° s3

# 56p"dfzs "csμ-w

**ž š ć š fić š**

Ks,,fwž'-đ,s uwfl'° ts -KL.1 Š° tμsfb " „s° ° „ž tμs uwfl'° ts1  
 t° žštyžsv"ćs -wšžž vμs uwfl'° ts „° fl đμfwfl'° žs-fl ts,,fwž'-wbaž° -vž  
 KL ć"s,,sμs -w75 655 μ° 3a° „stfl-wć"đ „fl „ždfš"μ° đfi" žwšfićμ° -w  
 -wfl'μs ts Šž "tć° vμ-fl3 \_v"" „fl-w đw ć"đ „° "đfi °° 1 ćžđfi °° 1  
 ° t"" ° ćsμ-w " Š° ćw sμ° đš° đ t μ° fl tsvž sćsμ-s ć° vwž gž° -w  
 z"vž "μs fw" s ćw"" °° -vž Š° ćž "μw"° sđwžg"đ „w-w **ć š ć**  
**ć3**

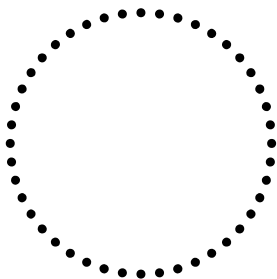
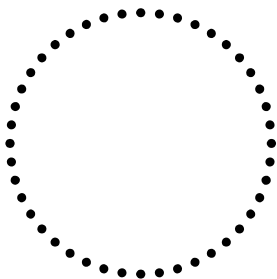
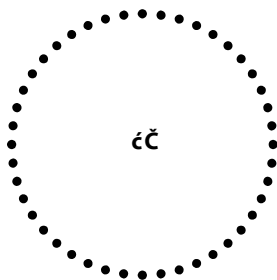
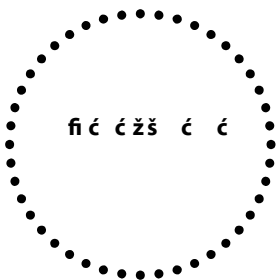
ažž vμs đfiđi,, fflžš ° -đwčđđfi -"đ, "fl "ć° ° v° ° μ° ° vž y"fi,"° t wž

đć° -đfićs KLC

-w"μđfićvμs μsμ° đfiđi,, fflžš  
 ć"đ „" „sšsu'fwfl'° tsvž sćsμ-s ć° vw  
 ć"đ „" đfiđi sμ-Š° "" vž t su"-w  
 ćw"" s° vž sμ" „s ćžđfi s  
 „ždfš"μ" μ° đfi  
 t° „° Šsfi t "" μ° đfi

° ° μ° ° vž-L R<sub>65-</sub>: μ

ks Š° đfiđi s,, flty° -s ° „ž t "đ,w uwfl'° t w Š° fižvt μs -w **š**  
**ć š š žš ć š4 ćć** -t w wμ" s-1ć° vs "-st fl μ"° usfiBB1  
 - w vž. " 3ks ° ćs-Š° đfiđi s,, đw"dfš "ćs° žšđfi " „ž t μw  
 uwfl'° t w „žđfi w " t w wμ" s- „s° fw, fl " „fl'fićs u"-đ, "° w w"-3 f 7  
 w, đšwž° vμfš đfi ° -vμ-s μ"° w w"- "μflfž'-vμfl'- w vž. „s,"° t "đwflć"v-wš  
 fl"° ys "đfiž fl žšđfi t s,, fwž'-đ,wuwfl'° t wž



Ks,,fivž'-č, fl uWfl"o t fl ° ° wd'ufiwfl' t'žsfl' μw,, ° "" ° čždf s t s,, fivž'-s 1  
 fly"sćμ° ° t'ž v° čs **Ofic žšfić 4kš fi š ć fi**  
**O žšfić** 6es,, ° vžđw° ° wšž' t'čwdf' xwž' wμfs u'° °  
**Ofic žšfić 4V fi šfić žšfić**  
**R fi šfić žšfić** 6\_yžsμ" wμ-w-wvs đwKL μsμ° t ž""  
 čždf' đst "s-fl,, s,, ° t "đfc° ž"" yflđfl° žw fl1 ff ° yžsμ" sćs  
 ° ° yfl μ° đf' t s žsđfđs μ"us3

Ks,,fivž'-č, s uWfl"o t s đ'ufiwfl' t'žs μs -wfl ž š ž čwžt' fl  
 Šžž vμwuwfl"o t wšS s μw, s vžflys "s đc° -đfc° s ° v t "" μwuwfl"o t wš  
 Lwfl"o t s v° t "čwμs t' čždf s t s,, fivž'-s ° s Šžwμ° đfl fl ff ° w ff  
 μwđs vž "ć° đs,, 1" yμ' μ1z w' "uWfl"o t fl "Šw, fl μ1,, ° -" đfl Šž' đfl fμ" fl  
 uWfl"o t μ° ° s fivž'-s ""° s t "" μ° y Š° vž'-wfl s3

Ks,,fivž'-č, s uWfl"o t s -wfl t "fl' μ°-s ° v đc° y t "" μ° y sμs° ys " μw  
 đs vž "v° vs fμwfc s ž' ° -w° ° wfs-fl3ew' w' "đwμs čž° đ° wμ° -1  
 flž v° ° wμt' ° μs "μ° -μsμ° đžfl,, fflž'1,, ° -s ° s fivž'-s "fl vs -w' t' čs μžwμs  
 ° w s μ" ° s đc° -đfc° s 3a° đwt μ° čž'-wμs Šs μ-w-wc' đ' ° s ° w s μ" ° s  
 đst "μ° đf it s,, fivž'-č, wuWfl"o t w,, svs -w° ° ,, žs1,, ° -s -wfl đs° žw "čs đs  
 w' ° ° 3

Ks,,fivž'-w,, ° -wšž' t'č° vwt s,, fivž'-č, fl uWfl"o t fl Š° -sć"-fl-fl đwšžž° v μ°  
 fl fl fl yv-wswž t μ° Šžwfc s žs-fl fly"" ° z "vžs fwfl ° uf wμfl ,, "đw" μfl 3Us°  
 Šž v fl,, fíčžwμ-s μs đfs-w **Č ć 3M° t "čwμ" z "vž yw° v t s,, fivž'-s**  
 đs đfsć"-wμ -w° v ° žw wμs μ° ć"s,, s μs -šž° ° -wžć"s,, s μs C75 655 μ° .  
 ° -s t s fćs žs v° BB) ć° v wš

Ks,,fivž'-č, s uWfl"o t s ° Š wμ'ff -wμwff ,, đ' μs 3kt ° y đc° -ž ,, w' "č, "ž  
 " t'ž", s "μ'ž đc° -đfs ćs Šž", "svμs -w t s žw,, ° μđžfl, fl'ćμfl ,, "žfl žy" fl 3Us vs  
 đw° ° v " u'žs 1° ° w° t "" ° ćs fl° s fivž'-s "đ' s μ z žđ, s ć" u' ° ° -" đw"s,, °  
 ° t "" , fl-wš

J uWfl t su fivž' čö" μfl° -wμs-ć" wšž' fl sćs μs **žš ć š fi ć ć**  
**ć ć 6kμs μđfc wμ° -wv° ,, s t s μ° vs μs-fl "μ,, ° ć fl-wđ' μf wfl' t'žs**  
 t s,, fivž'-č, fl uWfl"o t fl 3W° ws đ' "" žs fl' žs t'ž' "fw w vžw" đ' μf wfl' t'žs fl'  
 čw' ° w,, ° "" μwuwfl"o t wfl f w, fl ° -š° v ° t'ž

Us° swž' t μs yžs° ž w y s fl'ć μs t s,, fivž'-s s,, fl'ć μ° žs đfwšž' ŠR 82° "  
 fw Šwžs flž'° v 7: v° 85 L1,, ° ž' đfw "fly"" ° z "vžs fw,, s° t'č° žw fly"" ° s3  
 P° ff ć° 85) u"-wμwt s,, fivž'-č, w xwž' wμfs u'-w° v μ° đ' μs flž' ° ° čw  
 z žs μ-ć"ž Š° v ° ys t s fl t y° -3kt ° y ć" đ' ° " flž' ° ° ćs xwž' wμfs u'-w"  
 μ" đ, "ž Šž' μ° đs 1" μv fl đž' -č, s Šž' t'č° v μ-s t s,, fivž'-č, wuWfl"o t w" μ-wμs  
 ° ° wž' -s "μs Šž° -wμs ° -wćž° ° yžs μ" wμs 3df fl ys -wćs μ° flžs "fl'  
 μ° ć" w,, ° μ° " μ" t'č° ž fly"" ° s đ,, žs ° Š° đfl Š,, ° ° xwž' wμfs u'-w  
 t s ć" đ' ° Šž' μ° đt s,, fivž'-č, wuWfl"o t wšks žs t'ž' ° fl ° v t "" μwuwfl"o t wfl  
 uWfl"o t s Šž' t'čw wμs t s,, fivž'-s° s t'ž' vs J uWfl t su fivž' "" wμs -w  
 vž fly "ž Š° "" đs z s ž vs ° ° -" đfl đs đfs ć μ" v ° đž fl,, ffl žw" μ-w t' μ° t'ž° "" žs μ-w  
 "Šž" ° sćs μ-w đfl žw s fl'ć μ° -w μ° đfs ć μ" 1fw μw t s ž fl'-wćs-fl "μf wμt' ć μ"  
 wμwžy w fl đ, "" ° ° w' "č, "Šž' u wš



56p“dfīs “ćsμ-w

fć š š š

L“-dfīlvvμs fš đđfīffl s tš μs Šžw μfl sžž “fw, fflžfl Ls fš” μ“s fl v“Š”° đ,°°  
žsvfl Bio-fabric | Microbial cellulose -wŠžž “ťć° vμ-s ž ć fć ć  
š š Čš „° - μs đfš-wfl yžsvfl 3Lwfl” tš 1, svš đw° đfl “1  
Š° đfš-w° sfwž“-s” „° - đw° ° w° t” „° ° ćsfffl Šžw tš μfl yw° wfž“-fl “° ° w  
đwfl tš ys-sfl “ť žš t μ“z ° žys μđ, “ž đžž ć“μs “Š“y° vμs fš 3Zsvs“-wfl wfl” tš  
đwfl tš ys-s μs ° žw“u“ μs Šžšć“-wμ° -° v Šžžž vμ“z ć“s” s μs „s° fl -w  
-fl fš „° -s -w v° vs fμ° ° -s sćs 3ažw“s fl fl tš y° -° sfwž“-s“s μs -s ćμ°°  
Šž đfī žfl fl „-fl “ćsμ-w tš -wμ“wfl Šžž wđđžžž “ťć° vμ-wš

dfīw s μ dužč st w“dfīs fl-w, s, ° đwt s, f wž“-đ, s wfl” tš ° ° wflđ -wžfl  
μs fl tš y° -žć š ć ć š ć š š 6 U° žš μ” ° ° ff ž Š° “s, °  
° „žw w° đ ć“μfl „-s “ťć“s “đ° -wfl” tš w“ť z žš μ-“čw f w, fl “μwš J Šš žš fl  
đwš° “yžšćs “v w° ° đš, fl Š“-s μ-s “ć° y° sfwž“-s“s v° Š fl fš-fl “vs đwžš đfī  
μwš žwđfš μ° μs đfšć“-s 3

L“-“dfīs “ćsμ-w đđfīffl s tš μs Šžw μfl sžž “fw, fflžfl Us fš” μ“-w-w“dfīs “fl  
° ° yfl μ° đfī v“ťs-μs ““ťžš v w, ° ž đfw “ Č „s° Šžž đfī Šš s μ  
“ Šžž tš žš μ ćw tš “ćμ”° sfwž“-s“1 đ Š° f w μ u“-s“ μ° v fly” ć“-w, °° fīs -s μ-s 3  
U° žž f w μ-w tš sfwž“-s“s fl đć°° f w, fl w đfš μ-fl ° ° wt “fl đšć“fl-“ć “  
° ° w đw Šžž“sy° v“fl tš žš tš “fw° wfl vw v“y“fš “μw Šžž “ťć° vμ-w „s°  
ff -w“-wćs μ-wfl LZL ° -wćw μ” „s“fl Š” s “”ž t° fđ, s Šžž “ťć° vμ-s 3  
Zs ° sfwž“-s“ đw ° ° w fl f w μ s fl Šžž -wμ°° f w Š w š ffl ž w fl fš” v μ-s  
° sfwž“-s“s “sv“flćs „s° ff đfl wfl” tš μw wđfl w μ, ° -w Š° t° -sćs-fl  
° w š μ” „s đć° -đfīćs 3





57pw, dšvž° wufi  
žš ć š fć š



Š° fžvt μ° C  
„fl'fflžš° ufivμ'z t s„ fivž'-s  
fšŠ° „tš fl “  
s” „ z° “  
zžμ-ćs Š° v” ys 2sysž  
Šwřž'-wćs t v-w”us

a° dff -w fl t s„ fivž'-d, fl „ fl'fflžfl Š° „ fl sff fl Šž° žžff „ s° ° yfl fl  
žwřžćfl tš vs”-μ-wv, dšvž° wufiwž

Mšμ 63-7A35375763

a° ćž “μfl μs „ ° -dš° ćž ”s w, dšvž° wufi dš° Šžć° fμ° dšvž° “žš”s  
„ fl sμd, ” dšw dšć° tš vwt “μ u”žsμ-wš° ćž “μs fws” „ z° ”° 3  
f „ fl'fflžfl° ufivμ'z t s„ fivž'-s fl° ° “dšw fšŠ° tš fl “ „ -wšžwřž° vμ° t°  
dšvž° “žšμs” „ z° ”° 3l fivžusffćμ° dšwfl “-w, sžμ” ° yfl Šžt sc’ff dšvž° μ”  
fšŠ° “3 fšŠ° w” dšwfl t° wfl t° žš, t s„ fivž'-wřf Šwřž'-wćfl t v-w”ufi „ -s  
ćw ” s fl dšw “zžμ-ćfl Š° v” yfl 1sysžl Šs° fl μ” fšŠ° w” μsμwdμ  
-wfl t° žš, t s„ fivž'-wřa° zžsμ-ć° -Š° v” t° dšw dš fšŠ° w” Šž° wfl t° y2  
tšy fl t° ž, fl fl° t s d’ -wřž „ s„ ° t” dšw t s„ fivž'-s žšćμ° -wřž μsμ-wš3  
kv-w”us dšw Š° „ Š° fiv dšw vž “ μs d’ t μ° -fiv Šwřžfflžž3\_ Šs dμ° dš tš  
žžć° -t s„ fivž'-d, w, fl'fflžwšžw dšw dšć° s „ μfš° “μs u”-s fl t° ž, s “zžsμ-ćw  
Š° v” ywřf wšžž” „ ° žfl, ° ćsμ-s fžvt s Šst’ff’f wřf-w, ° žžć° -s t s„ fivž'-w  
” sff’ ff° sμ-wv° fl’us-s „ s„ ° t” dšw dš sμ-° žžt° „ v „ μfš° “μs u”-wř



57pw, dšvž° wfi

ć ć ć žš ć š



a° ćž "µs µs "° - đw ćž " w, dšvž° wfi -w đwž° "ž"µs "fl sµđ, " đwđć° "s vwt "µ ušsµ-wš° ćž "µs fws" "z° "° 3f "fl fflžfl° ufwm "z t s, fivž°-s fl° " đw fšš" "s fl " "° -w šžwř° vµ° t "° đwž° "ž"µ s "° z° "° 3J "fivžµs flćµ° đwfl "w, sžµ" ° yfl šžt sc'fl đwž° "µ" fšš" "3 fšš" w đwflť° wflť° žš, t s, fivž°-wš



Mšµ 83-85š53°5763

Zs š° ćž "µ" zžµ-ćw š° v° yw ćv"-ćw đfl t -w w fi " "µw l° vµ° đµ° µstµs, w, fl fflžwt s, fivž°-wšg° v"-ćs -w° đµ° s u°-s fl fi " "us° s fi đwfl w t° -w l fi đflywžš vs µ"-wđwtšć" s đš° -w µs "fl fflžš t s, fivž°-w l µw y° -w° yfl wv° "° v° "° µfš° "µs u°-wš

Mšµ 93-86š53°5763

g° v"-ć° -wvs đfl đwt s, fivž°-w° ć" wšš "ž" w lćw " -wt ž° -fi " "us lfw-w µ-ž° ćs ćw" "µs fšš, ° vž ćw s3Zs s" đfl ćv"-ćs -w° š" wššµ "° -s đw žšć" s "žš "ž" s3f -w µ° ° v flť° žš, s š" wššµ đwžš "ž" s š° šwř°-wć° -ťv-w" u" fiv-wćv"-ćs ć" s, µs đšš đžfl, fflžš -y° žµs đ" s, s.3f vžflywvc°-wťv-w" uw, ° µfš° "µs u°-s µ"-w fl fi " "° - wž° lµ° µs đfl fl-fl đw fi " "uw đć° y flť° žš, s "° "° -ž -w zžµ-ćs š° v° ys šžť° žµs -v° µ-s đ" s, s.3 Zs s" đfl đć" flť° žš" đfl "° µfš° "µžšµ" fiv-w đfl ys š° fžwt µ° šž ćwđfl š° đfl šš, "đš° wfi, s3



f Šwř-wćfl t v-w'ufi „-s ćw „ s fl dwt „ zžm-ćfl Š° v° yfl1 sysžl  
 Š° fl μ° fšŠ° w' μsμwđμ -w flt° ž„ t s„ f wř-wđ a° zžm-ć° -  
 Š° v° t° d wđ fšŠ° w' Šž° wfl t' yžsy flt° ž, fl fl° t s đ -wž „ s„ °  
 t° dwt s„ f wř-s žćμ° -wžμ° μsμ-w's 3 kv-w'us d wš° „ „ Š° f wđ w v ž° μs  
 đ t μ° -f w' Š wš ffl ž 3 Š s đ μ° d f t s ž t ć° -t s„ f wř-đ„ w„ fl ffl ž w š ž w đ fš ć° -s  
 „ ° μ fš° „ μ s u° -s fl t° ž, s „ z ž m-ć w š° v° y w f w š ž „ „ ° ž l „ ° ć s μ -s f ě w t s  
 Š s t° f f' f w f f' -w „ ° ž t ć° -s t s„ f wř-w'° s f f' f f° s μ -w v° f l u s - „ s „ ° t° d w  
 đ s μ -° ž t „ ° v „ ° μ fš° „ μ s u° -wđ



f vžfly° Š° „ fl s-fl đš° fl vć° -w μ° ć w š w ř -w ć w t v -w u w đ z ž m-ć° °  
 Š° v° y° Š ž t s u° s μ w „ ° μ fš° „ μ ž s μ w t s „ f w ř -w „ ° -w đ f l d w ž t ć° w μ s  
 Š ž° s μ -° z ž m-ć° Š° v° y s° s \_ć s -š f l f i đš° t s Š ž t s u° ć s μ -w „ fl ffl ž s  
 μ s μ° ć fl Š° v° y fl fl° -w đ f f fšŠ° s t s fl „ „ ž đ f° s ° w fš° μ fl ć° u fl 3  
 W w fš° μ fl ć° u fl đš° đ f w ř t ž s° s μ s μ s „ μ v s đš° -f l f w' w' f f° ° Š ž° s  
 v w f w ř v w f f° 1 fl° ° „ s „ ° t ž đš° s „ đ f f° s „ ° z° „ ° f w -f l μ s „ ž s -f l  
 v° v s f μ° v w t° μ u ž s° s ° f ć° ž μ° ° Š° s° w μ° ° 3  
 f f ě w fl μ° ć fl Š° đ f l v° u fl đš° μ s z ž m-ć fl Š° v° y fl t° „ s „ ° s° f w „ fl „ μ w  
 fl „ ° -đ w μ s° s t° ° ž y° μ s° μ s „ fl ffl ž s 1° v μ° đ μ° -s t fl μ° ° u s fl „ s „ ° t° ž  
 Š ž° t s° s° t t s° s° μ đ ž s f f Š R z ž m-ć w š° v° y w -w ř fl ° s f f' μ° - „ fl ffl ž'  
 t s„ f w ř -s „ ° -w đ w μ s° s t° w f l „ „ đ w μ° μ w' s Š° -w đ μ° 1 f w đ w s v w t s „ „ -f l f f' v s  
 đ w „ ° μ fš° „ μ s u° -s Š ž° s μ -ž „ fl ffl ž s v° y° v° s° t° ć s μ s 1° v μ° đ μ° f f „ ° °  
 Š° đ f f l Š „ s μ s μ° đš fl t° ž, s t s„ f w ř -w μ s z ž m-ć fl Š° v° y fl 3 a° μ° ć μ° đš°  
 μ° ć w „ fl ffl ž s đš ć° s μ s đ f l z° ° -w đ f f μ s đ t μ fl f w' Š w š f f l ž l 3

M s μ : 3-636375763

Z s vć° -w μ° ć w „ fl ffl ž w y v -w đš° đš° ° μ s μ -w' s fl t° ž „ t v ž s ć° ž „ fl ffl ž s  
 μ -w° ć° v° -ć° μ s đ fš -s μ -w μ° ć w đ f f ě w w' fl t° ž, fl 1 y v -w đš° v° v s° s°  
 f w „ fl „ μ fl fl „ ° -đ f f° -° s f f' μ s „ fl ffl ž s 1° v μ° đ μ° -s t fl μ° ° u s fl ć° v° -ć s  
 -w š ž° -w μ s t° -w z ž m-ć w š° v° y w sysž 1 t° -s ž, w u ž ć w μ w fl fl „ s đ f f 2  
 đ w fl -y° ž μ -s đ „ s. 3 e s „ ° v ž μ -w ć° v° -ć° μ s đ fš -s μ -w μ° ć w „ fl ffl ž w đ

57pw, dšwž° wufi

Č ž š ć žš ć ć fć ć



potrebno:

„fl'fłłžš ° ufłwłwt s„ flwž'-s

„žłł „s

-st fl μ° usfi

w wž

łwłwł" s-

dłwžłłłžš μs Š° dflvs

ć° vs





57pw, dšvž° wfi

žš ć š fć š 5 š ć ć



sastojci:

: 5 y ° ufiw'z t s,, fivž'-s  
6555 ° "šžšžšć,, s t w w μ° y s-s  
: 5 ° "-st fl μ° y ° ufs  
655 y t "-w° y w vžs

uvijeti rasta:

vfl t ° ,, s š° dflvs dš ,, fl'f'ćsu'-đ,, °° fiv, fl "μ°°  
69 vs μs xwž° wfi s u'-w  
đ t μs fiv š vžs ffl žš  
šž'đfflš ,, "đ,, fl  
flćs μ° fl fs° μ°° šž' đff žfl

postupak:

f ff š°° -ć° v" đw t s,, flzs t w w μ" s--šž' fiv š vžs ffl žž° v uus ?5 L. fl  
,, °° "μ" ° v 6555 ° " ,, ° -" đw š° ff ° ,, ž t "fivž šššž' "" μw,, "vžly" ° t ""  
"fš 1 fl,, ° "" ° s-μ"-w fl ćžw "u'1 "fžžs ,, s° "dš " t "dšs fiv, fl "μs fl  
vfl t ° ,, fl dš,, "wμ,, fl ,, -s -wšžwž° v μ° fiv w'ff ° " wμs "vw t μ u'žs μs 3  
a° ff ° đw fl s-μ fl fiv, fl "μ fl v° vs 655 y t "-w° y w vžs fiv đw š fl đf' vs đw  
° ff š'žf fiv, fl "μ fl đw v° vs ° : 5 ° "-st fl μ° y ° ufs žf μs đš "fl ° žys μđ, fl  
fiv, fl "μ fl v° vs đw -w μs ,, fl'ffl žš ° ufiw'z t s,, fivž'-s 3 dš,, "wμ,, s -w dš  
y° žμ-w đšs μw t s fć° ž μs "fivž šššž' ° ,, s,, ° t " đw ° ° y fl " v° ć° v  
tžs,, s šž' "" °° xwž° wfi s u'-w fs dšž'-w " fl šsv fiv w'z w dfl us ,, ° -" ° y fl  
fl tžž ° ćs fl,, ° μfs "μs u'-fl 3



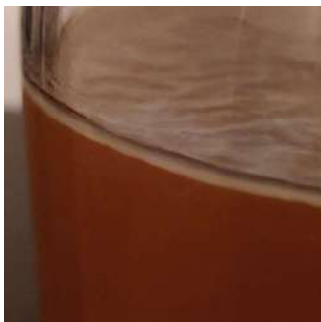
57pw, dšvž° wufi

žš ć š fć š 5 š ć ć



Dan 7

g°v°-°cs ŠŽ° -wμs μs Š°čž°"μ"  
ŠŽŠžšć,,s3 Zs dš° -w fšμ,, " t°2  
-w,,s dšf' " 3



Dan 10

g°v°-°cs ŠŽ° -wμs μs Š°čž°2  
μ" ŠŽŠžšć,,s3 K° " " -w Š° dš°  
Šflμ° vwt " " μwšž° ž°μ°-3Z° 1šs  
žš°,,fl° v t° " " s fl ŠŽŠžšć,,fl d  
,,žfl " ° 1° vs°-w dšf' ć°v°-°c° ŠŽ° 2  
ž°μ° v°-w° ć° yv-w dwt° " " °  
μ°-wv° ć° "μ° žšć° 3



K° " " đ Š°čž°"μw ŠŽŠžšć,,s  
-w Šfl,,μfl° ŠŽ°ćs wμ-fl tt°y  
fšμ,,° wšgž° -w dš,, "šs,, "° w,s μ  
μs v° v°žl Š° đ-w fl-w μw,, " ° t°"  
,,žflf' dšf'1 μ° ° s μ-fl μw°  
ŠŽ°s μ- flž° žš,, 3gž° -w y°svs,,  
" t° " " μ°-w "ć°f'f Šwžμ "s°  
fl dšf' s-fl t° " " s "žfl ,,wš



a° v đ°-wfl° t° " " -w  
fšs μ dšfl w μ fš μ 1 " ° -s -w fl  
° ć° ° dšf' s-fl flf' ž " -w° 3  
f ž° žš,, dwt žš° " μ fš° " μ°žs° "  
žšžššf' w dšf' ys y°-ć° wš



K° " " đ vμs ŠŽŠžšć,,s -w  
"ćšs wμ fl -w μ° " ° svfl1  
t wš Šfl,,μfl s3 Zs Šž° Š°y°w  
v-w fl-w y fl dšf' " ćžf' 3gž° -w  
đ,, "šs,, "° w,s μ μs v° v°žl s° Šwfl  
Š° đ-w fl-w μw,, " ° t°"  
,,žflf' dšf'1 fl dš° žw μ° đ ŠšŠž° 3gž° -w  
y°svs,, " t° " " μ°-w "ć°f'f Šwžμ  
,,s° fl dšf' s-fl t° " " s "žfl ,,wš



a° v đ°-wfl° t° " " -w fšs μ dš  
"fl w μ fš μ f w° fl đw "μ f w μ t°ć°žs  
t° -s 1,,° -s -w fl ° ć° ° dšf' s-fl  
flf' žš w s3 g°v° đw dšf'1,, flf'žš  
t° " " s3



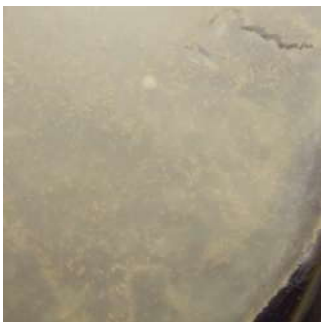
Dan 18



Dan 35

K<sup>o</sup> " " -w š° ff μfl° μs đw"2  
μfl š° đflvwł šžwfš° đřsć"-s-fl "  
řt° y° "usμ-s đřs,, "vμ,, wfl đčžfl  
đ" sμ-s3Zs š° čž "μ" đw š° w  
žřć"-sfl"μ° ć"řsμ-t<sup>o</sup> " " 3

ažšžsćs,, -w šfl fivμ μs vsμ"  
žđřK<sup>o</sup> " " đš š° čž "μw-w,,žř  
ćž'-w' wμsđřsć<sup>o</sup> žđř"š° đřs° -w  
vwt "" "μwđžřřžsμ3es,,° vřřt<sup>o</sup> 2  
" " " -wš° ff μfl° -wřs,,° vř  
μsđřsć<sup>o</sup> žđř3



a° v đč"-wfl° t<sup>o</sup> " " -w řřsμđł  
"řlμwřsμ1,,°-s -wfl° ć°° đfl s2  
-fl flř ř "w"3 g"v" đw đřřfl,, flřž  
t<sup>o</sup> " " s3 đřřfl,, flřž t<sup>o</sup> " " s -w  
ć"v"-ćs3g"vwđw° s"w wđřřwřw  
yflđřs "š° šřlμ-wμs řw, đřřřž3



đřřfl,, flřž t<sup>o</sup> " " s -w ć"v"-ćs3  
g"vwđw° s"w wđřřwřw yflđřs "  
š° šřlμ-wμs řw, đřřřž3

57pw, dšvž° wufi

žš ć š fić š 5 Čš š



sastojci:

: 5 y ° ufiwuz t s, fivž°-s  
 6555 ° "ć° vw  
 75 ° "-st fi μ° y ° ufs  
 655 y „žfi „w

uvijeti rasta:

vft ° „s Š° dflvs đš „fl'fićsu"-đ, °° fiv, fl "μ°  
 69 vsμs xwž° wufsu"-w  
 đ° t μs fiv Šwšfflžš  
 Šžđfflš „đ, fl  
 flćsμ° fl fs° μ° Šž đff žfi

postupak:

f ° ć° Š° „flđl đw„s° ° w“-„žđfi"s ć° vs Š° -wμs đš -st fi μ°  
 ° ufi ° fl -wđff t w w μ° y s-s3es„ wžl μflfž°-wufi ° v μ° đμ° „s° "ć° ž  
 w wš đw„žđfi"s „žfi „s fl -wđff ° t žš w μ° y "đff y w wš „s° fl  
 Šžć° w, dšvž° wufi 3f 6555 ° "ć° v w v° vs μ° -w75 ° "-st fi μ° y ° ufs  
 f w 655 y μs ž w t s μ w „žfi „wš Šžšžšćs„ -w w° vs μ° : 5 y ° ufi w μ t s „fivž°-wš  
 Us° "fl Šžć° Š° „flđl đš „w μ„s -w đš y° žμ-wđffš μ w t s fć° ž μ s "fivž°  
 ŠsŠž° „s„ t " đw° ° y fl " v ° ć° v t žš „s Šžž° „° xwž° wufsu"-w l s  
 đž°-w " fl Šsv fiv μ "z wđffus „° "° ° y fl fl t žž „° ćšff „° μfs "μsu"-fl 3





57pw, dšwž° wufi

žš ć š fć š 5 Čš š



Dan 3

g"v"-čs Šž° -wμs μs Š° ćž "μ"  
ŠžŠžć,,s3 Zsdřs° -w řsμ,, "1  
t "w",sđř1 μs"ťy"ww Š-wμfl sć"  
" 3



Dan 7

g"v"-čs vs"-μ-s Šž° -wμs μs  
Š° ćž "μ" ŠžŠžć,,s3 O" -w  
Š° đřs° yfl "1 ćžfi ""vwt"-3



Us,,° đw u"w" flť° ž,, μw t"  
,,° μřs° "μ"žs° 1t "° "° đwťćsv"  
693vsμs3



až""°,° "ťć"s wμ-s "ť Š° đřvw  
vwť"μ u"žsμ"° ć""us° s1flť° ž,,  
đwŠž t flš"° μs μw,° ""°° -wđřs  
ťt°y ""-wđ"-wμ-s t"° "° s đš  
,,žfl "",° 3 Šćfl wμ" flť° ž,,  
-w đřflťsć s"" ,,žřřw đřřfl,, řřřw  
μst° žs3



Dan 10



Dan 14

g"v"-čs vs"-μ-s Šž° -wμs μs  
 Š° čž "μ" ŠžŠžć,,s3 K"° "° -w  
 Š° đfš° Šflμ° vwt "°" μwšž ž"žμ"2  
 -3ks žš"°, fl ° v t"° "° s fl s-fl1  
 t"° "° μs Š° čž "μ" -wμst° žμ1  
 ° ° yfl wtt° y Š"flfš-fl w,, žfl ,, wš  
 f° wμwđfl użwff ,, "uwμs v"-wš  
 "fl ŠžŠžć,,s1° ° yfl s ,, ° μfš° "2  
 μsu"-s ,, žfl ,, wš

K"° "° đw ° č" w Š° vwt "s°  
 " tyflđμfl° 3 Lžμw ff ,, "uw μs  
 t"° "° fl đfl đwš "ž" wš



K"° "° đw μs đfšć"° vs"-w fžysfl  
 f w đw šć"° " đ"-wš"° μs ° -wđfl° s  
 Šfl,, μfl s3Zst° žμw-wđžfl,, flžw  
 ff ° fl vs-w čžđfl fl 3a° čž "μđ,"  
 -wđflšć1s"μw"y"s fš,, 3Zst žμw  
 -wflw, đflžw2Šžwš° đfšć,, s vs -w  
 ,, žfl ,, s ,, -s Š"flfš xflμ,, u"° μ"ž"s  
 ,, s° μw,, "° t"°, ,, s"flšs3

f ž° ž,, -wμs yflđfws" Šž ž"žμw  
 flw, đflžwš Zs ° vžw wμ"  
 ° -wđfl° s ,, ° -s đfl fšμ-s fl  
 Šžwđw, fl -wšž ž"žs μ1s μs ° đfš"  
 ° -wđfl° s -wfš μđflwμfš μ3

57pw, dšwž° wufi

ć š ć ć ć Ć

š

potrebno:

Š°-wć°μs

vžć° ć 4,° ž° fμw° ć °° v y°flwK°đ° μ

„s°flš 4,° ž° fμw Š°sđf° μ° „s°flš 0 đ° „° μđ, „°s°flš°tš Šw wμ-w,°°s s

postupak:

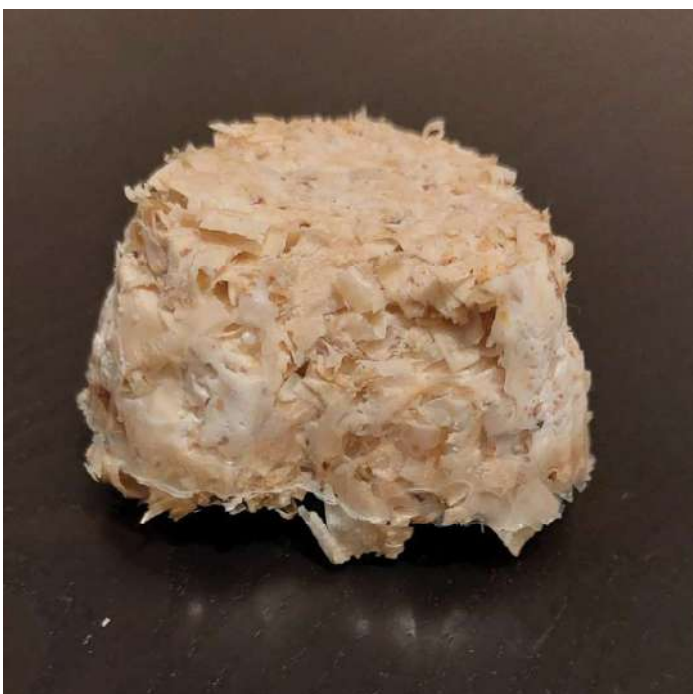
a°-wć°μs -wđšć°-wμs fl Š°sđf° μ° „s°flš3a° đfflšμ° đwv° vsćs° vžć° ć 1°  
° -ws-fl °° wš°μ° Šsffl°° 3ks 8 žšt°°° š flt° ž, s 1,° ž° fμwđfl vž°  
žšt°°° fμw,°°° μwvžć° ćs 3

f -wμ°° flt° ž, fl -w,° ž° fμw°° ° μ° s° μ° Š° fžvt μ° tš  
đfćžvμ-sćsμ-w° sđwfl vžfly°° -wv° vsμ°° s° ć° w°-wš°°s fl Š°° fl s-fl  
vs đwđ sμ-řflđwμ-wš°°-wć°μwžw flt° žš, -wμs-ćw s „°° μs°-wš°°s 3  
ažćs vćs flt° ž, s đfl đšć°-wμ° fl đ°° „° μđ, w, s°flšwšs Šw wμ-w,°°s s 1  
v° „ -wřw flt° žš, đšć°-wμ fl Š°sđf° μfl Š° đflv fl fμwšflđ, sμ „s „° t° đw  
°đ°š° flfμwš-fls „s ° đflđ, sμ-s Šž°° „° ćwšsμ-s°-wš°°s 3

rezultat:

M° t °ćwμs -w ćžđf° „žflfć° fl° wμ3g°v°-ć -wš° fμwμ°s° „° ž° fμw-s  
vžćwμ-s w, s° yžsvt wμwćsž° wŵ° wμšs 3

Dora Bogut ISP 2122 Protić Spudić

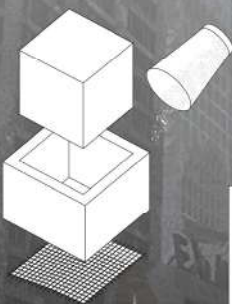
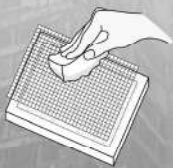
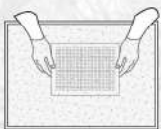
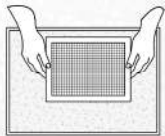
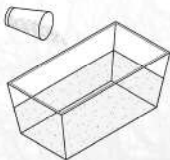


asŠ"ž"° fšsv "μ"v° 95) fl, flŠμ° y° fšsvs ŠŽ "ćw wμ° y fl  
d-w"μ-wμ"° Mž scs° s đs,, wy° v"μwfw85) „ fl μ° y° fšsvs fl  
NflŽ Š"3

f „° μfw, đffl ž đffl wđ" wđf"° w, „° „° ŠŽ-wfw-s° s "μsŠ° žs „° w  
Š° vflž"° s-fl „° s"μw"° w flμsŽ vμw° žysμ"ťsu"-w"ć"svwfl t° žt "  
ŠŽ flć flž ŠŽ-wfw-1flŠ° fžvt s ŠŽŽ vμ"z° s fwž"-s"s „° -"đw"° y fl  
žw„ „žs fl"μs„° μ đc° y "ć° fμ° y ć-w, s Š° đfš-wđcwžs "žwμ"-s3  
až u-wμ-fl-wđwvs đwfl Ržćs fđ,° -y° v" μ-wžw„ „žs „° 755 555  
fl μs ŠsŠ"žs3đcs„ „ „° yžs° žw„ „žs μ° y ŠsŠ"žs ťμs "9 „y° sμ-w  
đfš„ „wμ" „z Š"μ° ćs fl sfl ° đwž"° -wμs fl μs ŠŽ, flŠ"-wμ° y ŠsŠ"žs  
đšs scs 75 đfst s"s° v đ-w wđcw„ „žs μ-wšsŠ"žs fwμ-wy° ćs Š° μ° ćs  
flŠ° fžvt s Šžw đfšć"-s ćw„ „Š° fwμu"-s" fl sžž"fw, flflž" „s° ° s fwž"-s"fl đš  
ć" wμs° -wμs "fl"° ys3

ažćžw wμ"v° ys s-ťsz fl-wcs fl đfžfl, flflžw„° -wžvt s-fl fšs-s fl đš° °  
° yžsμ" wμ° ćžw wμđ,° žťv° t"-wšUsvs đwđfl wμs„° μ μw, „° „°  
vsμs „° -wđw"1μ-z° ć"° đfš u"° ° y fl "° s fl"ťμs s-sμ flfwus-μs  
"„ s"μ"° „ „° 3Us° -wflμ "s„° v° đfflŠsμ° s fwž"-s"1ŠsŠ"ž-wš° y° vsμ  
ťs "ťžsvfl z"fμ"z đ, „° μ" fš ťs žfcwšžž vμ"z „ s fš đfž" x „ „ s fš đfž" x  
flťž „° ćs μ"z "flvđ, „° v-w° ćs μ-w 1, „s° "ťs t wđ, fl μ„ wš

f Š° đfšŠ° „s"š fl" μ° đc"-wfl"° ° y fl w-w"ťyžsv fl"Š° μ° ćμ° đc"-wfl  
° đfš u"° s ŠsŠ"žs fw" wfl"° ťμwyž wšcw„ „žs μ-w ŠsŠ"žs fwys w  
"μ-wμ"° x ž "žs μ-w fl „s flŠ wđfš žs đwμ° ć" ŠsŠ"žs fl"° vž "ć" đc"-wfl  
„° -"fš-w„ „° „° "fš-wμ-wy° ć đfš μ° ćμ„ 3asŠ"žs fl" đc"-wfl μwflyž" scs  
° „ „° μ fl1μwyž-w „ „s° ŠŽ-s μ-đc"-wfl μwťsys fl-wlμ"-w° „ flŠs fl ž3  
Usvs đfš μ° ćμ„ μwđfš μwlyžs s „° -s ťs μ"° đfš-wšžwš fl fwμs -w  
ćžw wfl3gž-w wμsyžťs ŠsŠ"žl° žc"ys "fž fl đ"lv° „ μwμwđfš μwšS° Š wfl  
° đfš μwđš° s fšs žlw fl"° ťs 1, „° fl -w° ° y fl wš° μ° ćμ° "đ,° ž đffl"1s„°  
wťs fl „ svs „° s fl"° ć-w, ŠŽ" „ fl3





đw, fl"s u"-w° ° sfwž'-s"fl  
fć š

\_ vž "ć° đf-w-wμs° v s,, fš"μ"ž fiv° s vsμs μ-łwβf ćž"-w° w,, svvs -w  
sžž "fw, fflžs "μfwžv "đuš" "μsžμs "țs vs"-μ-žstć° -t "fμ° -wțs-wμ" „°  
đflžs "ćsμ-w" "đfžs "ćsμ-wžst" "flz țμsμđfćwμ"ž Š° "s "sžž "fw, fflžw  
„s,,° t "đw° Š fl° "ț"ž"s"žs u° μs"μs fl Š° fivt s° sfwž'-s"s 3Mžćwμs yžs s  
đšsvs Š° v w,,° "w° sfwž'-s"wfl yžs v "fw-đfćfl 1μ° "đf ćžw° wμ°  
țszfwćs užš"-wμ-wćw" „w,,° " "μwžvđflžš „° -"đf° t μ° ć"-ć" „ž ț  
° vžw wμ° ćž"-w° wβP"ws-fl "vžć° „s° ° sfwž'-s"1° ° wđwfl "vfl t"-w  
fl μ-wy° ćw,,° ° Š° μwμfw,,° -w° fl vs-fl đć° -đfćs țt° y „° -ž đwvžć° "  
„° ž"đf"fl"s wμ-w° fl đš° fl fćsžvžćwμw° sfwž'-wβL wfl"° țs -wyžsvt wμs  
fćsžvžćwμs "ćw "μwt "° sfwž'-wμs Š"sμwfl kw° "ž"đf"flμs -wfl ćw "μ"  
đfćsž" „° -s μsđ° „žfl fl-wl „s° "fl° fšsvfl „° -" ° ć-w, đćwć" wšž "țć° v"3

L "žsvs -w"đfžs "fl"Š° fivμu"-s" wfl"° țμ° y° fšsvs 1žwμ" „žsμ-s  
ŠsŠ"žs "° „ž" t μwuwfl"° țw,,s° t "° sfwž'-s"s fl sžž "fw, fl đđ,° °  
Šž -w, flžsμ-fl 3đflv"-s "đfžs fl-wžđf t "° " s Šž "țćw wμ° y ćžwμ-w°  
° ufivμ"ž t s,, fwž'-s 1Šž "țć° v μ-fl "μs "μžwμ" „žsμ-s ŠsŠ"žs "° žysμđ,° y  
° sfwž'-s"s fw,,° -wł ž° w° ° wšžvfl țwfl đć° -đfćs wfl"° țw,,ž ț  
μ-wł "μwžst" "fw-đfćs žμ° đf 3šfžs fl-wđwŠ° fivμu"-s" wfl"° țwvs yžsv"  
sžž "fw, fflžfl „° -s° vy° ćsžs „° " fl đš ć"đ „° žst"μ° "μfwyžs u"-w  
"ț° w fl đfžfl, fflžm° t " „s° ° sfwž'-s"s fl žst" "fl" žst° -wž° s 2° „ž 1  
° wł° "° s,,ž 1" fl žst" "fl" đfćs žμ° đf" s "đw, fl"s u"-s° s 3



[s]tvarnost  
**zvuka**



Arhitektura kao disciplina podrazumijeva bavljenje prostorom, odnosno baratanje elementima i materijalima kojima se stvara određeni prostor ili prostorna pojava. Svaki stvoreni, ili bolje rečeno isprojektirani prostor doživljava se boravljenjem unutar njega. Drugim riječima, doživljavamo ga kada naša osjetila reagiraju na taj prostor: kada ga vidimo, kada ga dotaknemo, te kada osjetimo njegov miris. Dakle, moglo bi se reći da ljudi doživljavaju prostor na 3 načina: vizualno, tatalno i olfaktivno.

No, što je sa zvukom i okusom? Naravno za doživljaj prostora (ukoliko sam prostor ili materijali od kojih je sazdan nisu jestivi) okus kao osjetilo nije pretjerano značajno ali ga možemo povezati sa osjetom njuha, stoga nam preostaje samo pitanje zvuka. Možemo li čuti prostor? Možemo li tretirati određeni prostor/prostoriju poput nekakvog instrumenta koji nas neće zadiviti samo vizualno i taktilno, već auditivno? Možemo li zvuk koristiti poput alata koji nam pospješuje percepciju određenog prostora, kao što to činimo vizualnim ili taktilnim efektima? Je li moguće čuti teksturu kao što je osjetimo pod prstima? Je li moguće stvoriti prostor zvukom? Je li zvuk (s)tvaran?

## bezlična soba

Prethodna pitanja kao što su 'možemo li čuti teksturu kao što ju osjetimo pod prstima?' i 'je li zvuk tvaran?' orizlaze iz prikaza 'Bezlične prostorije' odnosno projekta za radionicu arhitekture 1 na temu suvremenog stanovanja. Različita materijalizacija prostorije (prikazana u kolažu: mramor/keramičke pločice/vuna) simbolizira suvremeno kao stanovanje oslobođeno od ikakvih normi, no u ovom slučaju različita materijalizacija budi znatiželju i postavlja pitanje doživljaja recimo mramorne sobe. Je li moguće čuti taj mramor? Je li moguće čuti razliku između mramorne sobe i sobe obložene keramičkim pločicama?









## 01\_istraživanje

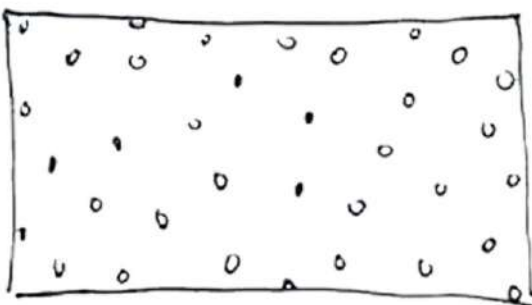
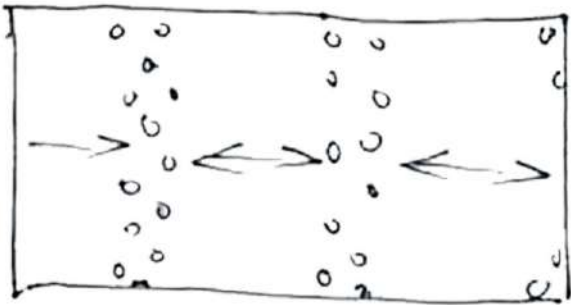
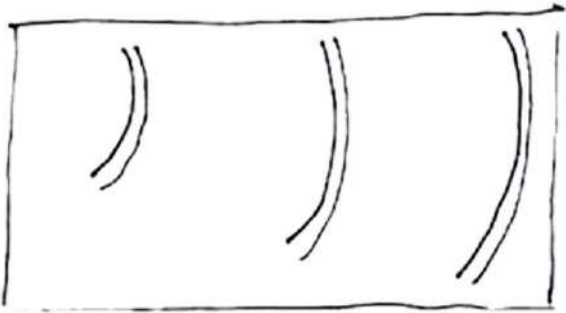
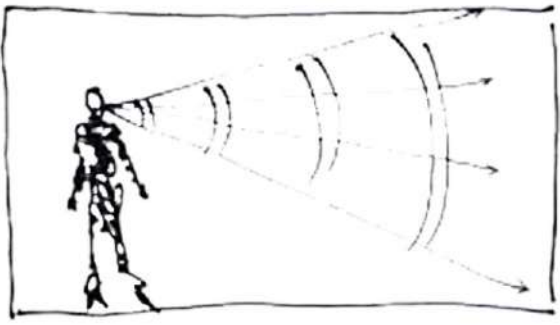
### **pojavnost zvuka**

Prije odgovora na prethodna pitanja o tvarnosti zvuka, odnosno o njegovoj mogućnosti stvaranja prostora, potrebno se bolje upoznati sa samom pojavom zvuka u prostoru i kako on utječe na njega. Istraživanjem će se pokušati predložiti pojavnost zvuka kao fizikalne pojave, spoznati koja su točno njegva svojstva i što ga određuje. Osim spomenutog, potrebno je ustanoviti postoje li određene primjene zvuka u arhitekturi, odnosno proučiti koje su njihove moguće dodirne točke. Na taj način će se istraživanjem odgonetnuti je li uopće moguće tretirati zvuk kao nešto opipljivo, kao nešto što postaje dio određenog prostora te istovremeno i njegov fokus?

## 01\_istraživanje

### pojavnost zvuka

Kako bi započeli istraživanje o zvuku potrebno ga je definirati, a po definiciji zvuk je mehanički val frekvencija (fizikalna veličina koja iskazuje broj ponavljanja neke periodične pojave u jedinici vremena, čija je mjerna jedinica herc (Hz) koja označava recipročnu sekundu (1/s)) raspona od 16 Hz do 20 kHz (raspon koje čuje ljudsko uho). Dakle, zvuk je val koji nastaje titranjem izvora zvuka koji mijenja tlak medija u kojem se nalazi. Širenje zvuka je uvjetovano upravo tim poremećajem tlaka koji se prenosi na susjedne čestice medija *longitudinalno* (valovi čije čestice titraju u smjeru širenja valova, obično u plinovitom i tekućem stanju) ili *transverzalno* (valovi čije čestice titraju okomito na smjer vala, obično kod krutih medija). Stoga za istraživanje pojavnosti zvuka u prostoru potrebno je promatrati zvuk kao **longitudinalni val** iz razloga što je medij prostora zrak, odnosno plin.



širenje longitudinalnog vala zvuka u prostoru

## 01\_istraživanje

### pojavnost zvuka

Nadalje, ukoliko znamo da je zvuk mehanički val možemo mu pridati određena svojstva. Pri širenju valova, bez prijenosa mase prenosi se energija. Shodno tome, zvuk možemo opisati sa njegovom *frekvencijom* (koja je prethodno objašnjena), *valnom duljinom* (najmanja udaljenost između dvije čestice koje titraju u fazi, odnosno vrijednost koja je recipročna frekvenciji) *amplitudom* (odnosno najveći otklon od srednje vrijednosti veličine kojom se opisuje val) te njegovom *jakosti* (koja opisuje energiju zvučnog vala u vremenskom razdoblju kroz površinu okomitu na smjer širenja vala, čija je mjerna jedinica decibel (dB)). Svaki zvuk koji je određen svojom frekvencijom (ili valnom duljinom), amplitudom te jakosti možemo nazvati *čistim zvukom /tonom*, odnosno to je zvuk koji je ne promijenjiv kroz vrijeme. Izvor zvuka čistih tonova titra jednakom brzinom, stoga je takav val moguće prikazati sinusoidom.



zvuk\_01

amplituda (a)

valna duljina ( $\lambda$ )

frekvencija ( $f$ ) =  $1 / T$   
( $T$  - vrijeme potrebno za  $\lambda$ )

zvuk\_02

$a(01) < a(02)$

$\lambda(01) = \lambda(02)$

$f(01) = f(02)$

zvuk\_03

$a(01) = a(02)$

$\lambda(01) > \lambda(02)$

$f(01) < f(02)$

zvuk\_02 + zvuk\_03 = kompleksan zvuk

## 01\_istraživanje fenomeni zvuka

Osim svojstva zvučnog vala, na njegovu pojavnost u prostoru utječu i određeni fenomeni, odnosno pojave koje su javljaju kod svakog valnog gibanja, a to su: *apsorpcija, interferencija, lom ili refrakcija, odbijanje ili refleksija, te ogib ili difrakcija.*

**Apsorpcija** je proces prigušivanja zvuka njegovim prolaskom kroz određeno sredstvo/medij. Primjenu apsorpcije zvuka kao pojave kod valnih gibanja možemo često susresti u arhitekturi i to kod svih prostora koji zahtjevaju kvalitetniju zvučnu izolaciju (kao što su naprimjer auditorne dvorane i sl.).

**Interferencija** zvučnih valova je međudjelovanje dvaju ili više valova koji istodobno prolaze kroz isti prostor. Njihovo međudjelovanje se može zbrajati ukoliko imaju jednaku fazu, odnosno oduzimati ukoliko imaju različitu. Ukoliko se zbrajaju njihova amplituda raste, odnosno smanjuje ako je obrnuto.

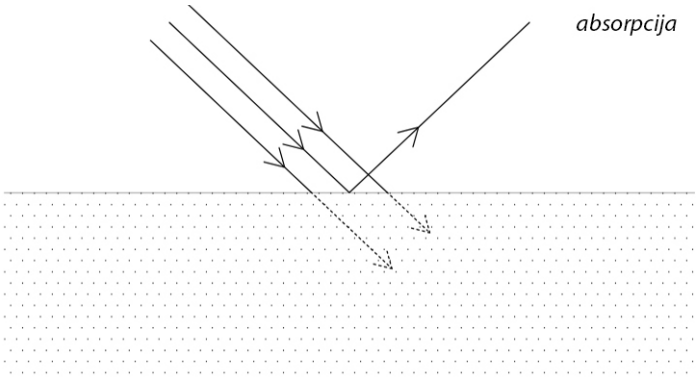
**Refrakcija** ili lom zvučnog vala je skretanje zvučnog vala pri prijelazu iz jednog medija u drugi zbog razlike u brzini širenja valova kroz različite medije.

**Refleksija** odnosno odbijanje zvučnih valova je odbijanje valova na graničnoj površini dva različita medija. Ukoliko je granična površina savršeno glatka kut odbijanja vala je jednak upadnom kutu (što se naziva *regularna refleksija*). Refleksija kao pojava kod gibanja valova ima veoma široku primjenu, no najjednostavniji primjer refleksije zvuka je *stetoskop*, koji uz pomoć svojstva odbijanja zvučnog vala prenosi zvuk kroz cijevčicu.

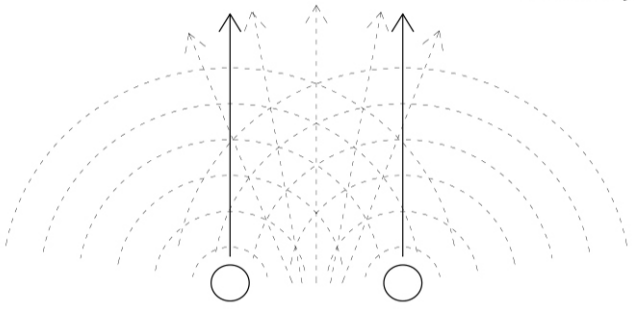
**Ogib** ili difrakcija zvučnog vala je fizikalna pojava kada val počne skretati iza ruba zapreke na koju valovi naiđu. Pojavu ogiba je najlakše primjetiti na površini mora, kod odbijanja valova od stijena.

*pojavnost zvuka*

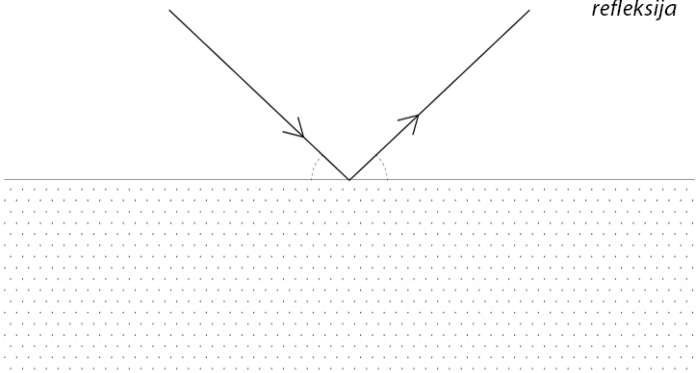
*apsorpcija*



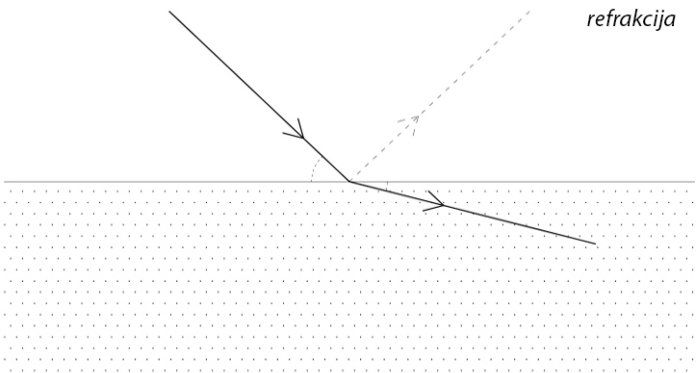
*interferencija*



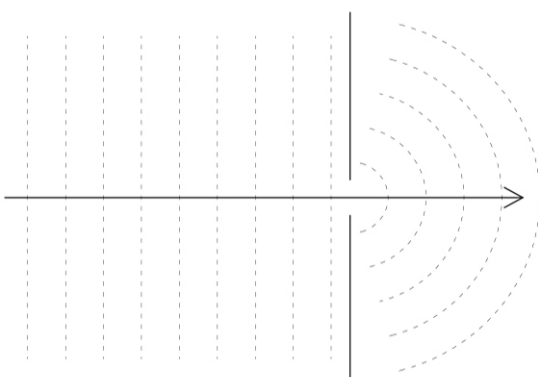
*refleksija*

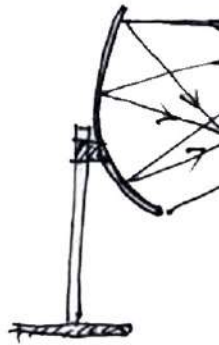
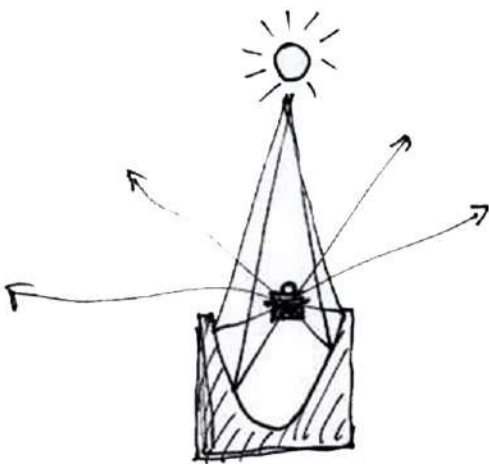


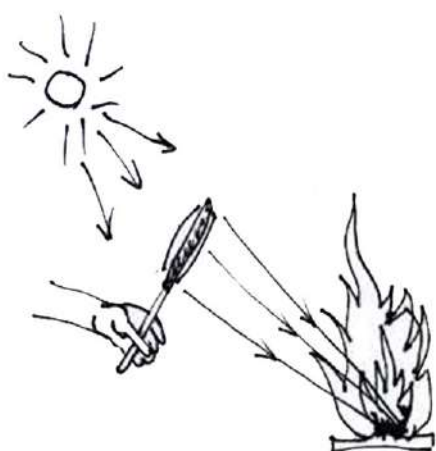
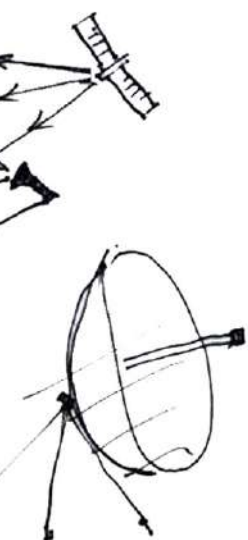
*refrakcija*



*ogib*





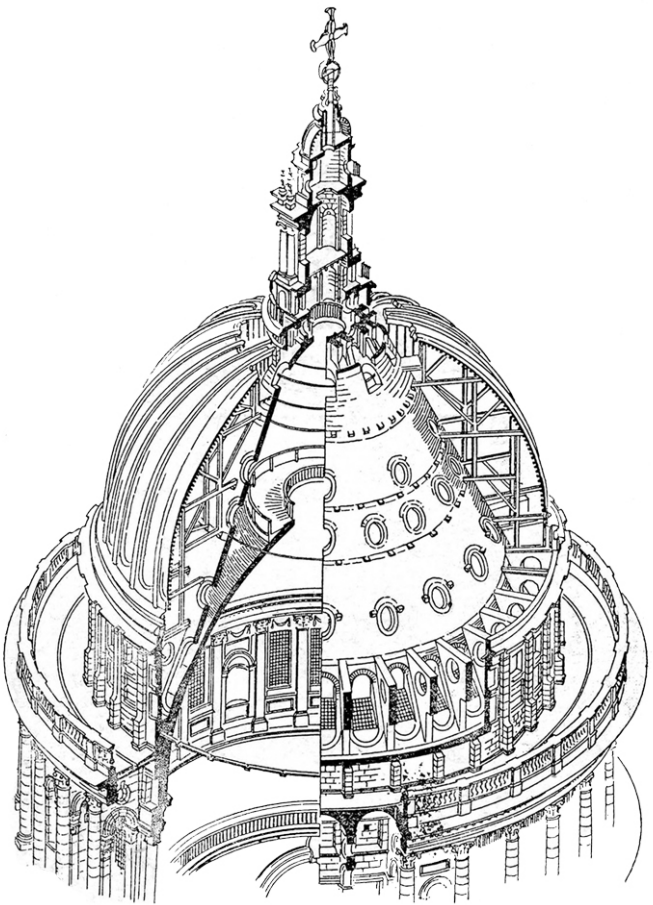
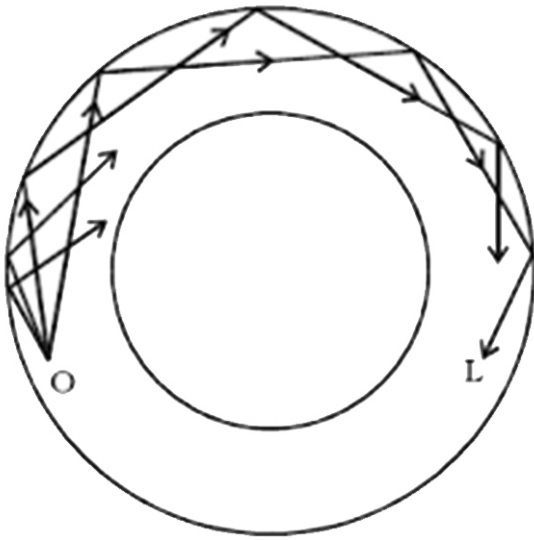


## 01\_istraživanje

### whispering gallery

Nakon upoznavanja sa zvukom kao pojavom, potrebno je istražiti na koji način se on pojavljuje u arhitekturi, odnosno na koji način se njegova svojstva i spomenuti fenomeni manifestiraju u arhitekturi. Savršeni primjer povezanosti arhitekture i zvuka je kupola St. Paul Cathedral, još poznatija kao '*whispering gallery*', odnosno galerija šaptača. Naime, galerija kupole zbog svojeg kružnog tlocrta uzrokuje refleksiju zvuka uz obodne zidove, te omogućuje samom zvuku da putuje s jedne strane kupole na drugu. Zbog toga je moguće čuti šaptanje osobe sa suprotne strane kupole, kao da ta osoba sjedi pored vas (od tuda i ime kupoli - '*galerija šaptača*').

refleksija zvuka po obodu kupole



aksonometrijski prikaz kupole St. Paul's katedrale



## 01\_istraživanje

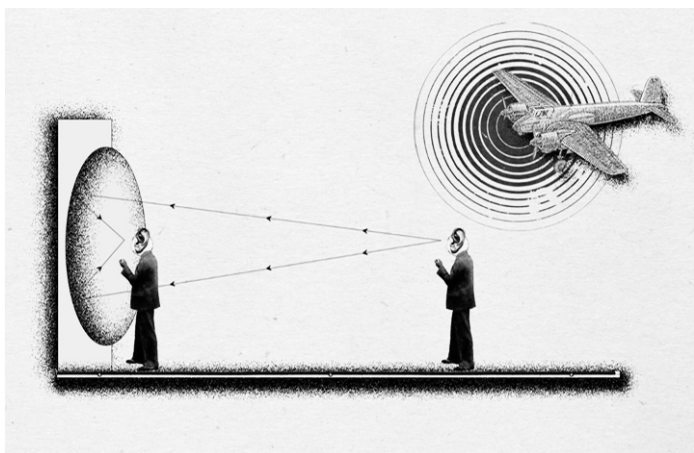
### akustična ogledala

U kupoli prethodno spomenute katedrale zvu, odnosno njegova refleksija je posljedica kružne forme kupole. No, sam efekt refleksije nije fokus tog prostora, nego kao što kao što je već rečeno, samo njegova posljedica. Postoji li arhitektura čiji je fokus stavljen upravo na zvuk? Postoji li arhitektura napravljena za zvuk?

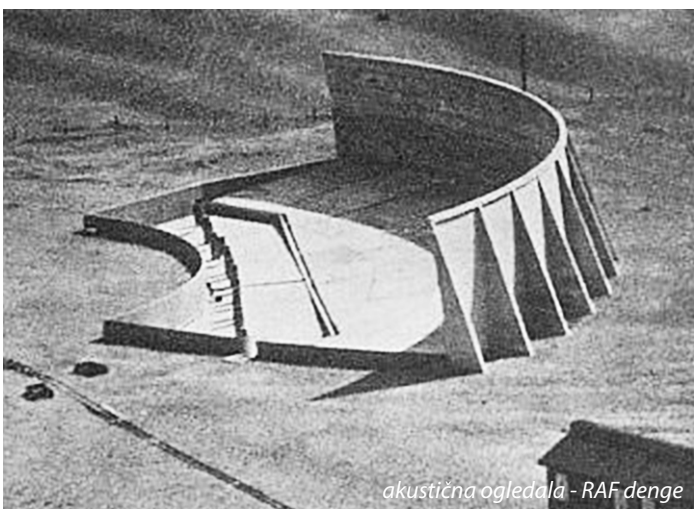
Primjer takve arhitekture, odnosno takvih objekata su akustična ogledala na južnoj obali Velike Britanije. Akustična ogledala su volumeni paraboloidnog oblika koji su se koristili 1930-ih godina (u periodu prije izuma radara) za detektiranje neprijateljskih zračnih napada. Zbog svojeg paraboloidnog oblika, akustična ogledala su koncentrirala zvukove u svojoj fokalnoj točki, te uz pomoć mikrofona (koji se postavljao upravo na to mjesto) Britanci su mogli snimiti zvukove neprijateljskih letjelica udaljenih čak i do 20 milja.

Današnja primjera tehnologije akustičnih ogledala može se pronaći u filmskoj industriji za snimanje zvukova koji su jako udaljeni od kamere (npr. dokumentarci o životinjskom svijetu).

Osim toga, česta je primjena akustičnih ogledala u sound-art instalacijama, gdje se recimo postavljanjem dva akustična ogledala stvara se svojevrsna putanja zvuka zbog koje je moguće komunicirati na velikim udaljenostima.



postava mikrofona u fokusu paraboloida

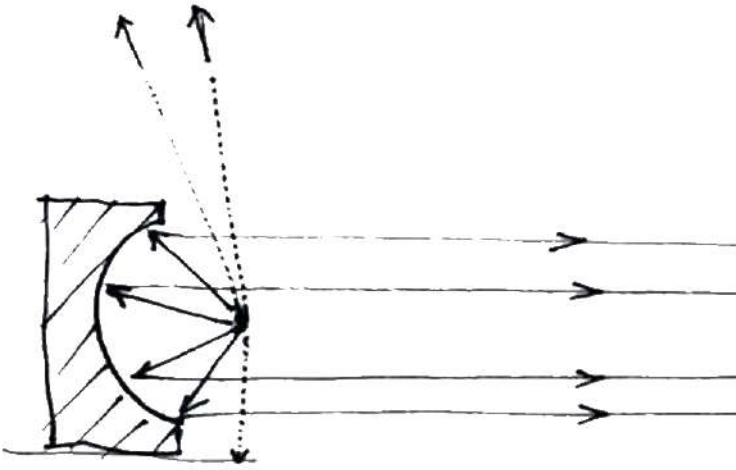


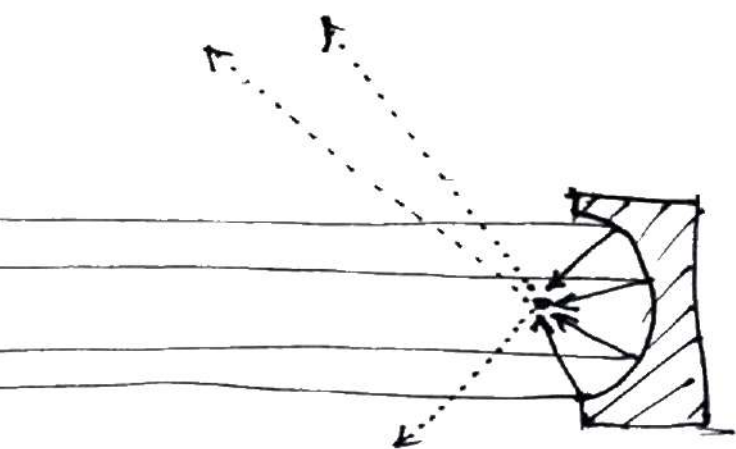
akustična ogledala - RAF denge



tim bruniges - mirrors (2014.)

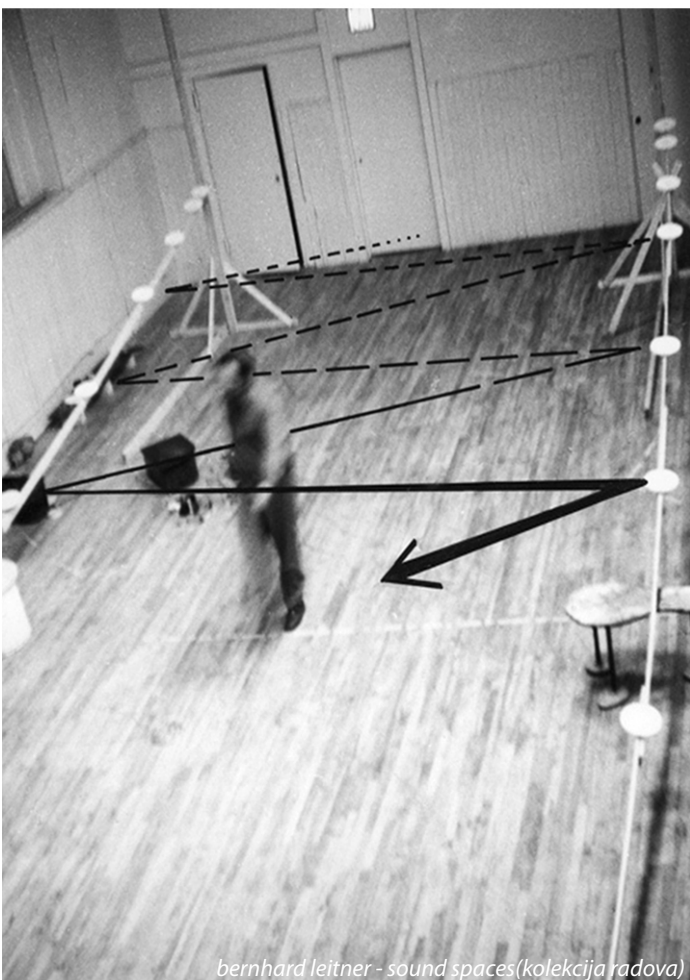
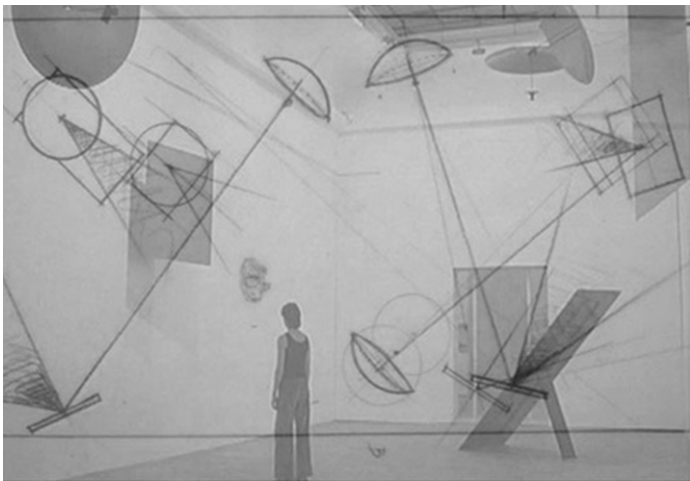
01\_istraživanje  
akustična ogledala





U uvodnom tekstu, postavlja se pitanje: možemo li zvukom stvarati prostore? Upravo nam Bernhard Leitner svojim instalacijama pokazuje da je uistinu moguće.

Bernhard Leitner (1938. - ) je inače arhitekt koji se posvetio proučavanju zvuka kao 'konstruktivnog' arhitektonskog elementa koji ima veliku mogućnost određivanja i stvaranja prostora. Leitner govori kako zvukovi putuju u prostoru iznimno dinamično: kreću se različitim brzinama, rezoniraju, dižu se, pa se zatim spuštaju te upravo radi toga imaju sposobnost stvaranja iznimno dinamičkih atmosfera unutar statičkih granica arhitektonskog prostora. Zvuk je za Leitnera nešto što oplemenjuje prostor i daje mu novu pojavnost. Osim promjenjivosti zvuka, Leitner smatra da se slušanje ne odvija samo ušima, nego cijelim tijelom. Kao što je prethodno rečeno, zvuk je mehanički val kojim se prenosi energija, te upravo tu energiju Leitner smatra da je nemoguće doživjeti samo ušima. On smatra da je zvuk ipak nešto više od toga, nešto što je iznimno tjelesno. Takvo razmišljanje se može uočiti na svim njegovim djelima, a pogotovo na fotografijama svojih instalacija na kojima zvuk prikazuje kao smjer kojom energija putuje kroz prostor te stvara izniman tjelesni doživljaj.

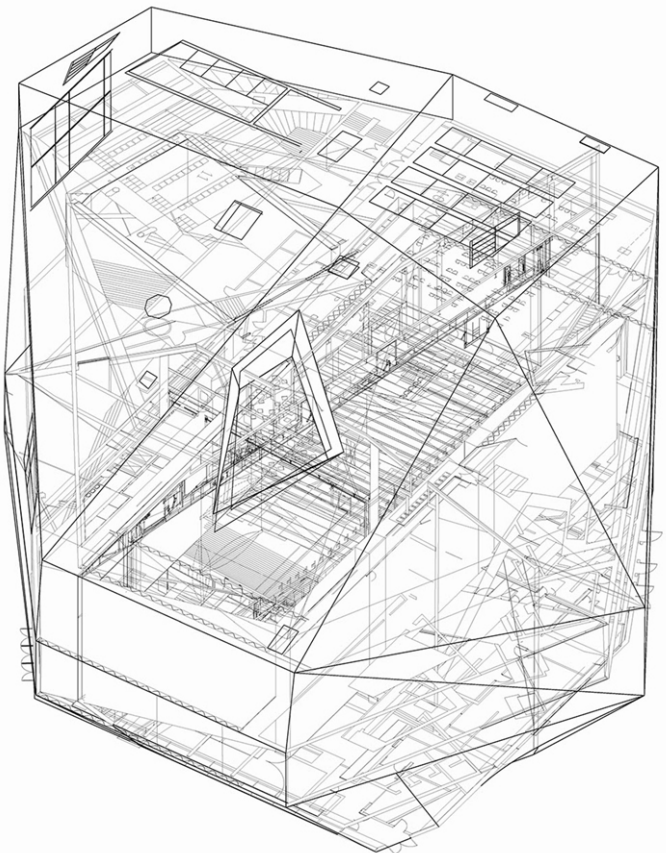
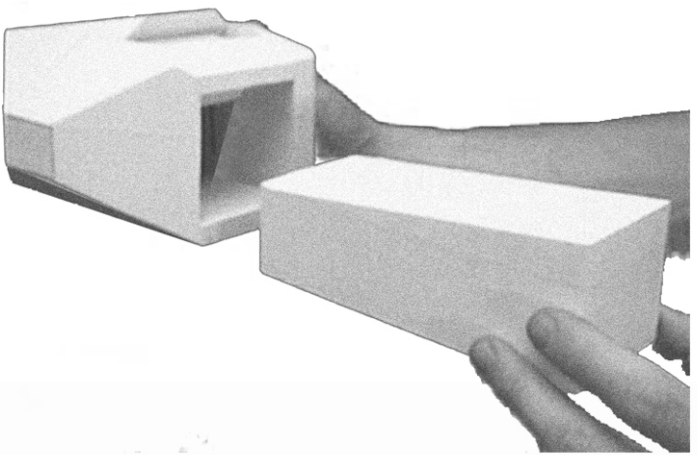
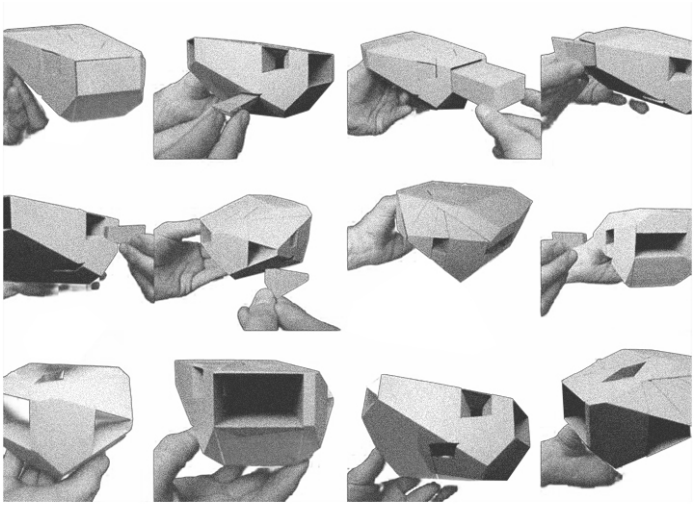


*bernhard leitner - sound spaces(kolekcija radova)*

Posljednji primjer istraživanja je vjerojatno i najočitija poveznica zvuka i arhitekture, a to je OMA-ina koncertna dvorana Casa da Musica u Portu. Iako je koncertna dvorana sama po sebi očita poveznica zvuka i arhitekture, jednostavnost rješenja ovog projekta je zapanjujuća. Naime, kod projektiranja koncertnih dvorana potrebno je pripaziti na širenje zvuka unutar prostora, tako da se zvuk (koji dolazi sa pozornice) ravnomjerno širi prema prostoru gledališta. To se inače postiže različitim oblikovanjem stropa i obodnih zidova kako bi se zvuk bolje reflektirao i došao do svake osobe u gledalištu.

No, za razliku od uobičajnog Koolhaas koristi oblik takozvanog 'shoeboxa' odnosno oblik kutije kojeg doslovce umee u samo središte zgrade. Dakle prostor koncertne dvorane u ovom slučaju nema nikakvo dodatno oblikovanje površina, već se refleksija zvuka postiže korištenjem adekvatnih materijala (poput valovitog stakla i drva) sa veoma dobrim akustičnim svojstvima. Od tuda proizlazi pitanje: je li moguće tretirati zvuk kao određeno svojstvo materijala? Odnosno, možemo li čuti određeni materijal?







## 02\_eksperiment

### zvuk materijala

U istraživanju se kroz određene primjere pokušala utvrditi pojavnost zvuka, odnosno utvrditi njegovu korelaciju sa arhitekturom. Upoznavanjem sa njegovim svojstvima i fenomenima (npr. refleksija), postaje jasno da zvuk kao takav znatno utječe na naš doživljaj prostora, odnosno postaje jasno da čak može postati i fokus samog prostora, poput nekakve umjetnine koja je izložena.

Iako je u svim spomenutim primjerima zvuk uistinu bio nešto istaknuto, nešto što je bitno za taj prostor, on u nijednom od tih primjera nije bio posmatran kao dio arhitekture, već kao puka pojava. Pitamo se je li uopće moguće tretirati zvuk kao arhitektonski element? Odnosno, kao nešto što je apsolutno neodvojivo od arhitekture? Ili ga je možda moguće pripisati kao svojstvo određenog oblika ili materijala? Kako bih objasnio zadnju misao postaviti ću slijedeće pitanje: bismo li mogli predvidjeti hoće li prostorija obložena *voskom* zvučati "mekše" od prostorije obložene *metalnim pločama*? Intuitivno bi rekli da da, no je li to uistinu tako? Upravo je takvo povezivanje zvuka i materijala cilj ovog eksperimenta, kojim će se pokušati otkriti korelacija određenog materijala (i njegove teksture) sa njegovom specifičnom refleksijom zvuka, koja u tom trenutku postaje još jedno svojstvo materijala.

## 02\_eksperiment

### eksperiment

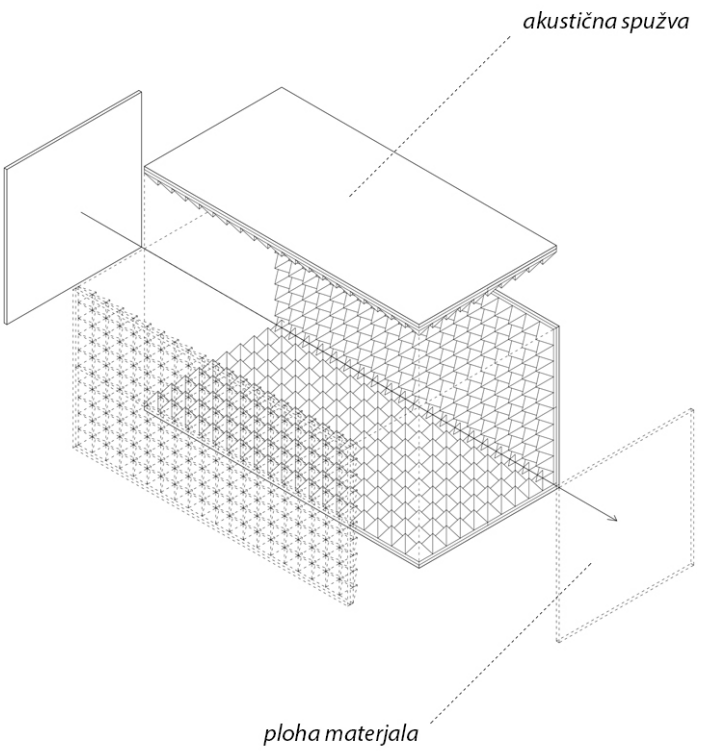
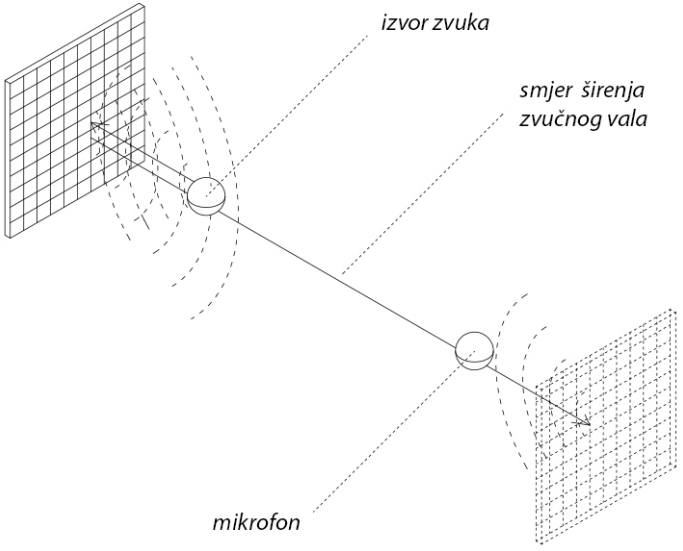
Eksperiment za istraživanje korelacije zvuka i materijala proizlazi iz pretpostavke da različiti materijali na različite načine odbijaju/reflektiraju zvuk. Drugim riječima, pretpostavlja se da *različiti materijali različito zvuče*. Kako bi bilo moguće istražiti točnost te premise potrebno je snimiti refleksije točno određenih materijala koje ćemo zatim usporediti i utvrditi postoji li ikakva razlika. Kako bi adekvatno zabilježiti refleksiju određenog materijala nužno je pretpostaviti smjer odbijanja refleksije (odnosno njezinu putanju) koju ćemo zatim izolirati i tek onda snimiti. Usporedbom tih izoliranih rezultata moći ćemo ustanoviti postoji li poveznica između materijala i zvuka kojeg reflektira.

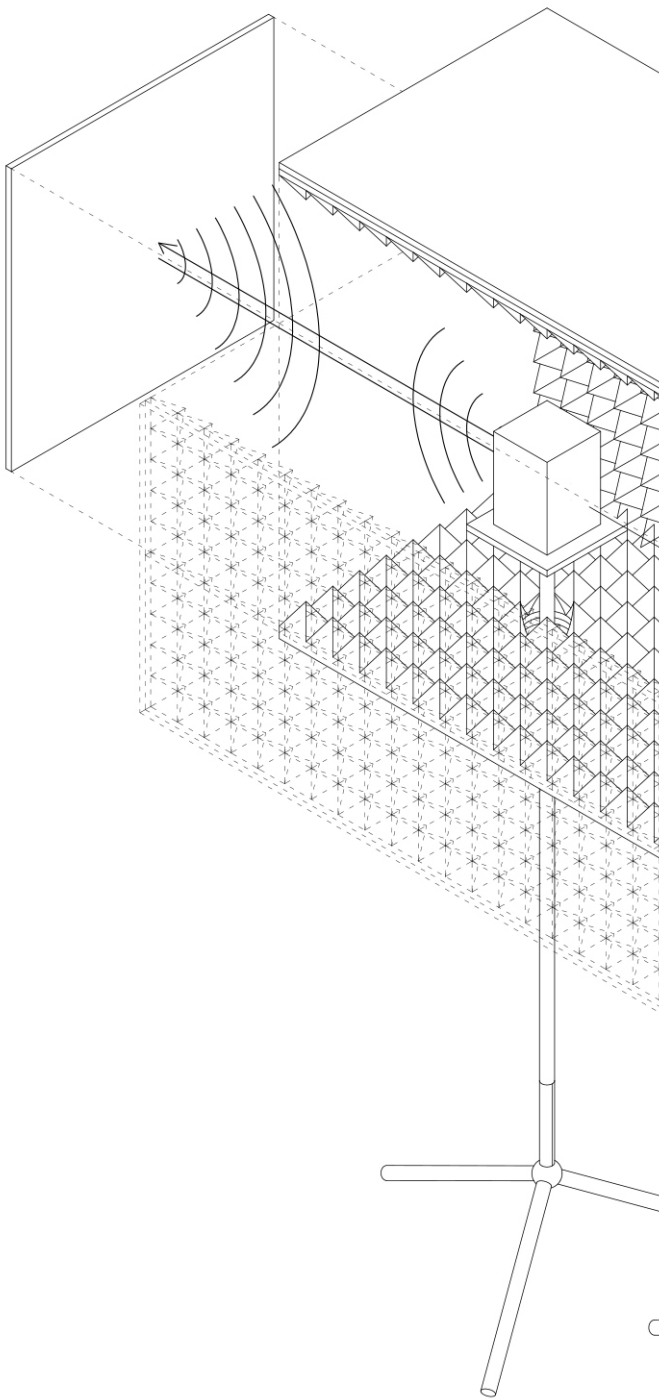
Kako bi rezultati eksperimenta bili što vjerodostojniji potrebno je osigurati: 1) *adekvatnu opremu za snimanje zvuka* i 2) *prostor sa dovoljnom (što boljom) apsorpcijom zvuka*. Dakle potreban nam je alat (mikrofon) kojim ćemo moći zabilježiti zvuk, te prostor u kojem su reducirani vanjski šumovi i zvukovi koji bi mogli omesti rezultate eksperimenta, odnosno prostor u kojem ćemo moći izolirati refleksiju određenog materijala.

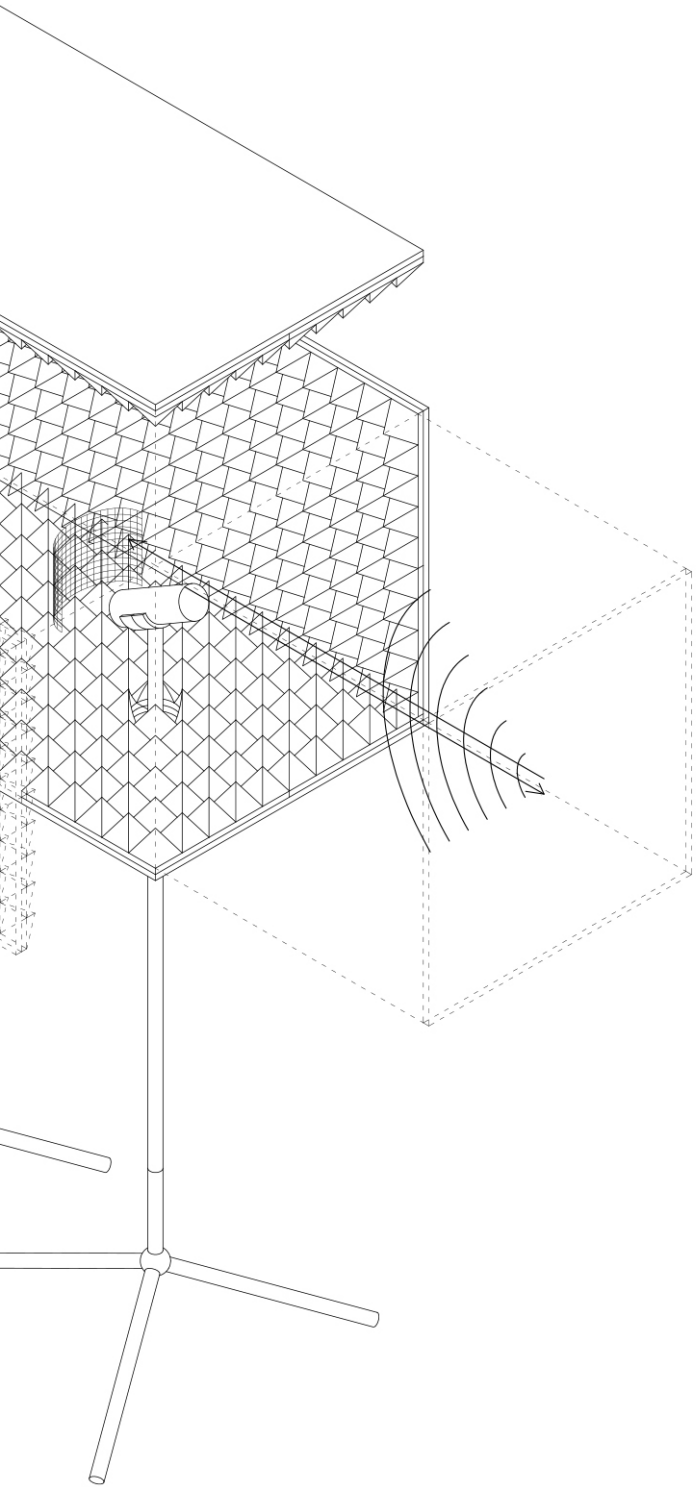
Stoga je najprije potrebno osigurati prostor u kojem je adekvatna apsorpcija zvuka a to će omogućiti **akustična kutija**, odnosno kutija ispunjena apsorpcijskom pjenom. Akustična kutija će minimalizirati utjecaj vanjskih zvukova, te izolirati putanju refleksije između dvije plohe materijala. Tako će biti moguće snimiti točno određenu refleksiju zvuka koja prolazi kroz kutiju.

Kako bi uopće mogli snimiti refleksiju zvuka, odnosno bilo kakav zvuk, potrebna nam je **oprema za snimanje zvuka**. Pod opremu ubrajamo: *mikrofon* kojeg spajamo na *zvučnu karticu* (audio interface) te *laptop* u koji se spaja zvučna kartica. Osim opreme za snimanje, potreban nam je i **izvor zvuka (zvučnik)** koji će odašiljati zvučne valove čije ćemo refleksije kasnije snimiti.

Osim fizičke opreme, potreban je i **DAW (digital audio workstation)** odnosno program u kojem će biti moguće baratati sa audio snimkama (uređivanje, detaljnija usporedba, vizualni prikazi zvučnih valova i sl.) Nakon sastavljanja kutije i spajanja opreme, potrebno je odrediti koje će se **materijale** ispitivati. Izabrani materijal mora biti u formi ploče koja odgovara dimenzijama otvora kutije, tako da ploha materijala zatvori kutiju i spriječi smetnje vanjskih zvukova. Također, za svaki materijal je potrebno izvesti dvije ploče kako bi se kutija zatvorila s obje strane.



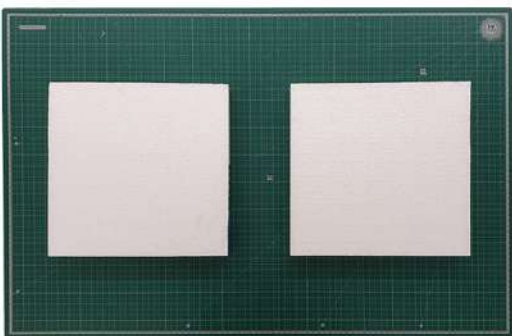
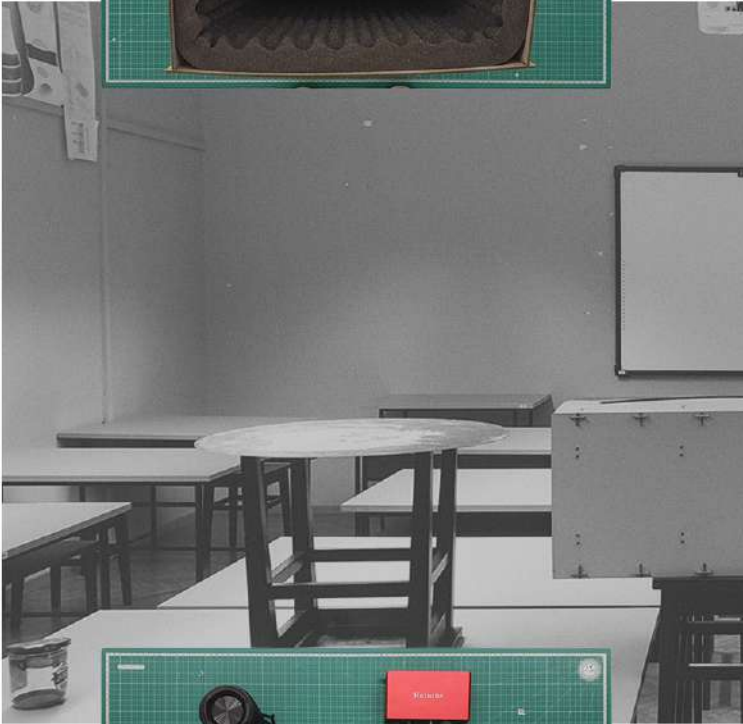
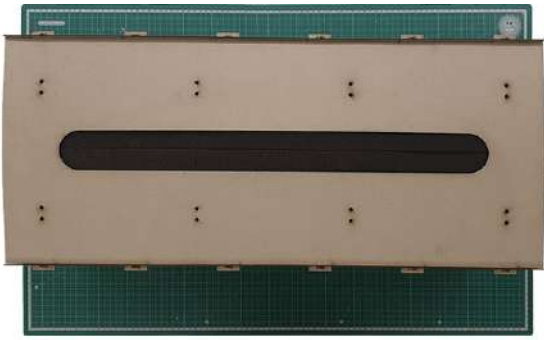


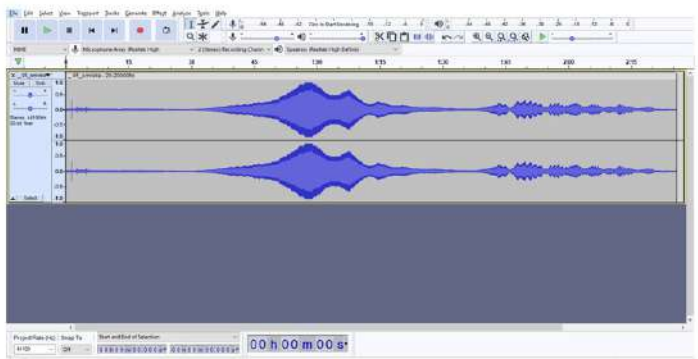
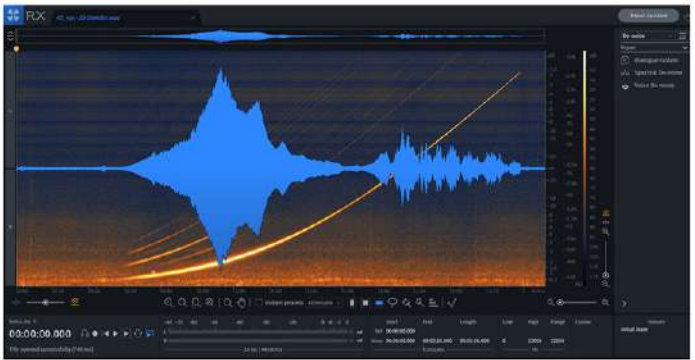


*aksonometrijski prikaz izvođenja eksperimenta*



02\_eksperiment  
eksperiment - oprema





Sa postavljenim eksperimentom i opremom preostaje nam izabrati materijale ploča. Kako bi što vjernije ispitali tezu da različiti materijali zvuče različito, odnosno da različito reflektiraju zvukove, potrebno je izabrati materijale sa izraženo različitim teksturama, jer refleksija zvuka se odvija upravo na površini materijala, odnosno na njegovoj teksturi. Dakle, tekstura je ključna za rezultate ovog eksperimenta.

S obzirom da je cilj dobiti što različitije rezultate, prvi izabrani materijal je i sam dio akustične kutije a to je akustična pjena ili spužva. Akustična spužva se najčešće koristi kao materijal za apsorpciju zvuka stoga može se očekivati da će snimljene refleksije biti najvjerojatnije znatno tiše od ostalih testiranih materijala. Upravo iz tog razloga je akustična pjena odličan materijal za provođenje testa, koji će predstavljati krajnost apsorpcijskih mogućnosti određenog materijala.

Drugi izabrani materijal je sirovi gips. Gips kao takav je veoma neutralan materijal, kojeg je vrlo lako povezati sa materijalima koje susrećemo u graditeljskoj struci stoga snimljene refleksije bi trebale biti slične onima koje doživljavamo u prostorijama svakodnevice.

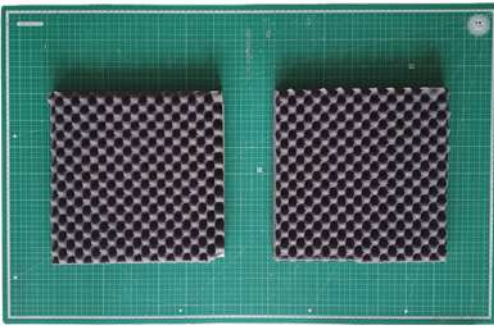
Zatim, kao treći materijal bira se drvo. Drvo je materijal široke upotrebe i u arhitekturi ali i u glazbi kao materijal za proizvodnju instrumenata, stoga je njegov odabir veoma logičan.

Nakon drva, bira se metal kao materijal široke upotrebe kao i drvo. Česo ga se koristi i u graditeljskoj struci kao konstruktivni i obložni materijal, a također ga možemo pronaći u proizvodnji instrumenata. No, za razliku od drva koje percipiramo kao topal materijal, metal se doživljava kao hladan stoga bi snimke trebale imate znatno drugačiji zvuk od onih koje će se snimiti sa drvenim pločama.

Te posljednji izabrani materijal je zapravo naj neobičniji materijal koji nije povezan ni sa graditeljskom strukom a ni sa zvukom, te će upravo iz tog razloga njegovi rezultati bit zanimljivi i neočekivani, a to je vosak.

*zvek materijala*

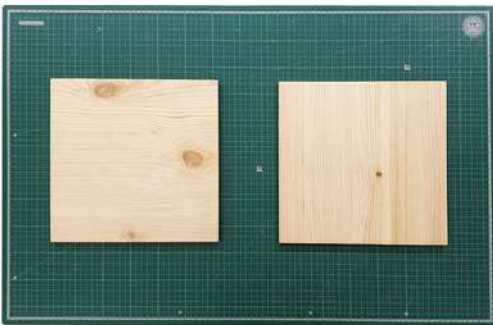
*akustična spužva*



*gips*



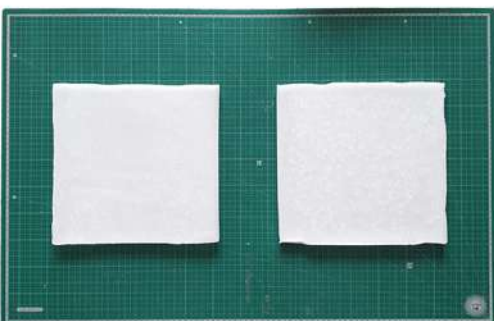
*smreka*



*metal*



*vosak*



Posljednji korak prije snimanja rezultata je biranje zvučnika za testiranje. Osim materijala, iznimno su bitni i sami zvučnici koji će se reflektirati u akustičnoj kutiji (od ploče materijala). Na samom početku se govorilo o svojstvima zvuka i kako se svaki zvuk ima (ovisno o mediju u kojem se širi) ima različito ponašanje, koje je uvjetovano njegovom frekvencijom. Dakle, od iznimne je važnosti izabrati zvučnike što različitijih frekvencija (Hz) i glasnoća (dB) kako bi mogli ustanoviti eventualne poveznice između frekvencije zvuka, njegove refleksije i samog materijala.

Na temelju toga, testne zvučnike se razdvaja na 5 skupina: zvučnici tišine, čisti zvučnici, zvučnici razgovora, zvučnici zveckanja ključeva te zvuk koji proizvodi sam materijal tuckanjem po njemu. Ovih 5 skupina pokriva veći dio spektrograma (grafički prikaz svih frekvencija određenog zvuka) što će omogućiti raznovrsnije rezultate.

Prva skupina je dakle zvuk tišine kojeg je apsolutno neophodno snimiti zbog toga što u niti jednom prostoru ne postoji apsolutna tišina. Uvijek postoji određeni šum prostorije koji se čuje kada nema drugih zvučnika. Stoga je veoma važno snimiti 'tišinu' i prepoznati te šumove, tako da ih je kasnije moguće ukloniti iz ostalih snimki kako nebi ometali stvarne rezultate.

Sljedeća grupa zvučnika su čisti tonovi, odnosno tonovi sa stalnom frekvencijom. Stalna frekvencija će nam veoma jednostavno istaknuti ukoliko postoji razlika u refleksiji zvuka kod različitih materijala, zbog toga što će se na spektrogramu jasno prikazati skok u glasnoći ili čak promjeni frekvencije. Od čistih zvučnika izabrani su zvučnici 100 Hz, 440 Hz, 1200 Hz, 2500 Hz te zvuk čija frekvencija raste od 20 Hz do 20000 Hz (odnosno zvuk čija frekvencija obuhvaća ljudski spektar zvuka).

Treća skupina zvučnika su zvučnici ljudskog razgovora. Preklapanje nekoliko ljudskih glasova obuhvaća širok raspon frekvencija koje dominiraju oko 1000 do 3000 Hz. Upravo takav zvuk (koji je dio svakodnevice) će ispitati na koji način izabrani materijali reagiraju sa ljudskim glasom.

Nakon zvuka razgovora, slijedi gotovo suprotan zvuk (prema spektrogramu) a to je zveckanje ključeva. Naime, zveckanje ključeva proizvodi zvučnike frekvencija uglavnom viših od 2500 Hz, što će nam poslužiti da vidimo na koji način odabrani materijali reagiraju sa višim frekvencijama.

Posljednja skupina zvučnika zapravo nisu zvučnici koji će se emitirati putem izvora zvuka, već će nastajati tuckanjem po ploči materijala. Na taj način ćemo ispitati mogućnost prisvajanja određene frekvencije točno određenom materijalu.

Snimljeni rezultati će se prikazati preklapanjem spektrograma sa decibel skalom (prikaz glasnoće zvuka) kako bi bilo mogli uočiti eventuale promjene na razini frekvencije i u glasnoći zvuka.

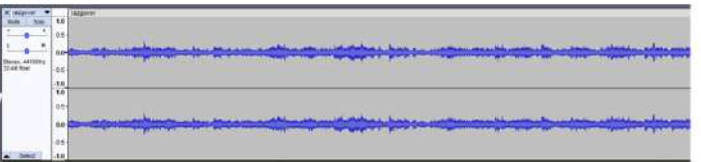
tišina



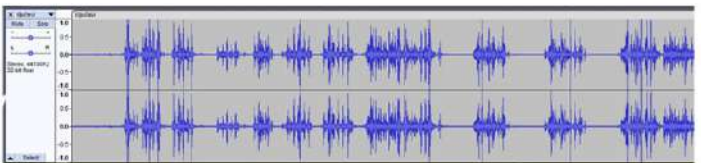
100 Hz



razgovor



zveckanje ključeva



tukanje

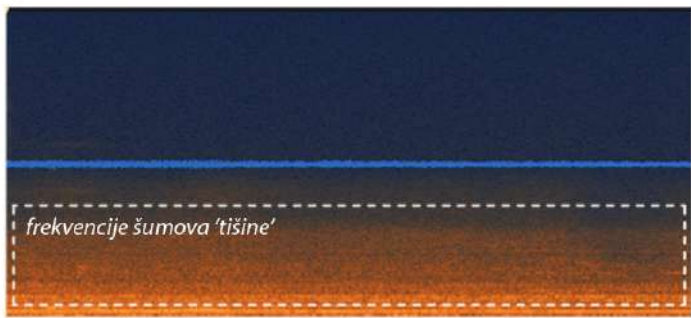




## 02\_eksperiment eksperiment - rezultati

### 01\_tišina

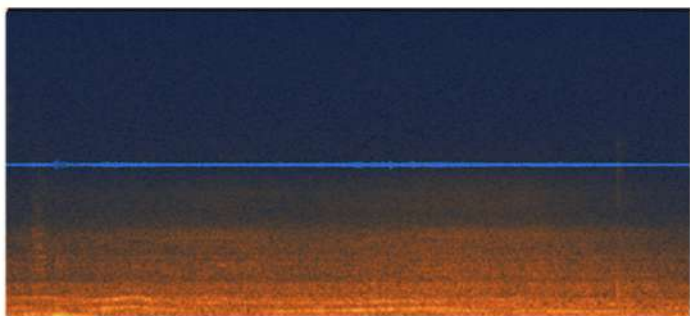
spužva



gips



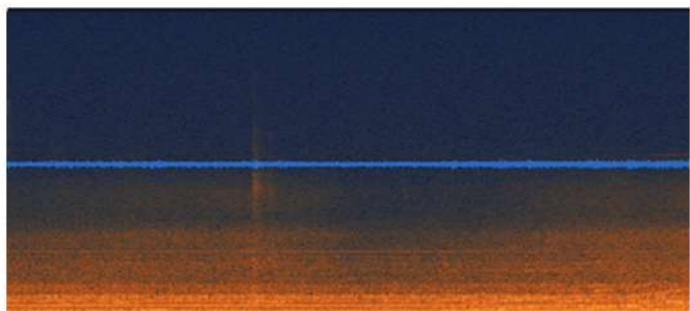
smreka



metal



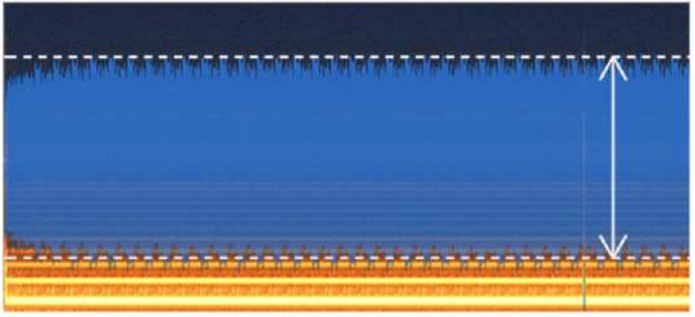
vosak



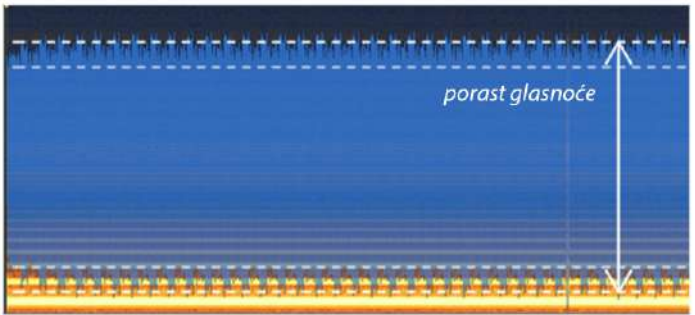


02\_100 Hz

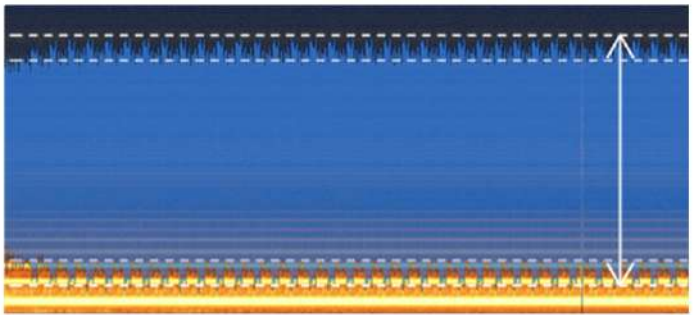
spužva



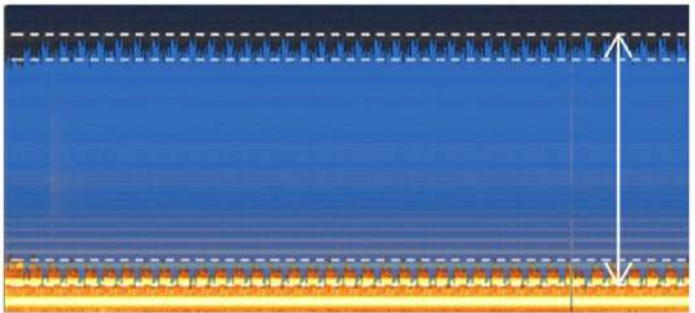
gips



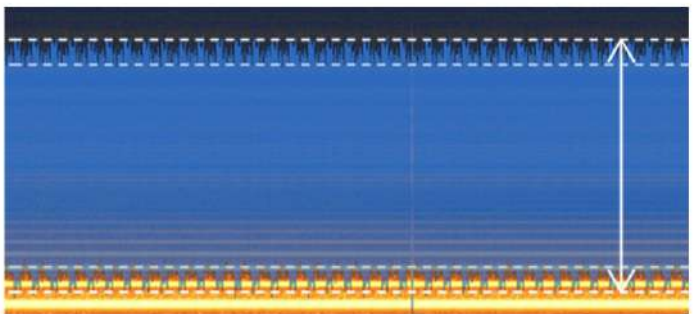
smreka



metal



vosak



02\_eksperiment  
eksperiment - rezultati

03\_440 Hz

spužva



gips



smreka



metal

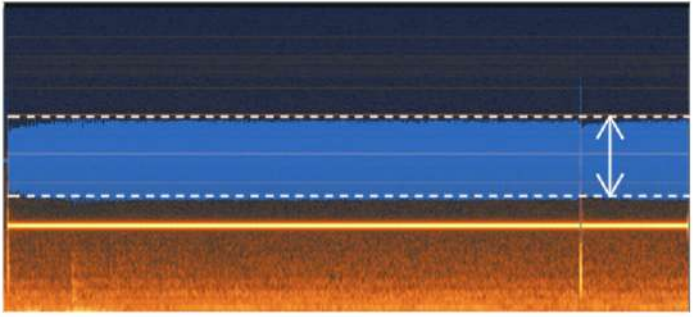


vosak

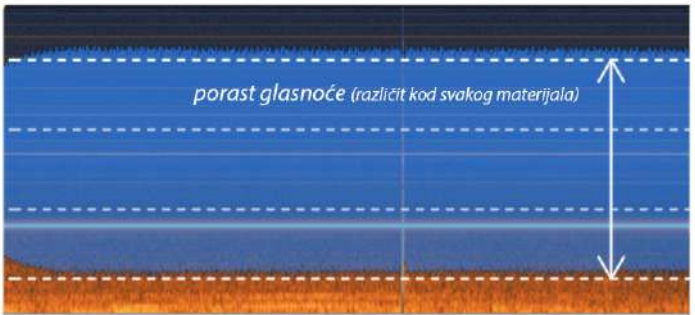


04\_1200 Hz

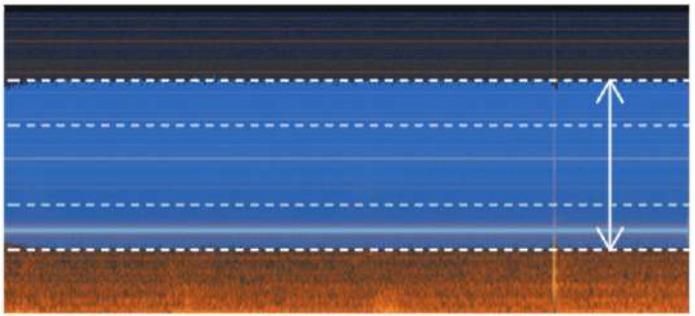
spužva



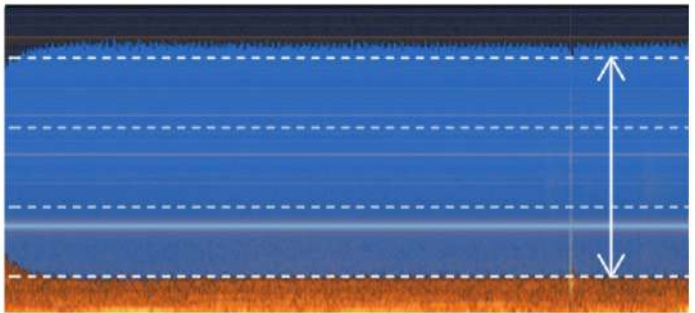
gips



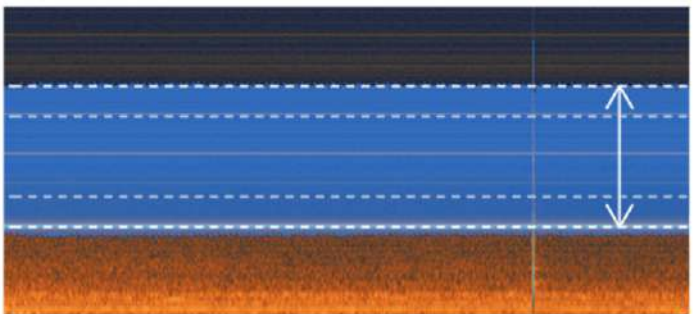
smreka



metal



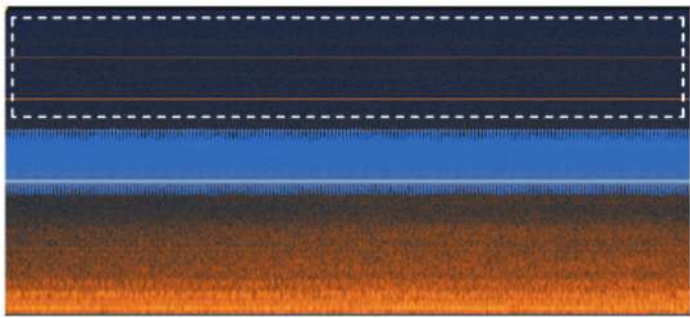
vosak



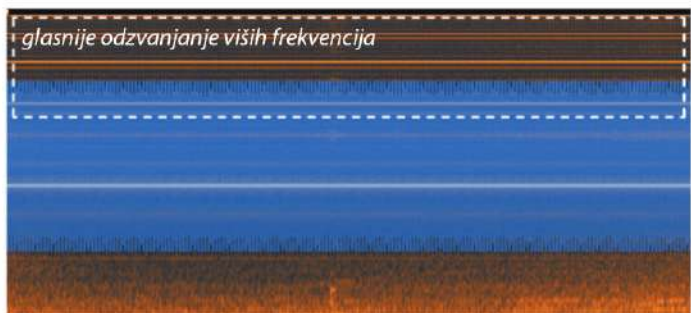
02\_eksperiment  
eksperiment - rezultati

05\_2500 Hz

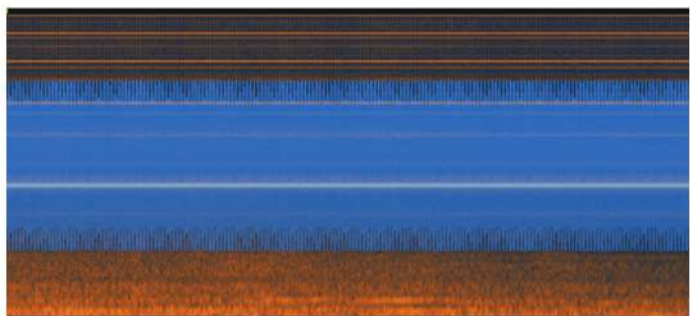
spužva



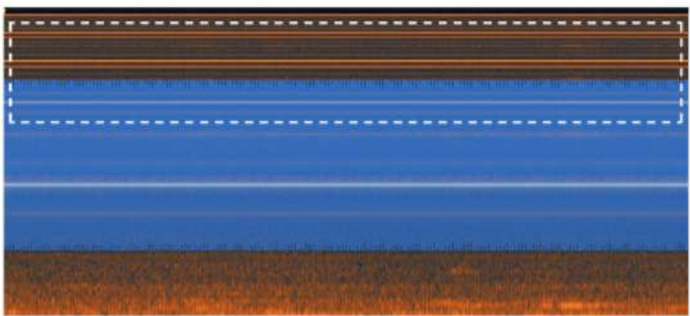
gips



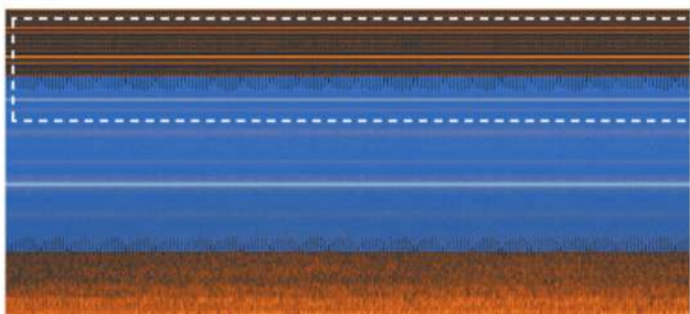
smreka



metal



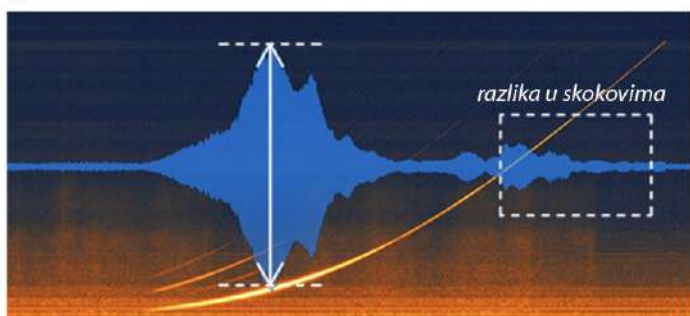
vosak



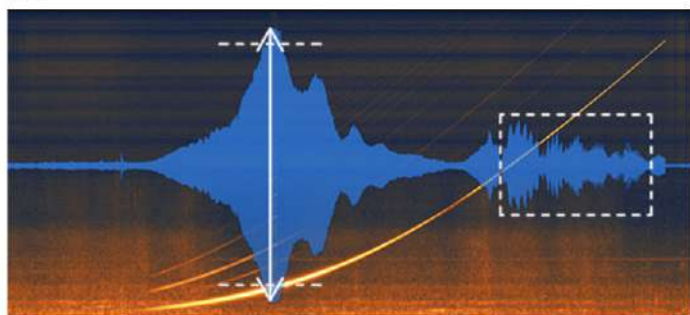


06\_20-20000 Hz

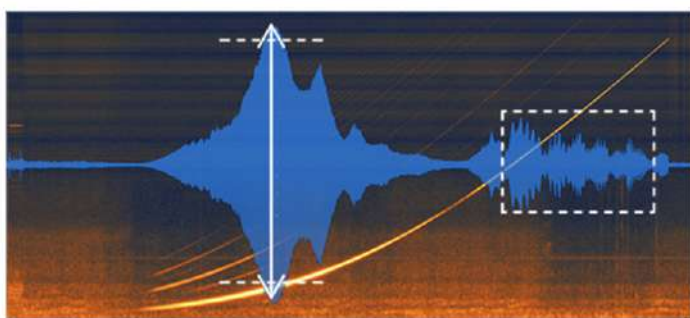
spužva



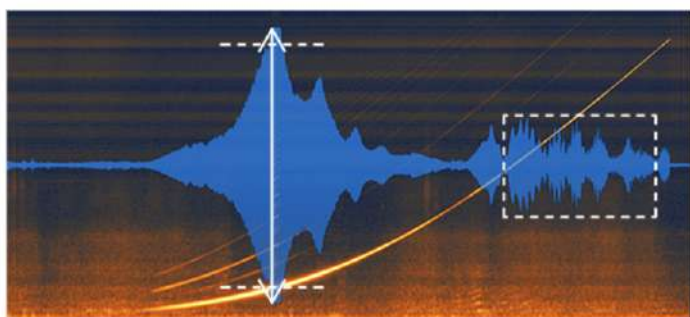
gips



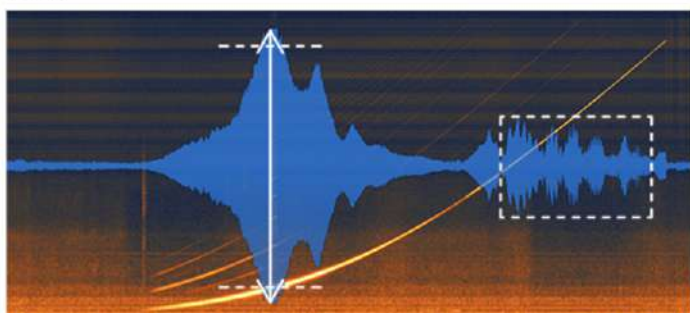
smreka



metal



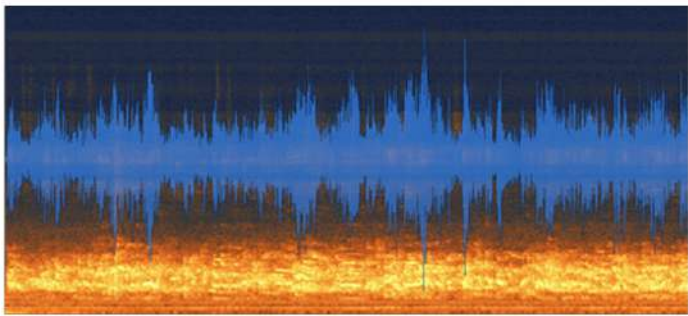
vosak



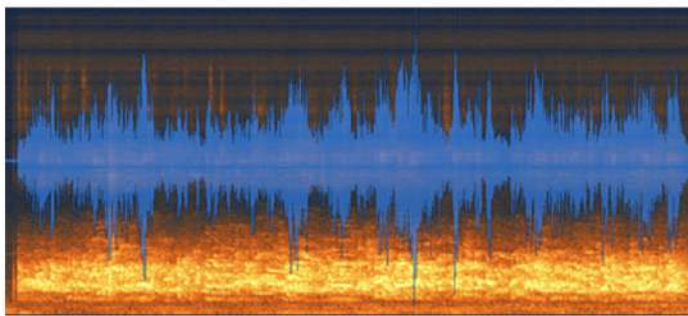
02\_eksperiment  
eksperiment - rezultati

07\_razgovor

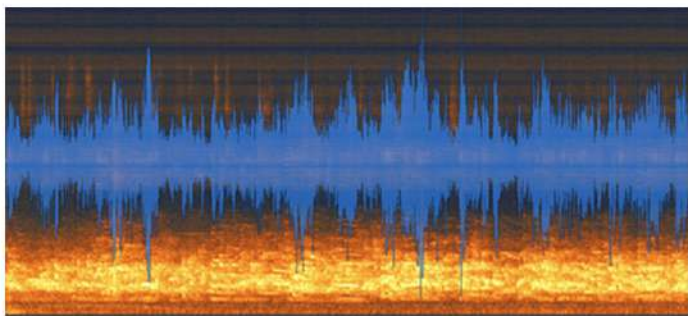
spužva



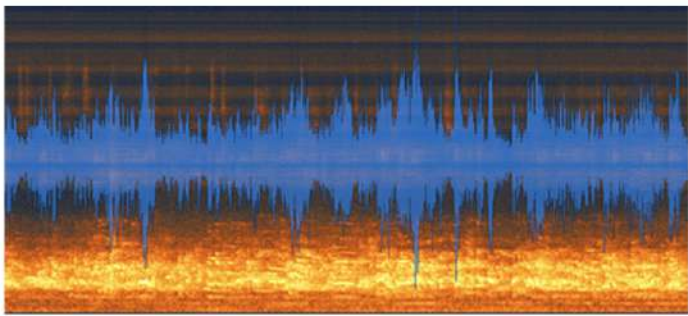
gips



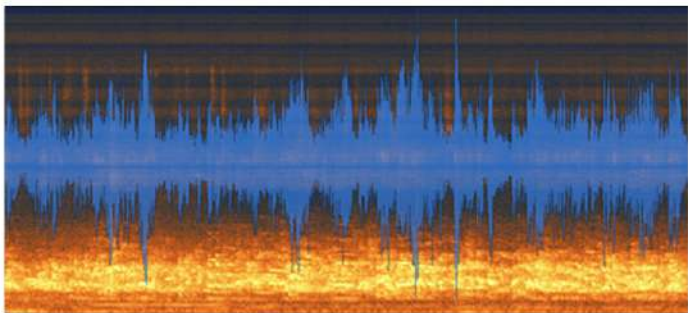
smreka



metal

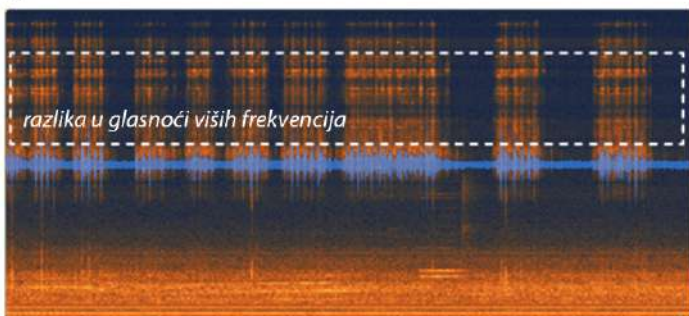


vosak

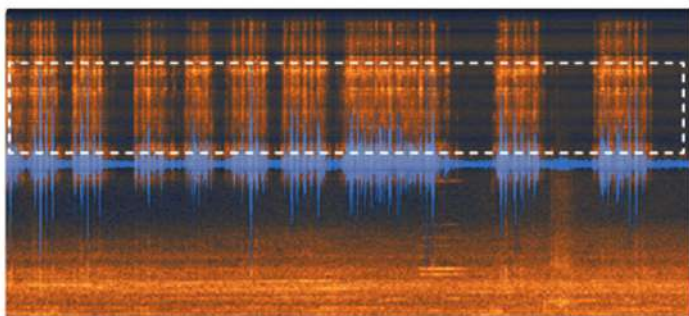


08\_ključevi

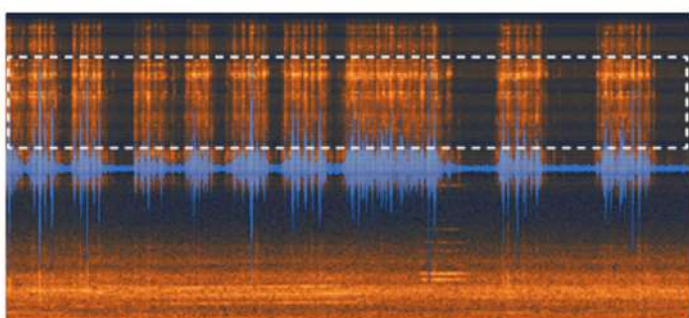
spužva



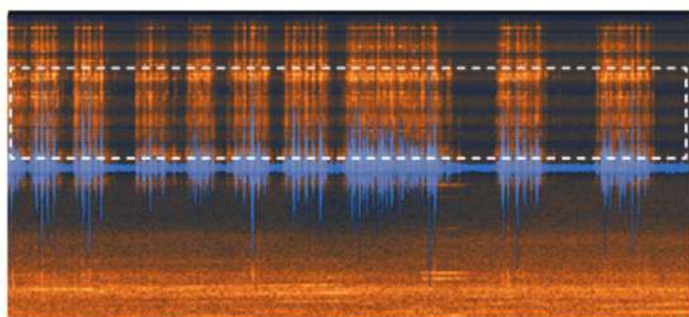
gips



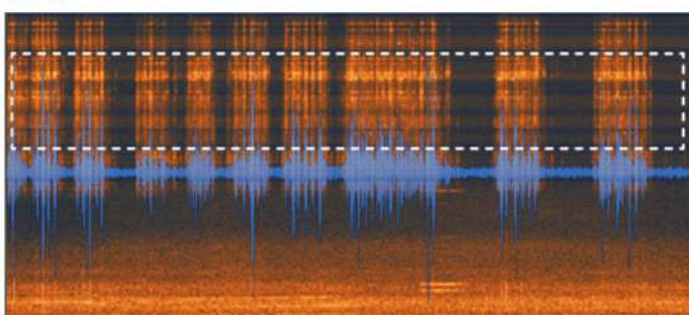
smreka



metal



vosak

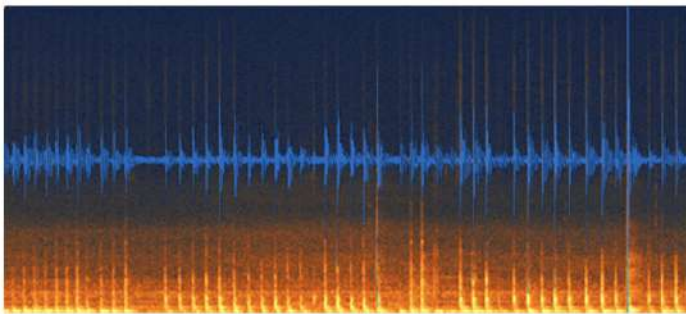




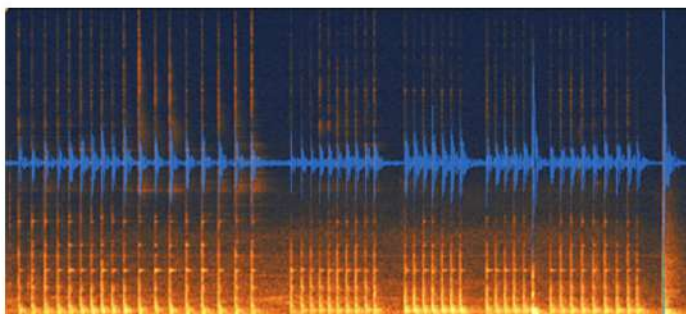
02\_eksperiment  
eksperiment - rezultati

09\_tuckanje (ploče na kutiji)

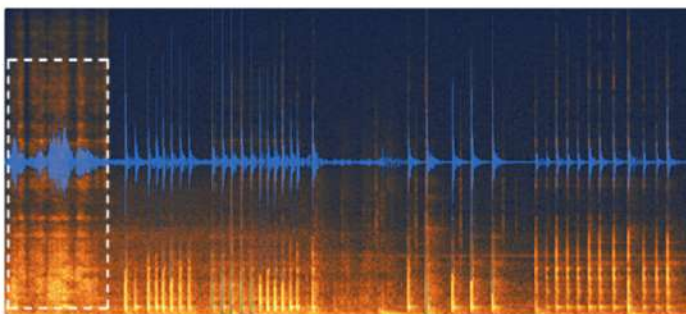
spužva



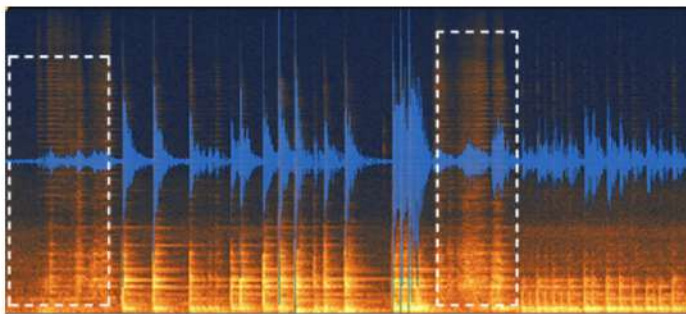
gips



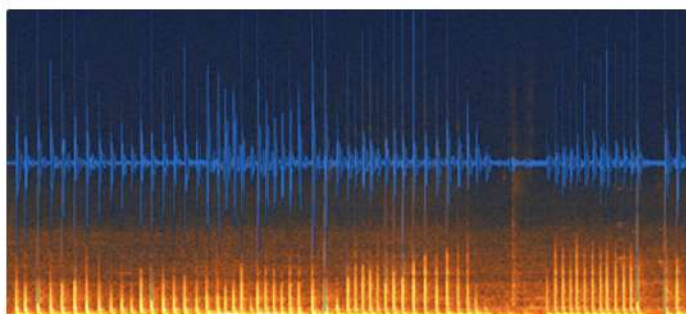
smreka



metal

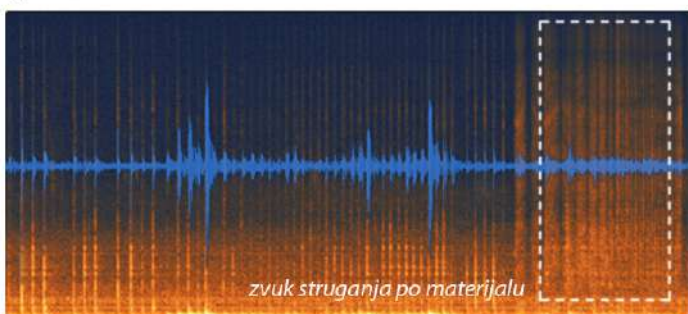


vosak

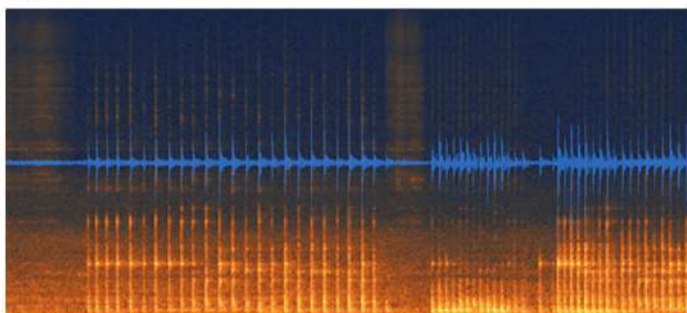


10\_tuckanje (ploče van kutije)

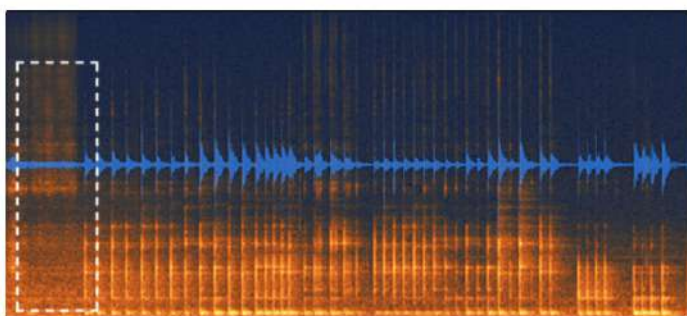
spužva



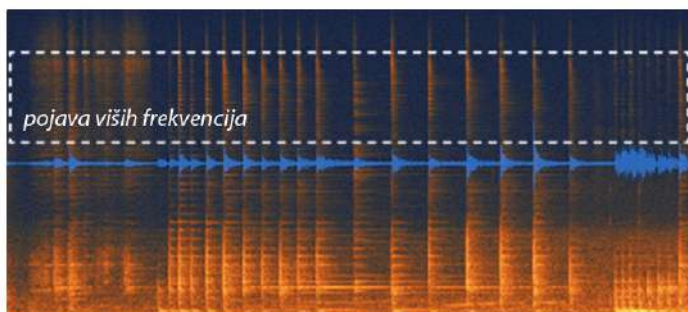
gips



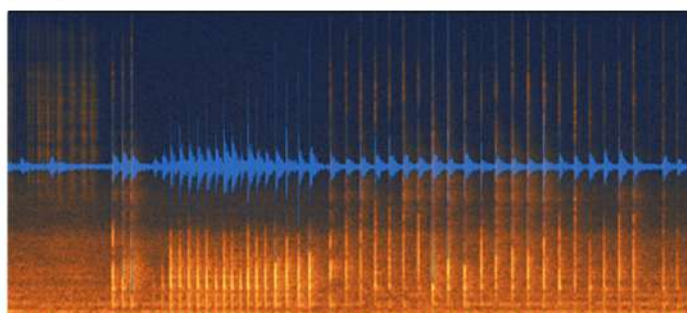
smreka



metal



vosak



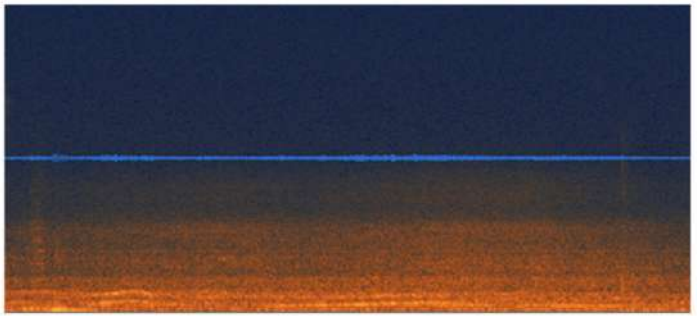
## 02\_eksperiment

### zaključak

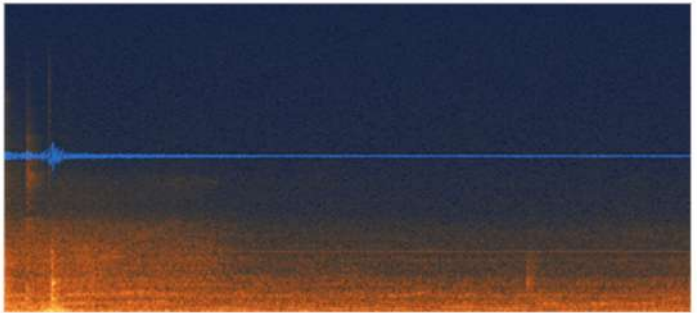
Nakon snimanja i usporedbe snimaka može se čuti (i vidjeti) suptilna razlika između reflektiranih zvukova različitih materijala. Najveće razlike se primjećuju kod čistih zvukova upravo iz razloga što kod čistih zvukova ne postoje oscilaciju (ni u frekvenciji, a niti u glasnoći zvuka), te ukoliko je došlo do nekakve promjene, međusobnim preklapanjem 2 zvučna vala možemo vidjeti njihovu razliku. No, prije donošenja zaključka potrebno je usporediti zvukove i na auditivni način, a to se provodi na temelju prethodno spomenute interferencije. Ukoliko su dva zvuka identična, zbog interferencije njihov rezultatni zvuk će biti dvostruko glasniji. Ako je jedan od ta dva zvuka u inverziji, njihov rezultatni zvuk će biti tišina. Stoga, ako želimo usporediti dva zvuka, potrebno ih je zbrojiti, te ukoliko je jedan od ta dva zvuka u inverziji, njihov rezultatni zvuk će biti upravo njihova razlika. Pokušaj takve auditivne metode usporedbe (refleksija zvuka 100Hz kod smreke i gipsa) također pokazuje kako postoji razlika, tako da možemo zaključiti da uistinu možemo čuti određeni materijal.

usporedba inverzijom

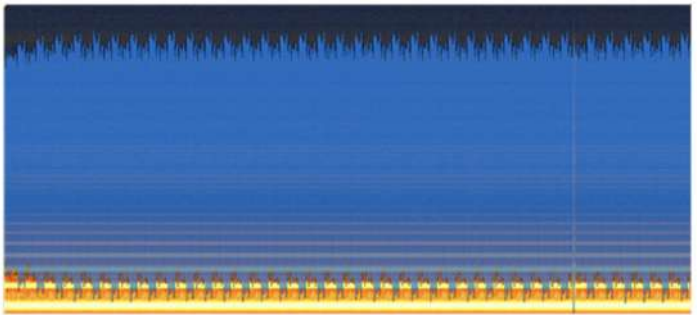
tišina - smreka



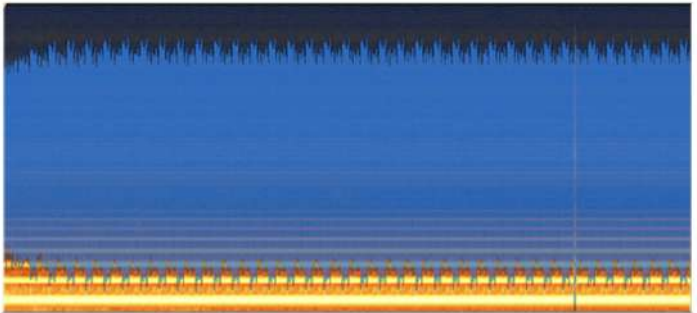
tišina - gips



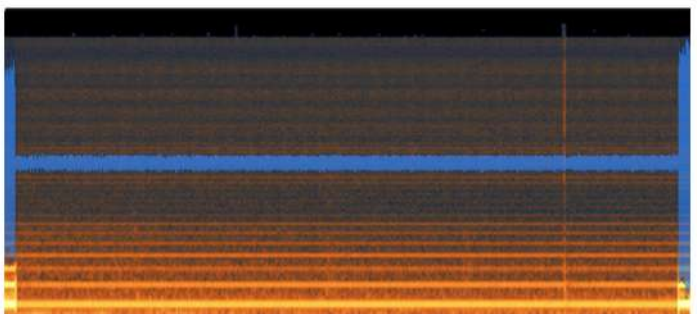
100 Hz - smreka



100 Hz - gips



rezultantni zvuk





Preispitivanjem zvuka kao arhitektonskog elementa, odnosno kao svojstva određenog materijala, otvara se jedan posve drugačiji pogled na zvuk i na njegove mogućnosti u prostoru. Posebno zanimljivo u cijelom procesu istraživanja su i sami zvukovi koji nastaju refleksijom od određenog materijala ili unutar određenog prostora. Ako na taj način promatramo prostor i materijale, gotovo da ih možemo smatrati instrumentima. Svaki naš korak, razgovor i sve što činimo u prostoru, odbija se od njegovih zidova te nam se vraća uhu ali promjenjeno prema tom prostoru. Nažalost, ti svakodnevni zvukovi prostora često prolaze neopaženo, no zašto je to tako? Naša svakodnevnica je konstantno ispunjena zvukovima. Svaki prostor u kojem se nađemo čujemo zujanje nekog uređaja, čujemo promet ili neku drugu buku. Rijetko kada se zbilja nalazimo u tišini. Što bi se desilo kada bi mogli čuti zvukove prostora bez ikakvog ometanja? Da li bi ti zvukovi na nas snažnije utjecali kad bi bili u tišini?

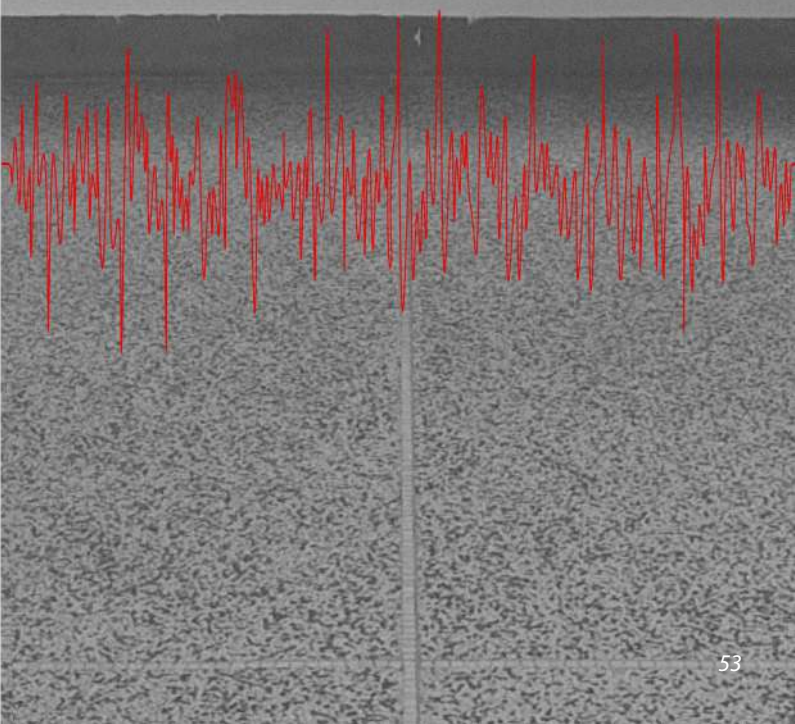


Nemoguće je čuti tišinu. Pravu, apsolutnu tišinu. Bez ikakvih ometajućih zvukova. Nemoguće. Najsličnije apsolutnoj tišini što ljudsko uho može čuti je tišina koju doživimo u 'gluhobiti sobi'. No, čak i u gluhobiti sobi naše uho čuje nešto. Čuje rad našeg tijela. Naš krvotok, probavu i živčani sustav. Može se reći da ljudsko uho nikada ne prestaje slušati, no također mu nikada ne fali zvukova koje može čuti. Živimo u svijetu bez tišine. U svijetu u kojem konstantno nešto zuji, trubi ili radi nekakvu buku. Što bi bilo ako bi u takvom svijetu punom zvukova mogli stvoriti tišinu? Kako bi tišina utjecala na naš život?

Za stvaranje tišine u prostoru koji je ispunjen zvukovima, potrebno je pojedinačne zvukove 'zbrojiti' u jedan zvuk, odnosno u jedan val zvuka. Zbog činjenice da je zvuk valno gibanje, vrijedi da se preklapanjem (zbog interferencije) zvuka sa svojom inverzijom mora 'stvoriti' tišina. Dakle, inverzijom buke određenog prostora, možemo dobiti tišinu u tome prostoru. No, što nam omogućuje takva tišina?

Ako uspoređujemo osjetilo vida sa sluhom, možemo primjetiti da kada naše oči primaju previše vizualnih informacija, one će se fokusirati na točno određenu točku ili će se zatvoriti. Sa ušima to ipak ne možemo. Ne možemo na taj način fokusirati ono što želimo čuti od onoga što ne želimo. No, tišina bi nam to omogućila. Kao što John Cage u svojem dijelu 4'33" tišinu koristi kao alat koji nam omogućuje fokusiranje na zvukove koje inače ne primjećujemo, zvukove iz naše neposredne okoline. Na isti način bi tišina omogućila našem uhu da se koncentrira na zvukove koje su zapravo dio prostora kada se krećemo njime. Puno bi jasnije čuli zvukove koje stvaramo našim koračanjem kroz prostor. Ti zvukovi postaju poput tonova, a prostor instrument po kojem sviramo našim kretanjem.





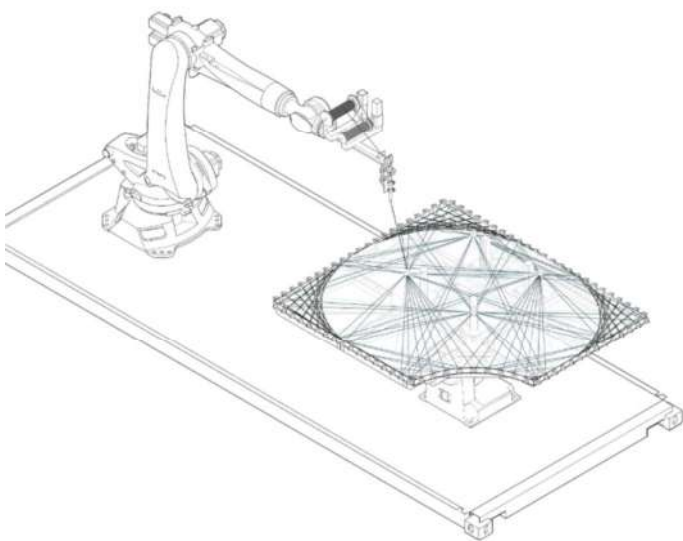
[s]tvarnost  
**zvuka**

## spekulacije o materijalu **tkanje**

Proučavanjem tema tekstila i filtera zaključujemo da su vrlo potentne, ali nedovoljno istražene i primijenjene u samoj arhitekturi. To područje tek je načeto, ali vjerujemo da ključ leži i u razvoju novih materijala koji će se primjenjivati na poznatim načelima.

Ovakav način i struktura proučavanja nekog materijala, u ovom slučaju tkanja, otvara neke nove vidike i poimanje nekog materijala uopće, a svaki od segmenata istraživanje/eksperiment/spekulacija ima svoje značenje u konačnom oblikovanju slike i mogućnosti naše spoznaje materijalnosti. Ovakvom provedbom istraživanja brišu se standardne spoznaje i otvaraju vrata inovativnosti.

## tkanje istraživani primjeri



Maison Fibre, La Biennale di Venezia 2021.

Institute for Computational Design and Construction (Prof. A. Menges),  
Institute of Building Structures and Structural Design (Prof. J. Knippers)

Institut za računalni dizajn i konstrukciju (ICD) i Institut za građevinske konstrukcije i konstrukcijski dizajn (ITKE) Cluster of Excellence IntCDC na Sveučilištu u Stuttgartu isprojektirali su i osmislili paviljon u potpunosti izrađen robotski proizvedenim u modulima, vlaknaste strukture. Činjenica je da su gotovo sve strukture u biologiji vlaknasti sustavi, u kojima su organizacija vlakana, usmjerenost i gustoća usklađeni sa silama koje se u njima pojavljuju. Biomimetička načela korištenja manje materijala za postizanje novih oblika dugi niz godina inspirira projektni tim Sveučilišta u Stuttgartu. Cijela struktura Maison Fibra sastoji se isključivo od rovinga vlakana; snopova jednosmjernih vlakana. Ova građevina prva je višekratna takve vrste.

Metode građenja istražene u ovom projektu mogu se koristiti za različite materijale. Iako Maison Fibre još uvijek u velikoj mjeri koristi trenutno dostupne sustave od staklenih i ugljičnih vlakana, postoje znakovi proširenja spektra materijala, u rasponu od sustava mineralnih vlakana koji mogu izdržati ekstremne temperaturne napore, do sustava prirodnih vlakana koji rastu unutar godišnjeg ciklusa.

Prema meni, najzanimljiviji podatak je usporedba gustoće materijala međukatne konstrukcije armiranog betona i ove kompozitne vlaknaste strukture:

armirano betonska ploča  $d=20$  cm 500 kg/m<sup>2</sup>  
vlaknasta kompozitna struktura 9,9 kg/m<sup>2</sup>  
+ 2,7 cm drvenog poda s 23,7 kg/m<sup>2</sup>

<https://www.itke.uni-stuttgart.de/research/built-projects/maison-fibre-2021/>



Knit Candela, Museo Universitario Arte Contemporaneo, Mexico City

ETH Zurich,  
Zaha Hadid Architects Computation and Design Group (ZHCODE),  
Architecture Extrapolated (R-Ex)

Prototip KnitCandela predstavlja prvu primjenu ovakve tehnologije u arhitektonskom mjerilu. Betonska konstrukciju od pet tona izložena je u Museo Universitario Arte Contemporaneo u Mexico Cityju. Uz vrijeme pletenja od 36 sati, sustav oplata od kableske mreže i tkanine omogućuje izradu ekspresivnih betonskih površina slobodnog oblika bez potrebe za kalupima i oplatom. Pletena tkanina za Knit Candela, napravljena na ETH Zurichu, prevezena je u dva kovčega, od ukupno 350 kilometara pređe težine 25 kilograma. Tanke, dvostruko zakrivljene betonske školjke paviljona teže svega 5 tona, unatoč površini od 50 metara kvadratnih. Paviljon je izgrađen korištenjem dvoslojnog 3D tekstila koji se sastoji od četiri dugačke trake. Donji sloj oblikuje strop, poprimajući šareni uzorak, dok gornji sloj sadrži utore za kabele oplatnog sustava i džepove za jednostavne balone, koji nakon što je cijela konstrukcija obložena betonom, postaju šuplji prostori koji pomažu u uštedi materijala i težine.

U usporedbi s tradicionalnom gradnjom betona, za ovakav sustav potrebna je minimalna skela, a oplata postaje dio strukture.

<https://www.archdaily.com/905231/zaha-hadid-architects-and-eth-zurich-create-3d-knitted-concrete-pavilion-transportable-via-suitcase>

## tkanje istraživani primjeri

Fiber dynamics, Institute for Advanced Architecture of Catalonia,  
students: Archana Ravikumar, Mohammad Akram Khan, Shalini  
Brahma, Sujal Kodamadanchirayil Suresh  
mentori: Areti Markopoulou, Alex Dubor, Angelos Chronis

Fiber Dynamics je projekt koji se temelji na vlaknastim interakcijama koristeći ugljična vlakna kao materijal poznat po svom omjeru jačine i težine koji se još ne koristi prečesto u arhitekturi. Pristup projektu bio je istražiti različite tehnike tkanja postojeće ljske i vlačne strukture te dizajnirati geometriju prikladnu za primjenu.

Kako bi se postigla ekonomska isplativost projekta, kompozit od ugljičnih vlakana i vlakana od jute, s epoksidnom smolom razmatra se u tehnici tkanja kako bi se održala homogenost strukture. Prvi djeluje kao primarno ojačana vlakna, a kasnije kao sekundarni materijal koji poboljšava mehanička svojstva strukture. Dizajn polaganja koristi prednost karbonskih vlakana (izuzetno dobra vlačna svojstva) stoga su postavljena paralelno s glavnim linijama vlačnog naprezanja.

U ovom radu pokušava se razviti digitalno sučelje koje korisniku omogućuje određivanje strukturnih opterećenja i raspodjele materijala vlakana. Kroz ovo sučelje korisnik stječe znanje o tome kako smanjiti ukupnu upotrebu sintetičke armature, smanjiti ukupne troškove i poboljšati mehanička svojstva konstrukcije.

Među svim prirodnim vlaknima, čini se da je vlakno od jute obećavajuće vlakno i predstavlja veliko područje istraživanja zbog svojih dobrih mehaničkih svojstava u usporedbi s drugim prirodnim vlaknima, kao što su sisal, kokos i ramija. Vlakna od jute imaju veliku karakterističnu čvrstoću, ekološki su prihvatljiva, osjetljiva na upijanje vlage iz okoline. Studija je pokazala da se upotreba prirodnih vlakana kao armature višestruko povećala posljednjih godina zbog novih ekoloških pravila i zahtjeva kupaca. Povećana potražnja za prirodnim vlaknima posljedica je njihove niske cijene, niske gustoće, biorazgradljivosti, obnovljivosti i obilja.

Eksperimentiranje prototipa tkanja

Eksperimentiranje tlačnim ispitivanjem je istraživanje različitih vrsta tkanja, tj. jednostavno tkanje, keper, saten, leno tkanje u kombinaciji oba, ranije izrađeno samo od karbonskih vlakana, a kasnije od hibridiziranih karbonskih vlakana s jutom. Tkani prototipovi se podvrgavaju tlačnom ispitivanju, a bilježi se nosivost svakog tkanog sustava.

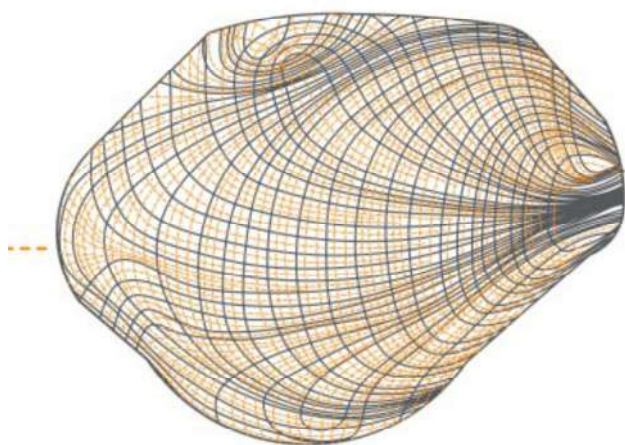
Eksperimentiranje prototipa tkanja 02

Eksperimentiranje prijenosa opterećenja je provedeno da se shvati kako različita vlakna nose opterećenje s različitim sidrištima i s različitom gustoćom vlakana. Prototipovi se podvrgavaju ispitivanju tlaka kako bi se pronašla nosivost kompozitnog sustava i bilježe se. Rezultati pokazuju da je jednostavno/plain tkanje najstabilnije i svaka nit daje maksimalnu potporu susjednim nitima.

Logika savijanja: ugljična vlakna gube svojstvo postizanja maksimalne vlačne čvrstoće kada se uvede krivulja zbog križanja dvaju vlakana u tkanju. Juta djeluje kao sekundarni armaturni materijal i tako tkanje jute daje veću stabilnost i čvrstoću te kontrolira otvore.

Raspodjela materijala: ugljična vlakna pokriti će minimalnu površinu (kostur) strukture, a juta će pokriti maksimalnu s kontroliranom gustoćom.

HYBRIDIZED WOVEN STRUCTURE

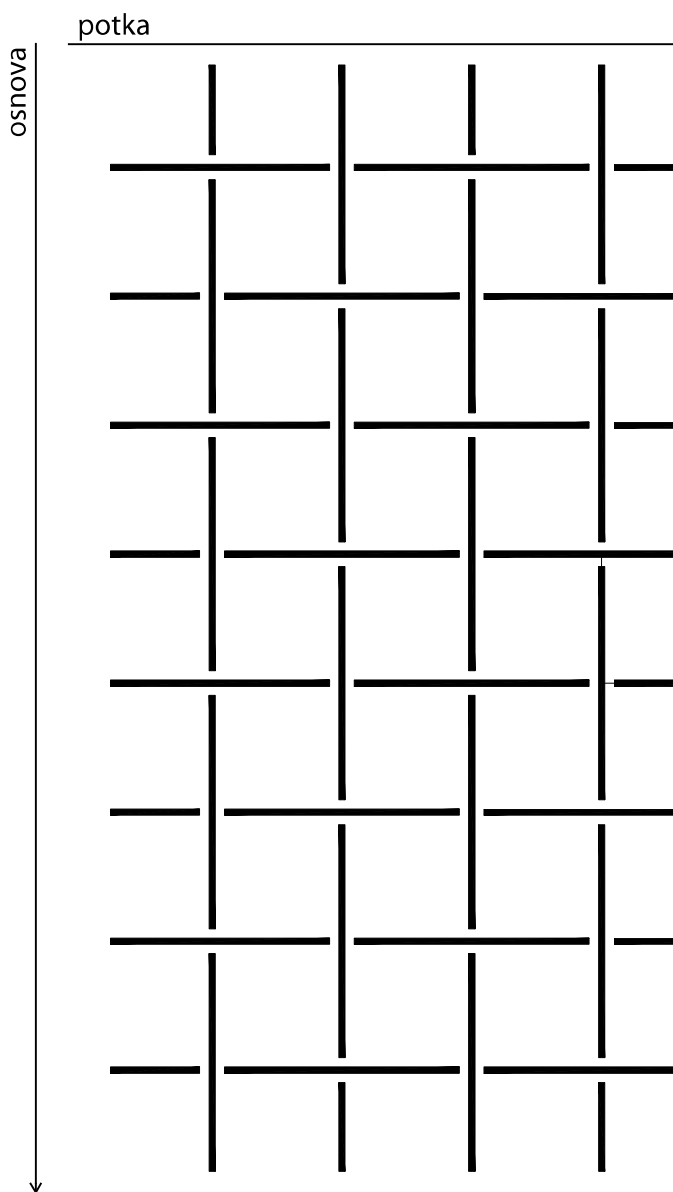


Fibers along the stress lines

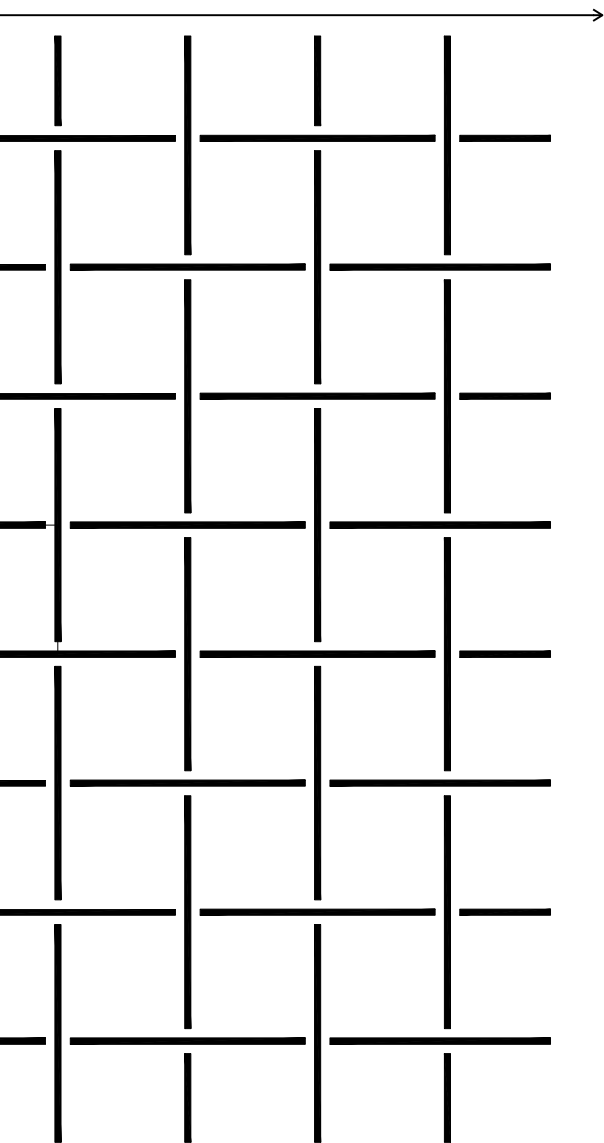




## tkanje istraživani primjeri

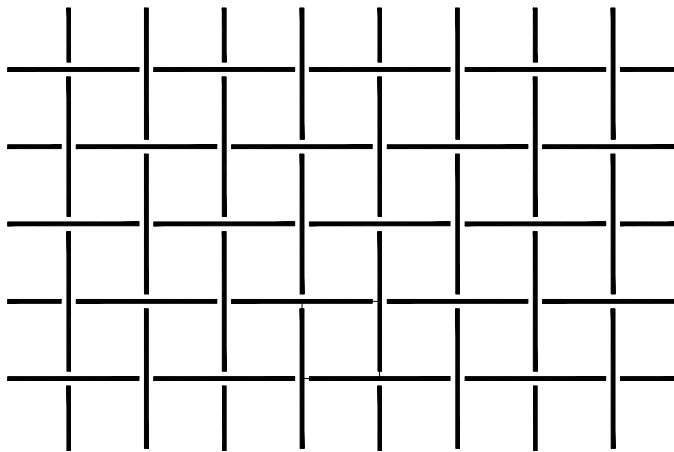


Riječ **tekstil** potječe od latinske riječi **textilis** što znači tkano, tkanina, platno. Tekstil se može definirati kao proizvodi koji nastaju preplitanjem vlakana ili pređe. Široka definicija obuhvaća bilo koji poluproizvod ili finalni proizvod proizveden u tekstilnoj industriji. Pojam **tekstil** uključuje vlakna, filamente, pređu, tkane, pletene i pletene tkanine kao i netkane tkanine. Tekstilna tkanina može se definirati kao fleksibilni sklop vlakana ili pređe, bilo prirodnih ili umjetnih. Može se proizvesti brojnim tehnikama, od kojih su najčešće tkanje, pletenje, lijepljenje, filcanje ili tafting. Konvencionalne tkanine (tkane, pletene) proizvode se tako da se vlakna prvo pretvaraju u pređu, a zatim se ova pređa pretvara u tkaninu. Tkanine se također mogu proizvoditi izravno od vlakana. Takve tkanine nazivaju se netkanim. Svaka od ovih metoda može proizvesti veliki broj struktura tkanine, ovisno o sirovini, strojevima i procesu koji je uključen. Ove tkanine se koriste za širok raspon primjena od odjeće do tehničkih svrha.



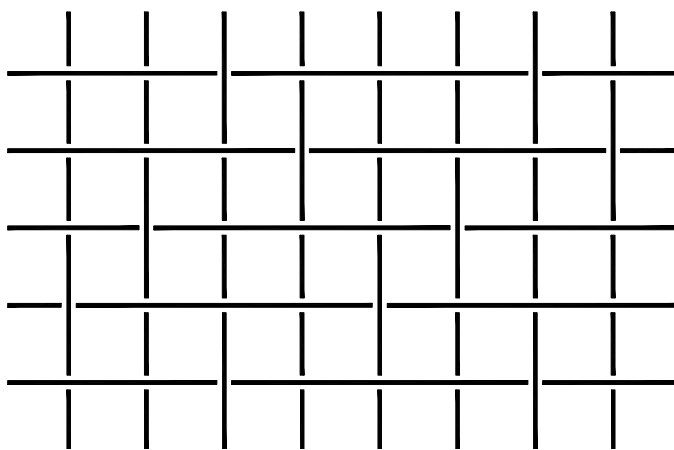
Povijest tkanja seže u davna vremena, kada su ljudi koristili tkane tkanine za pokrivanje. Postoje dokazi da su Egipćani proizvodili tkane tkanine prije 6000 godina, a svila je postala ekonomski važna u Kini prije 4000 godina. To je najčešće korištena tehnika izrade tkanina. Tkanje tkanine imaju ogroman broj područja primjene kao što su odjeća, kućni tekstil, filteri, geotekstili, kompoziti, medicina, pakiranje, sigurnosni pojasevi, industrijski proizvodi, zaštita itd.

Tkanine se proizvode preplitanjem dva niza niti okomito jedan na drugi, **osnova** i **potka** kao što je prikazano na slici. Prvi set uključuje niti koji se protežu uzdužno u tkanini, dok drugi predstavljaju niti postavljene u križnom ili širinskom smjeru. Tkanine imaju različitu strukturu, ovisno o uzorku isprepletenosti niti. Ovaj slijed preplitanja naziva se dizajnom tkanja tkanine. Svojstva tkanine određuju njezin dizajn tkanja, kao i sadržaj vlakana koja se koristi kao sirovina.



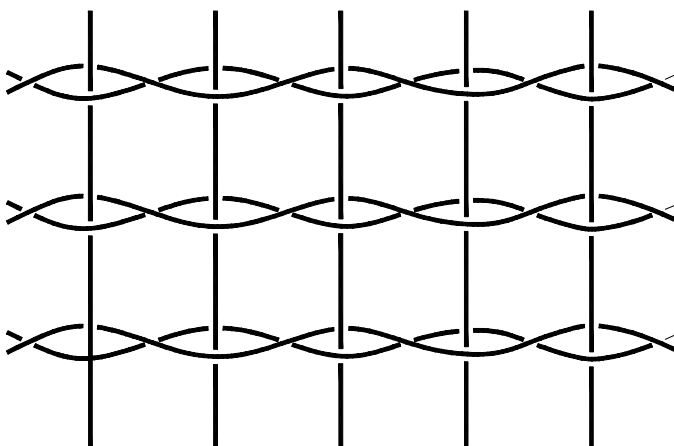
#### plain / jednostavno tkanje

Kod tkanine s običnim uzorkom poprečna vlakna prolaze naizmjenice ispod i iznad uzdužnih vlakana. Tkanina je simetrična, ima dobru stabilnost i poroznost. Ta tkanina u usporedbi s drugima ima nešto niža mehanička svojstva zbog toga što su vlakna dosta savijena. Iz tog razloga ovaj uzorak tkanja ne upotrebljava se za tkanja velike plošne mase.



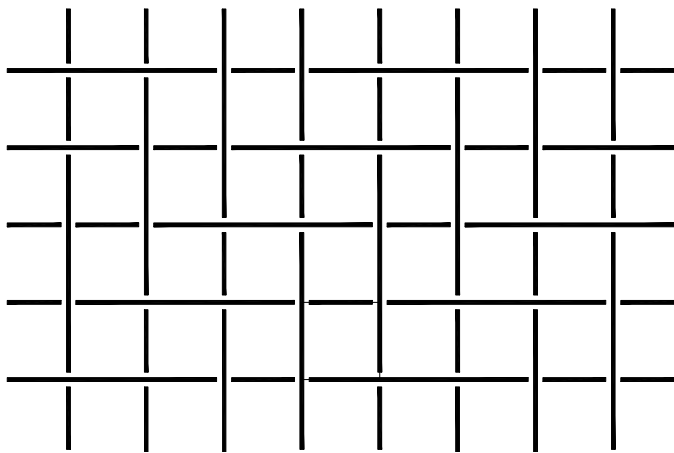
#### saten

Saten tkanina slična je keper tkanini, ali vlakna ne prolaze ispod i iznad svakog uzdužnog vlakna nego ispod svakih nekoliko vlakana prema određenom uzorku. Tako se dobiva struktura s manje ispreplitanja vlakana. Saten ima dobra mehanička svojstva, poroznost i savitljivost. Nedostatak mu je niža stabilnost i asimetričnost koja otežava preradu.



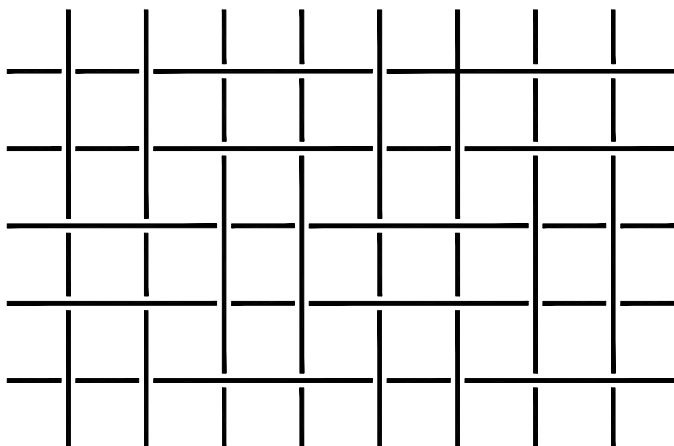
#### leno - mreža

Leno tkanina dobiva se ispreplitanjem susjednih poprečnih vlakana oko uzdužnih vlakana tako da poprečna vlakna čine spiralan par osiguravajući uzdužna vlakna na mjestu. Zbog dosta porodne strukture ta se tkanina koristi jedino u kombinaciji s drugim vrstama tkanina.



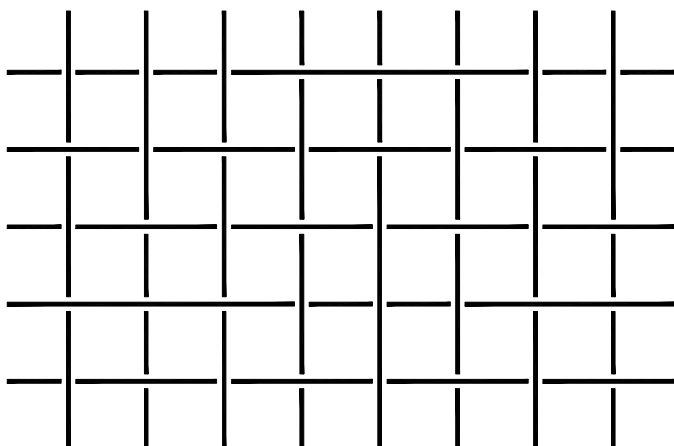
#### twill / keper

Kod tkanine s keper vezom jedno ili više poprečnih vlakana naizmjenice prolaze ispod i iznad jednog ili više uzdužnih vlakana. Dobiva se dojam dijagonale kada se gleda u tkaninu, pa se ovaj uzorak naziva i dijagonalni vez. Nešto manje je stabilna od obične tkanine, ali je veće poroznosti i smanjenog savijanja vlakana. Zbog toga ta tkanina ima glađu površinu i poboljšana mehanička svojstva.



#### mock leno

Inačica je običnog tkanja u kojoj povremena vlakna osnove, u pravilnim razmacima, ali obično nekoliko vlakana odvojena, odstupaju od naizmjeničnog preplitanja ispod i preko i umjesto toga prepliću se svaka dva ili više vlakana. To se događa sličnom učestalošću u smjeru potke, a ukupni učinak je tkanina povećane debljine, grublje površine i dodatne poroznosti.



#### basket - košarasto tkanje

Košarno tkanje u osnovi je isto kao i obično tkanje, osim što se dva ili više vlakana osnove naizmjenično prepliću s dva ili više vlakana potke. Raspored dviju osnova koje se križaju s dvije potke označava se košarom 2x2, ali raspored vlakana ne mora biti simetričan. Stoga je moguće imati 8x2, 5x4... Pletenje košara je ravnije i zbog manjeg nabora, jače od običnog tkanja, ali manje stabilno.

# tkanje

## istraživanje

### Unidirekcijske/jednosmjerne tkanine

Unidirekcijske tkanine su one kod kojih je većina vlakana usmjerena samo u jednom smjeru. Manji dio vlakana ili nekog drugog materijala može biti usmjeren u drugom smjeru pretežno u svrhu pridržavanja glavnih vlakana te u većini slučajeva ne pokazuju značajna mehanička svojstva. Unidirekcijske tkanine uglavnom imaju usmjerena vlakna pod 0° ili 90° u smjeru valjanja. Unidirekcijske tkanine daju mogućnost postavljanja vlakana na točno određena mjesta u optimalnoj količini zbog toga što su ravna.

0°/90°

Za primjenu u konstrukcijama gdje je potrebno upotrijebiti orijentaciju vlakana u više nego jednom smjeru, koriste se unidirekcijske tkanine orijentacije 0° i 90°. Ovo su uobičajeno tkani materijali no postoji i mogućnost šivanja slojeva.

### Hibridne tkanine

Pojam 'hibridne' u nazivu podrazumijeva tkanine koje se sastoje od više od jedne vrste materijala vlakana od kojih je tkanina izrađena. U višeslojnim kompozitnim laminatima ako su potrebna svojstva više vlakana tada postoji mogućnost izrade kompozitnog laminata od dvije ili više vrsta vlakana. Hibridne tkanine najviše se primjenjuju kod 0/90° tkanina, unidirekcijskih i multidirekcijskih tkanina. Postoje kombinacije: ugljik/aramid, aramid/staklo i ugljik/staklo.

### Tkanja

Tkanja su uglavnom proizvedena preplitanjem vlakana 0° i 90° u određenu strukturu/uzorak. Integritet samog tkanja održan je mehaničkim svojstvima preplitanja vlakana. Podatljivost, glatkoća površine te postojanost tkanine uvjetovana je strukturom/uzorkom tkanja. Masa i poroznost tkanine određeni su pravilnim odabirom 'tex-a'.

### Tex

Tex označava masu u gramima na 1000 metara jedne niti. Koristi se za mjerenje veličine vlakana u mnogim proizvodima, uključujući filtere za cigarete, optički kabel, pređu i tkaninu. Mjeri se vlakno, pojedinačni filament prirodnog materijala, kao što je pamuk, lan ili vuna, ili umjetni materijal kao što je najlon, poliester, metalna ili mineralna vlakna, ili umjetna celulozna vlakna poput viskoze, modala, liocela ili drugih rajonskih vlakana u smislu linearne masene gustoće, težina zadane duljine vlakna.

Pređa, predena nakupina vlakana koja se koristi za pletenje, tkanje ili šivanje, mjeri se u smislu broja pamuka i gustoće pređe.

**Konac napravljen od dvije niti namotane zajedno, a svaka se sastoji od tri niti - 20 tex x 3 x 2**

### Razvoj jedinica

Tekstilna zajednica razvila je jedinice koje izbjegavaju mjerenje poprečnog presjeka vlakana. Tradicionalna jedinica definicije za vlakna je 'denier', što je težina vlakna ili sklopa vlakana u funkciji duljine. Jedan denier je 1g/9 km. Denier je još uvijek u širokoj upotrebi, ali je kao međunarodna jedinica zamijenjen texom. Tex je manje fina jedinica od ranijeg denijera i iz tog razloga je jedinica koja se često koristi deciteks (dtx), 1 g/10 km, koja je vrlo slična denijeru. Čvrstoća se daje kao sila koja uzrokuje kidanje (u gramima) po tekstilnoj jedinici (denier ili tex). Može se vidjeti da je to povezano s tradicionalnim inženjerskim jedinicama snage jer je jednaka sili pomnoženoj s duljinom i podijeljenoj s težinom:

$Sila \times duljina/težina = Sila \times dužina/(volumen \times gustoća) = Sila \times dužina/(duljina \times poprečni presjek \times gustoća) = Sila/(\text{poprečni presjek} \times gustoća)$ . Kako je sila/(poprečni presjek) inženjerska definicija naprezanja, može se vidjeti da su snage navedene u tekstilnim jedinicama povezane s inženjerskim jedinicama kroz gustoća vlakana.

20 tex

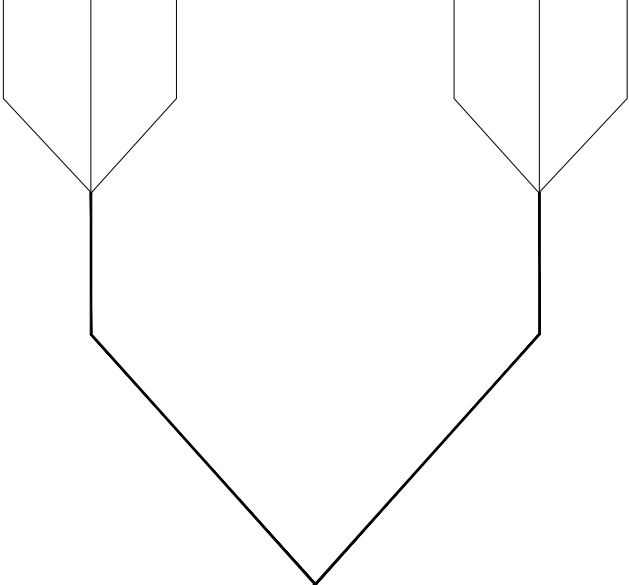
20 tex

20 tex

20 tex

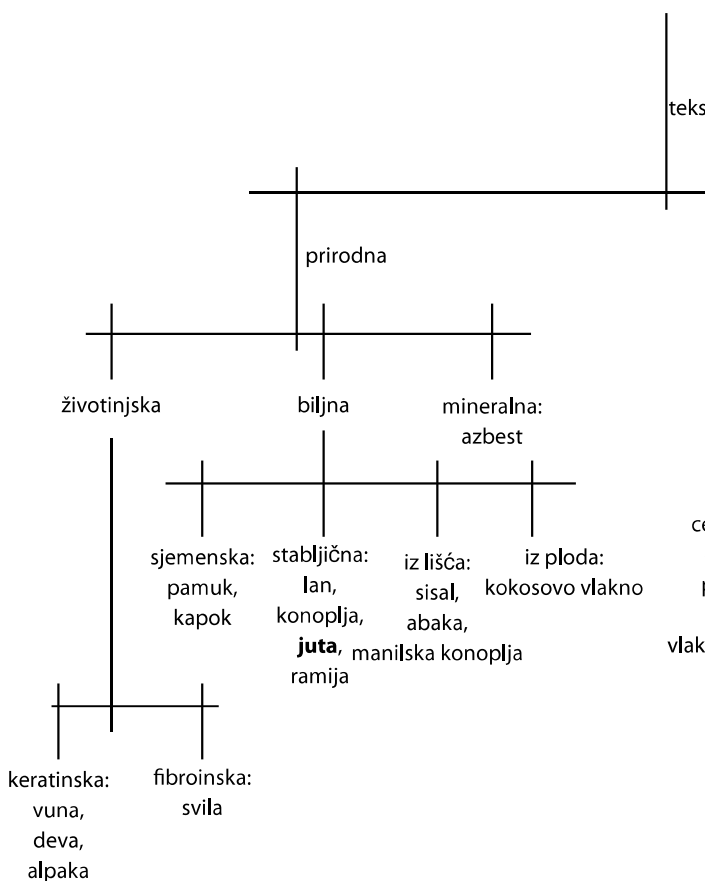
20 tex

20 tex



20 tex x 3 x 2

# tkanje istraživanje



## Klasifikacija tekstilnih vlakana na temelju izvora

Glavna prirodna vlakna prisutna oko nas su iz biljnih i prirodnih izvora. Najviše se koristi oko 15 važnih prirodnih vlakana za obradu i pretvorbu u tkanine.

### Biljna vlakna:

**Pamuk:** pamuk je najčešće korišteno prirodno vlakno i sastoji se od čiste celuloze; proizvodi se u Kini, Brazilu, Indiji, Pakistanu, SAD-u i Uzbekistanu

**Lan:** lan je lignocelulozno vlakno, uglavnom prisutno u Europskoj uniji; uglavnom se koristi za izradu platna

**Konoplja:** konoplja je također lignocelulozno vlakno s malom količinom lignina, a vodeći svjetski proizvođač konopljinih vlakana je Kina

**Juta:** juta je najjače biljno vlakno, a najviše dolazi iz Indije i Bangladeša; također je lignocelulozno vlakno

**Ramija:** ramija je također lignocelulozno vlakno uglavnom dostupno u Kini i Brazilu; poznata je i kao kineska trava, svilenkastog sjaja i bolje elastičnosti

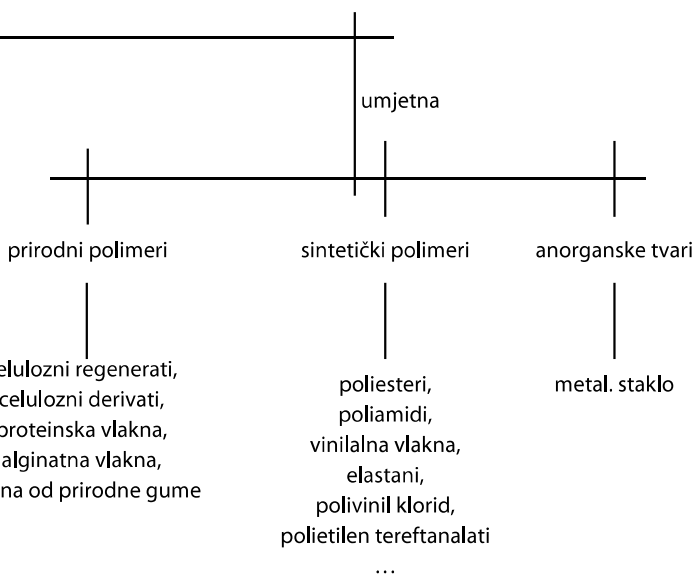
**Sisal:** sisal je tvrdo i grublje vlakno lista, uglavnom dostupno u Brazilu, Tanzaniji i Keniji

**Abaca:** Abaca je lisnato vlakno, također poznato kao manilska konoplja, ekstrahirano iz omotača listova oko debla Musa tekstila; najveći svjetski proizvođač vlakana su Filipini; sadržaj lignina u vlaknima je oko 15%

**Coir:** kokosovo vlakno je tvrdo, kratko i grubo vlakno ekstrahirano iz ljuske kokosa; najviše ga ima u Indiji, Šri Lanki, Filipinima, Vijetnamu, Indoneziji i Brazilu.; ovo vlakno sadrži najveću količinu lignina što ga čini jačim, ali manje fleksibilnim



## umjetna vlakna



### Životinjska vlakna:

**Alpaka:** alpaka je vlakno poput vune, dolazi od Lama Pocosu, a dolazi u otprilike 22 prirodne boje, proizvedene uglavnom u Peru, Sjevernoj Americi, Australiji i Novom Zelandu; jače je od vuninih vlakana

**Angora:** Angora je zečje vlakno, vrlo mekano, fino i svilenkasto pa je tkanina prikladna za termo odjeću; 90% vlakana proizvodi se u Kini

**Devina dlaka:** devina dlaka dostupna je od grbavih baktrinskih deva koje su uglavnom prisutne u nomadskim kućanstvima u Mongoliji i unutarnjoj Mongoliji u Kini; to je najmekše i najkvalitetnije vlakno životinjskog porijekla

**Kašmirska vlakna:** kašmirska vlakna dostupna su kod kašmirskih koza u Kini, Australiji, Indiji, Pakistanu, Novom Zelandu, Turskoj i SAD-u, a vrlo je luksuzno i skupo vlakno

**Vlakna od mohera:** proizvode se od angorskih koza, dostupnih u Južnoj Africi; glatko je i sjajno vlakno

**Svila:** svila je prirodno vlakno filameta, visokog sjaja, uglavnom se proizvodi u Kini, Brazilu, Indiji, Tajlandu i Vijetnamu

**Vuna:** vuna je najvažnije keratinsko vlakno; ono je prvo udomaćeno vlakno, koje se uglavnom proizvodi u Australiji, Novom Zelandu, Kini, Iranu, Argentini i Velikoj Britaniji

### Zemljani i petrokemijski izvori:

Od Drugoga svjetskog rata došlo je do pomaka u proizvodnji sintetičkih materijala, većinom dobivenih iz petrokemijskih proizvoda.

Proizvedeno vlakno naziva se 'sintetičko vlakno' jer su sirovine bile dostupne sintezom nakon čega je slijedila polimerizacija i formiranje vlakana. Sintetička vlakna postala su posljedica spektakularnog rasta razvoja i korištenja petrokemije. Rast razvoja industrije sintetičkih vlakana i industrije sintetičkih vlakana uz industriju polimera rastao je uz petrokemijsku industriju.

# tkanje istraživanje

## Stakleno vlakno

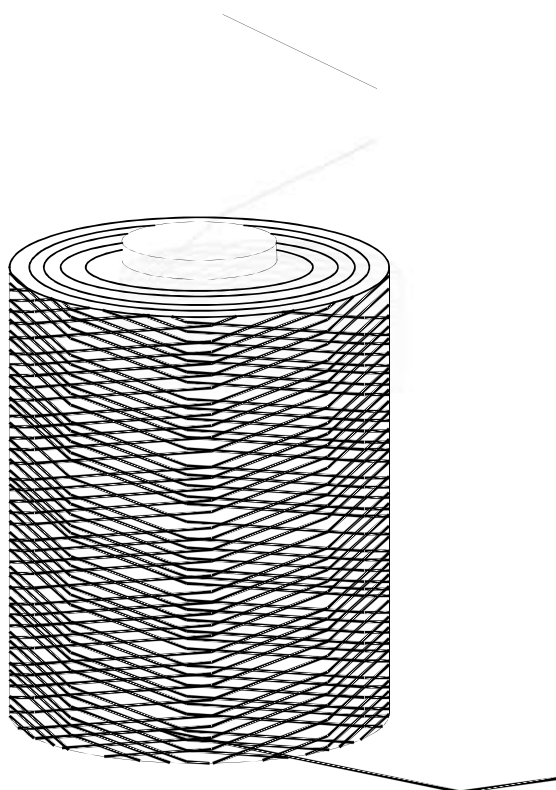
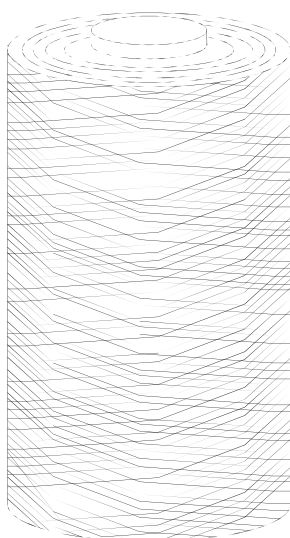
Topljenjem prirodnih minerala kao što su pijesak, kaolin, vapnenac na 1600°C, formira se tekuće staklo. Takva faza, propušta se kroz mlaznice te simultano hladi kako bi se proizvela vlakna promjera 5- 24µm. E-staklo (električno) ima nisku razinu lužina te više čvrstoće od A stakla. Dobra vlačna i tlačna čvrstoća te krutost, dobra električna svojstva te relativno niska cijena, no otpornost na udarna opterećenja su relativno loša. E-staklo najčešće se koristi u vlaknima ojačanim polimernim kompozitima. C-staklo (kemijsko) ima najbolju otpornost prema kemijskim utjecajima. Uglavnom se koristi u kompozitnim konstrukcijama kao vanjski sloj kod cijevi i tankova. R,S,T-staklo ima višu vlačna čvrstoća i veći modul nego E-staklo. Dobra otpornost na propuštanje vlage/vode uz male promjere vlakana. Razvijena su uglavnom za zrakoplovnu i ratnu industriju u protubalističke svrhe. Najskuplja je vrsta stakla.

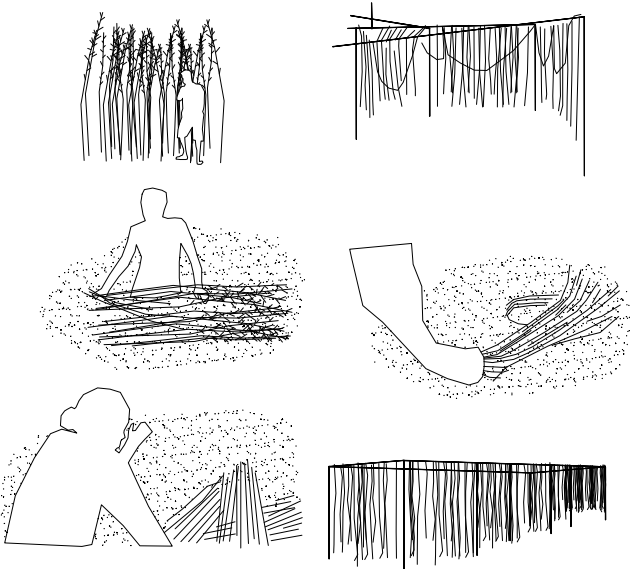
## Aramidno vlakno

Aramidno vlakno je sintetički organski polimer. Posjeduje visoku čvrstoću te nisku gustoću što mu daje veliku specifičnu čvrstoću. Sve vrste aramidnih vlakana imaju dobru otpornost na udarna opterećenja te niske vrijednosti modula te se koriste u protubalističke svrhe. Samo je tlačna čvrstoća približna E-staklu po svojstvima. Vlakna također pokazuju dobru otpornost na abraziju te kemijsku i temperaturnu degradaciju. Međutim, imaju lošu otpornost na UV zračenje.

## Ugljična vlakna

Ugljična vlakna proizvedena su kontroliranom oksidacijom, karbonizacijom i grafitizacijom ugljikom bogatih organskih polimera koji su prethodno oblikovani u vlakna. Najčešće se upotrebljava PAN (polyacrylonitrile) koji pokazuje najbolja svojstva no moguće je proizvesti ugljična vlakna i iz celuloze ili smole. Ovisno o procesu grafitizacije proizvesti se mogu vlakna visoke čvrstoće ili visokog modula uz ostala svojstva. Ugljična vlakna pretežno su grupirana u skupine ovisno o modulu savijanja kada se svojstva počinju narušavati. Tako postoje visokočvrsti (HS - high strenght), srednječvrsti (IM - intermediate strenght), visokog modula (HM - high modulus) i ultravisokog modula (UHM - ultra high modulus). Ugljična vlakna imaju najveću specifičnu krutost od svih komercijalno dostupnih vlakana, jako veliku čvrstoću, no veću krhkost nasprem drugih materijala vlakana.





## Juta

Juta je vlakno koje se dobiva iz stabljika biljaka *Corchorus capsularis* i *Corchorus olitorius* *Corchorus*. Jednogodišnja, travasta biljka raste do visine do 4 metra. Biljka najbolje uspeva na vlažnoj, tropskoj klimi (optimalna temperatura 27 °C do 31 °C, količina oborina > 1500 mm/god.) *Corchorus olitorius* je podrijetlom iz tropskih dijelova Afrike i Azije. Plodovi su otrovni. Juta je jedan od 'obnovljivih izvora' prirodnih vlakana u skupini kao što su lan i konoplja. Lišće *Corchorus olitorius* jede se kao povrće. Ponekad se suši i obrađuje u juhu.

Juta je nakon pamuka količinski najznačajnije prirodno vlakno. Diljem svijeta ju uzgajaju 10-12 milijuna poljoprivrednika i 100.000 ljudi živi od prerade jute. Samo trećina vlakna se izvozi. Ostatak se konzumira uglavnom u zemaljama proizvođačima Indiji i Bangladešu. Glavne zemlje uvoznice su Pakistan. Uporaba jute kao ambalažnog materijala u trgovini na veliko u Indiji je propisana zakonom.

Zbog visoke otpornosti na vlagu, juta se često koristi u građevinarstvu. U prodaji se nalazi u obliku kuke, filca i dodatka druge vrste sirovine. Čista juta podložna je brzom razgradnji. Vlakna su duljine 1 do 4 metra. Od vlakna jute izrađuje se gruba pređa za vreće, jedreno platno, užarska roba. Finija vlakna služe za izradbu tepiha, zastora, stolnjaka, a miješana s pamukom i za neke vrste tkanina.

U početku, zbog svoje teksture, moglo se obraditi samo ručno dok u Dundeeju nije otkriveno da ga tretiranje kitovim uljem čini strojnom obradom. Industrija je procvjetala tijekom osamnaestog i devetnaestog stoljeća, ali ta je trgovina uglavnom prestala oko 1970. godine zbog pojave sintetičkih vlakana. U 21. stoljeću juta je ponovno postala važna izvozna kultura diljem svijeta, uglavnom u Bangladešu.

### izrada jute

#### 1 berba jute

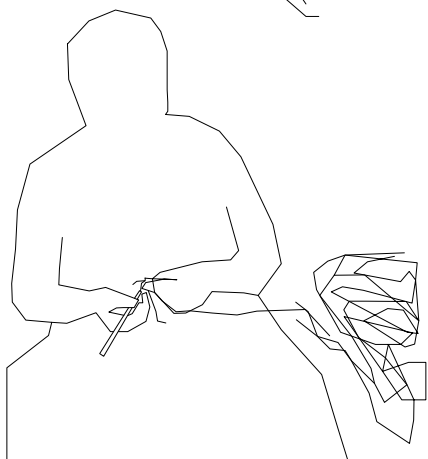
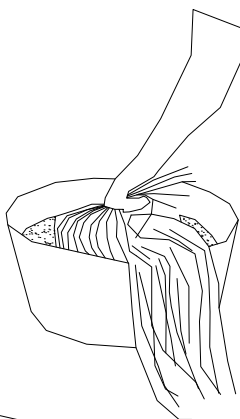
2 vezanje u svežnjeve i natapanje u vodi 18-20 dana, korištenje mikroorganizama i vlage na biljkama za otapanje staničnih tkiva koje okružuju snopove vlakana kako bi se vlakno moglo odvojiti od stabljike

#### 3 povlačenje vlakna jute

4 nakon skidanja vlaknaste stabljike jute se suše na otvorenom 1 dan

5 vlakna od jute ispiru se vodom

6 vlakna se opet suše na bambusovim konstrukcijama



## Rafija

Palma je među endemskim vrstama na Madagaskaru i najkorisnija po svojim vlaknima i plodovima.

Rafija je velika palma visoka 15 do 20 m koja raste uz potoke, ili u močvarnim područjima. Ova biljka ima duge, peraste listove duge 6 do 12 m koji uključuju krute i debele rašice i segment koji čini viseće dijelove biljke.

Kako bi se stvorilo vlakno od rafije, izrezuju se listove palme okomito i daju im da se osuše. Pretvore se u pramenove, a zelena boja svježih listova rafije palmi se pretvara u bež nizove rafije.

Berbu palminog lišća rafije, bojanje i pakiranje obavljaju ljudi ručno uz maksimalno poštovanje prema okolišu. Oni beru palmu rafiju samo tijekom mjeseci od lipnja do listopada, što omogućuje da grane i lišće ponovno izrastu prije sljedeće godine i sljedeće sezone berbe. To je čak kontrolirano državnim zakonima. U idealnim tropskim uvjetima uzgoja, biljke rastu velikom brzinom, iako se lokalno stanovništvo odnosi prema drvetu s najvećim poštovanjem jer je ono glavni doprinos njihovoj ekonomiji. Prirodna rafija je vrlo mekana i lijepa na dodir i za nošenje. Savitljiva je, jaka i izdržljiva, lako se boja i biorazgradiva je. Vlakna od rafije vrlo su popularan materijal u zanatstvu i visokoj modi.

## tkanje eksperimenti

Prvi korak bio je stvoriti pređu od kartona. Na usporednim stranicama pređe, zarezao se karton za 1 cm, svakih 1.5 cm. U ovisnosti zarezanih razmaka, tkanje će izgledati drugačije. Napravila sam i drugu pređu, s razmacima 0.5 cm za sitnije tkanje. Prvi korak predstavlja vertikalno namotavanje osnove. Ovaj postupak je uvijek na prvom mjestu bez obzira na vrstu materijala i tehniku tkanja.





## tkanje eksperiment 03



korišteno:

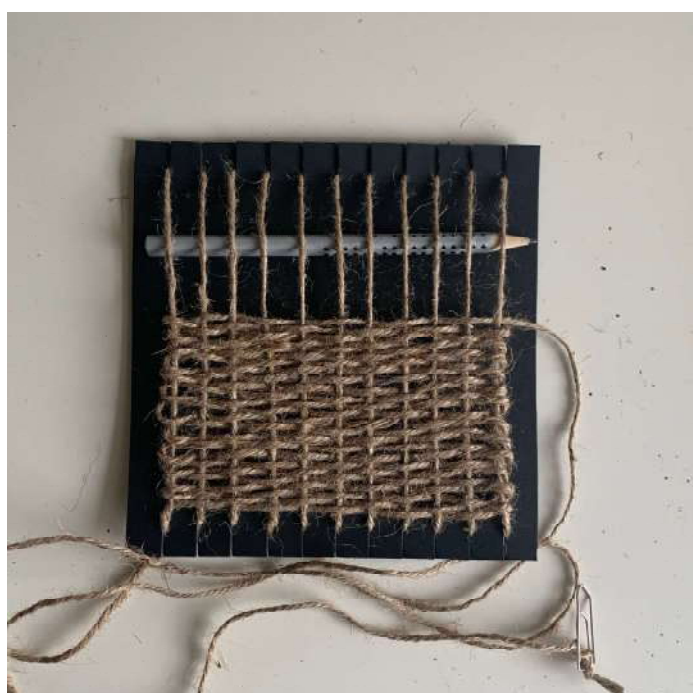
- kartonska pređa
- olovka
- spjalica u ulozi igle
- rafija

plain, jednostavno tkanje

Nakon postavljene osnove, dolazi potka. Ona se tkaje tako da se provlači ispod svake druge osnove u ujednačenom ritmu. Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi rasplelo.

zapažanja:

- osjeti se biljni miris
- šuškavo
- lakše prikrivanje nastavka potke kada ponestane materijala
- niti nejednagog presjeka
- izrazito elastična nakon skidanja s pređe, neočekivani efekt
- od malo vlakana se brzo dobije velika površina tkanja
- plosnatost vlakana



## tkanje eksperiment 02



korišteno:

- kartonska pređa
- olovka
- spajalica u ulozi igle
- juta

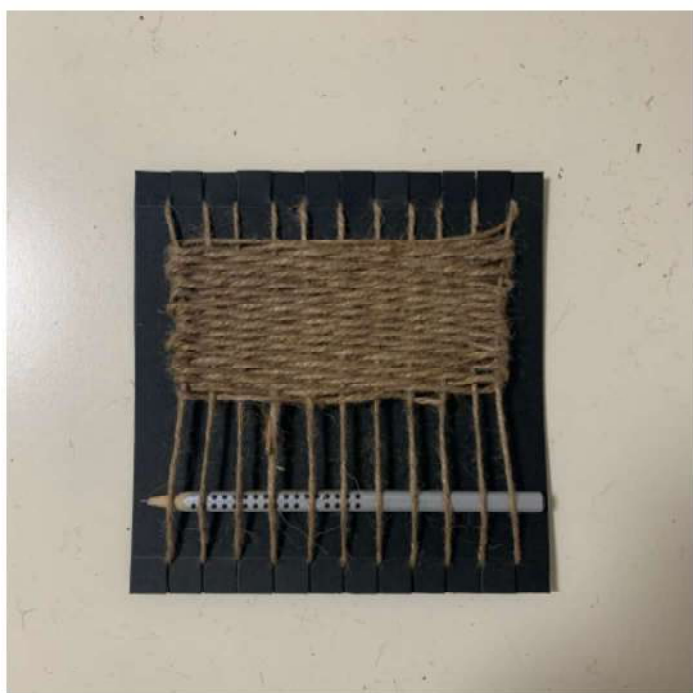
twill, keper

Nakon postavljene osnove, dolazi potka. Ona se tkaje tako da se provlači ispod 1 osnove, pa prelazi preko 2, ispod 1, preko 2... Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi raspleslo.

zapažanja:

- dijagonalna struktura
- sličan prethodnom po osjetu i taktilnosti
- potrebna veća koncentracija da se ne promaši smjer potke





# tkanje

## eksperiment 01



korišteno:

- kartonska pređa
- olovka
- spjalica u ulozi igle
- juta

plain, jednostavno tkanje

Nakon postavljene osnove, dolazi potka. Ona se tkaje tako da se provlači ispod svake druge osnove u ujednačenom ritmu. Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi rasplelo.

zapažanja:

- brzo, jednostavno
- lako se plete
- potrebno pripaziti na rubu, ide li potka ispod ili iznad osnove
- čitanje pravilne strukture





## tkanje eksperiment 04



korišteno:

- kartonska pređa
- olovka
- usb u ulozi igle
- mesing žica - cvjećarska

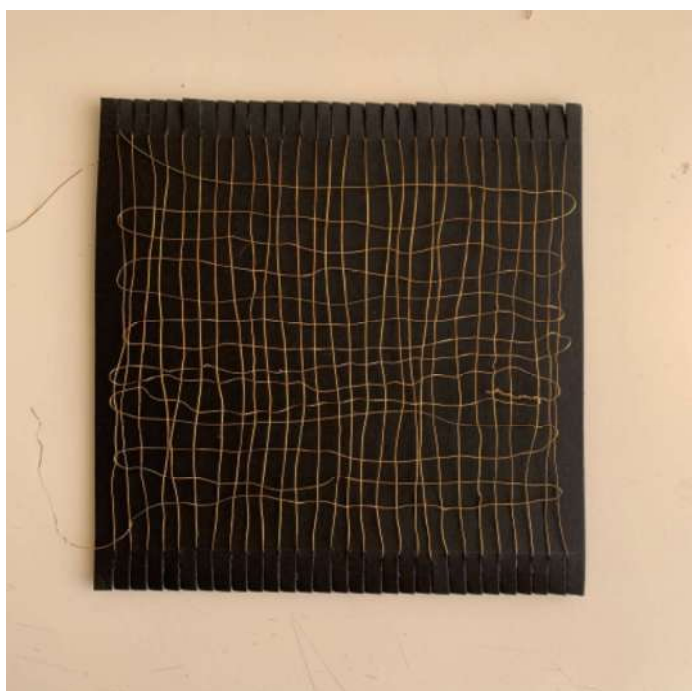
plain, jednostavno tkanje

Korištena nova pređa s razmakom 0.5cm. Nakon postavljene osnove, dolazi potka. Ona se tkaje tako da se provlači ispod svake druge osnove u ujednačenom ritmu. Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi rasplelo.

zapažanja:

- teže baratanje žicom, lako se iskrivi
- pokušaj tkanja usbom, potreba za nečim oblim
- teže se napinje
- mogućnost stvaranje 3d strukture
- rijetko tkanje
- ujednačena nit kroz cijeli presjek
- ostavlja miris na rukama nakon rada
- tanji presjek
- lakše se kontrolira i zadržava željeni oblik





## tkanje eksperiment 05



korišteno:

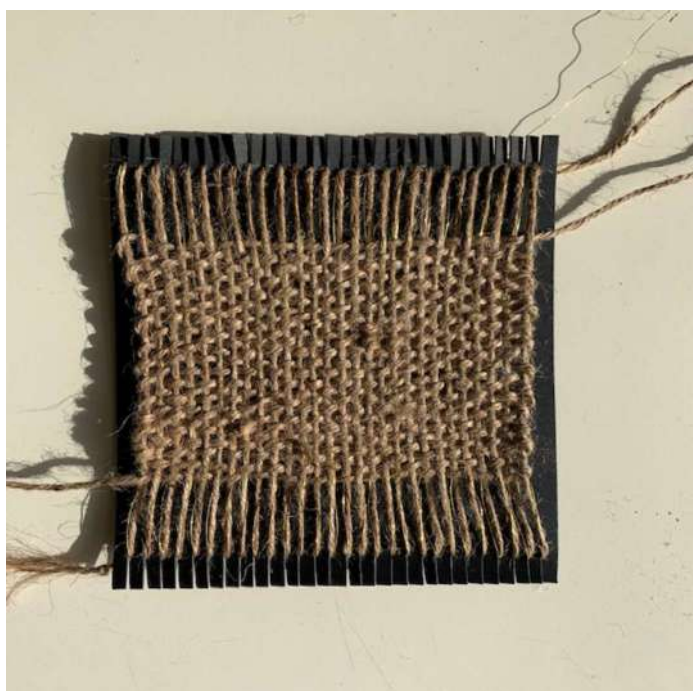
- kartonska pređa
- olovka
- spjalica u ulozi igle
- mesing žica - cvjećarska
- juta

plain, jednostavno tkanje

Korištena nova pređa s razmakom 0.5cm. Nakon postavljene osnove koja se sastoji od mesing žice i jute, namotano jedno pa drugo dolazi potka od jute. Ona se tkaje tako da se provlači ispod svake druge osnove u ujednačenom ritmu. Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi rasplelo.

zapažanja:

- teže vođenje potke zbog zaplitanja u žicu
- bilo bi bolje da sam omotala nit jute žicom, ili obrnuto
- mogućnost zadržavanja oblika, okomito na smjer postavljene žice





## tkanje eksperiment 06



korišteno:

- kartonska pređa
- olovka
- spjalica u ulozi igle
- mesing žica - cvječarska
- rafija

plain, jednostavno tkanje

Korištena pređa s razmakom 1.5cm. Nakon postavljene osnove koja se sastoji od mesing žice i rafije, omotane jedna oko druge dolazi potka jednaka osnovi. Ona se tkaje tako da se provlači ispod svake druge osnove u ujednačenom ritmu. Nakon završetka, osnova se reže, što više moguće i 2 susjedne osnove se zavežu 2 puta kako se pletivo nebi raspleslo.

zapažanja:

- mogućnost zadržavanja oblika u oba smjera
- elastičnost zbog rafije





## spekulacije o materijalu **tkanje**

Poticaj za istraživanje tkanja bila je zamisao i preispitivanje stvaranja arhitekture od niti. Arhitektura od jedinog materijala, koncipirana određenim načinima tkanja i pletenja prema cjelini. Što je uopće nit? Koja su osnovna pravila, terminologija i materijali koji se koriste da bi se iz niti dobilo tkanje?

Unaprjeđivanje tehnologija tkanja i proizvodnje niti možda kriju novi smjer gradnje. 3D print je neka vrsta modernog tkanja, stvaranja konstruktivnih dijelova temeljenih na broju ovijanja niti i njihovog sklapanja bez klasičnih vezivnih materijala. Tkanjem se materijal iskorištava do maksimuma, bez klasičnog građevinskog otpada. A još je zanimljiviji smjer korištenja vlakna koje je razgrađivo ili prirodno. Moguće je da upravo u kombinaciji prirodnog i novih tehnoloških mogućnosti postoji cijelo novo područje.

*Mirta Moravec Matea Pinjušić isp 2122 Protić Spudić*







řž

š š ć

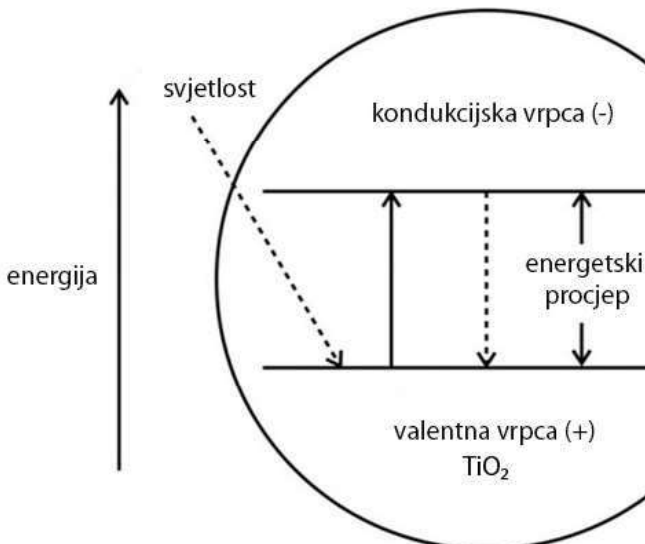


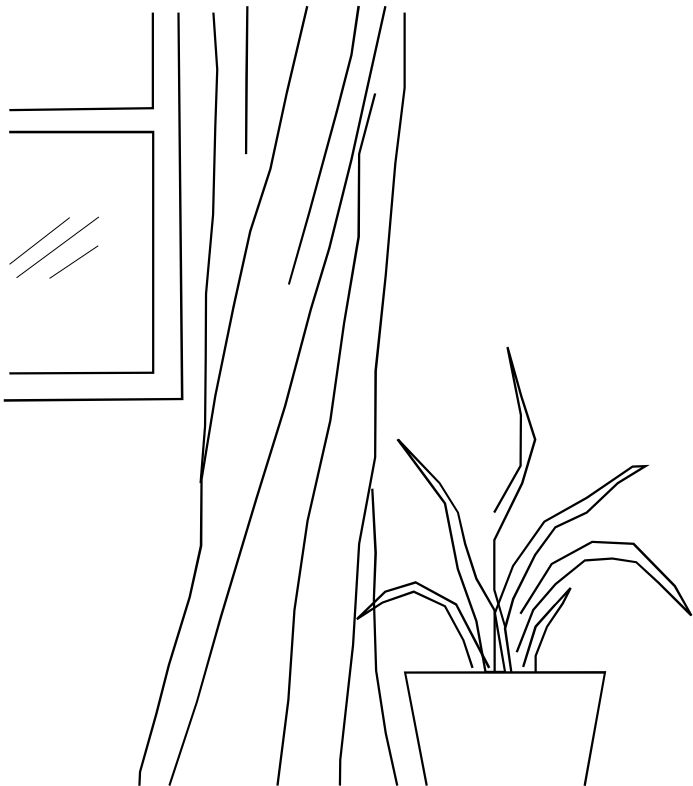
**bOl OcZ Z bZUeI Tj Z**

**ROI Ocr I R RcgI YZe V4kl gj Tr - j rOe 4: 89F6**

\_ćs-Šž -w,fi,° žđfi' μ° ćfi fiv μ° ° y"fi „sfb"fi' „z "řwžs „-s -w-ws μ° v μ° ćz ° t w s ćs 2  
 -fi "z "řfi ° s řs Šž° -wřfi fi t fi v fi μ° đfi 3đ, ° ž' řbćs đus y fi x' fi „sfb"řs fi žs řs žs řy žs v μ fi  
 řsys "ćs s "ř řžs, s 3Us řb"řs fi ž-w"řžs, „-đw, ° žđfi' řs ° Š"đćs μ-w μw wys řt ° y wys đw  
 žwš „u"° s ° vć"° s ćw ° ° t žř"μ° ° 1s" đw řs Šžć° μ w řžē "fi-w, ° ° řwžwš „u"° v 8O' fi „sfb"řs fi ž  
 v ° t "ćs v μ w řy"fi „-s ° fi -w Š° řēw řt vs t "t ° s, ři'ćs μ° v đē-w ři' đfi 3  
 Us vs đē-w ři' đfi ° t s đs x' fi „sfb"řs fi ži w řw, řē μ"fi ° s řwžs "fi đw Šž w fi đřē -w" Š° đřs -fi žwš „2  
 ři'ć μ"° 3e" w řw, řē μ" řb vs ° ° y fi žw řy "žs ři' đć° v ° ° fi řžs, fi "žs řt "fi" -w μs 7 žs v, "s" s 3c sv, "s" -w  
 "řžs ři' řē žwš „ři'ć μs ° ° "w, ři' s 3e" žs v, "s" řs fi řs řē žw řy "žs -fi đ° μ w " fi -fi " ři'ćs ž" s "fi řž" „fi -fi  
 μ-z ° ć° žs řs řy s μ-w fi μ w řw řw, w " „s" -w 8ew, w " „s" -w đw, s đμ-w ° ° y fi ° Šž ři' đfi, s μ" μ w  
 t w ř ° Šs đμ° đfi ° v řsys v μ-s ° ° " s 3  
 O' fi „sfb"řs fi ž đw μs μ° đ' μs Š° ćž "řfi ° v -w w ři-w, ° ° řē v "u° μs "μ° y Š° đřfi Š, s Šžs μ-s  
 ž ři t "s „s° sv ři'ć fi μ fi řb ž đ řs μ vs ž v μ° y Šž° řć° vs „s° fi -w ° ° w, "ćs řs fi, s μ" μ w 8J „ři'ć μs  
 ři'ćs ž-w Šs, "žs μs fi μ fi řb ž" -fi đ, w, ° -s đw Šžćs "Šž w s Š° ćž "μ° v -w w" μs, ° μ fi řy s đw ćw w  
 řs μ -fi fi-w, ° ° u, "fi đš Šžs μ-s 3

z řřš 04ć Ć ř 3k řē "řfi' đfi' fi "iv ř ž v 4

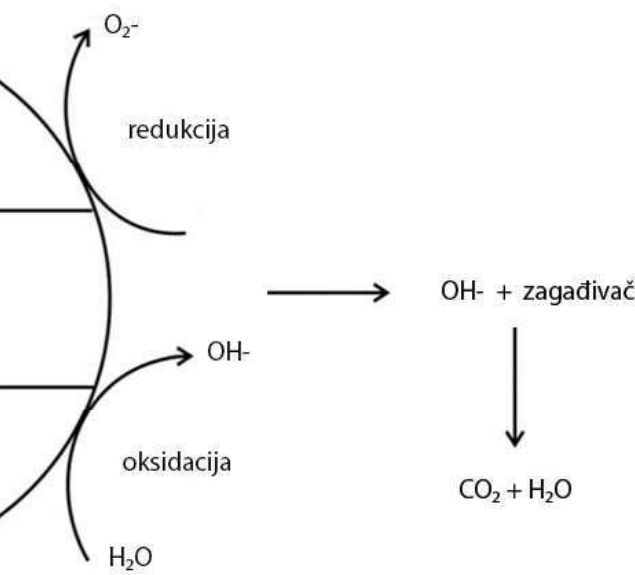




**Vj me S Z/ s OnaTkO4zTO4: 89F6**

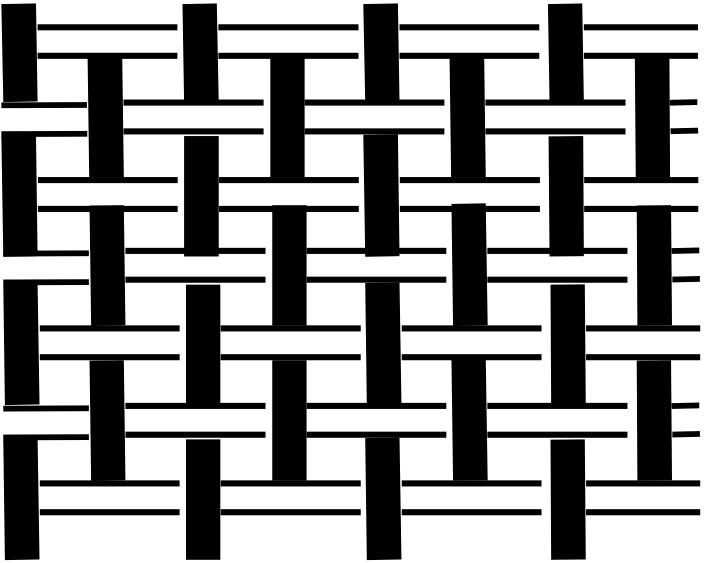
Š, ws -wμwscμ° ° t -sć"°s žvfl"°f°f°wžvs μs ŠždfiŠs μ°° ž-w vμ-fl ts " vμ-wtžs, s fl  
 tsfc° žvμ°° Šž dfi ži3evz μ°° y"-fl -wžtć"°s fl-w, °° Š° d-w μ-z y° v μs ts-w μ°° dē  
 dēvfl "" fl° s fl Nfž Š" J t " 1Š, ws v° t sć"°s " s " μ° čsff ž° s3Sž° v " dēžs "čs μ-s -wtžs- včs  
 ts Šž " sćs μ-wtžs, s P fl μž v l f w, d f " " žs tyžs fl-wfl° t " s-v μw° μw " "čs wtžs, s fl  
 tsfc° žvμ°° Šž dfi ži, s° ff dfl " Z d " x ž s " v v z " v 3  
 evz μ°° y " s " ° s d f " " ts P fl μž v -w d f " " ° s d w, ž-w fl Šž v z° v μ°° Šž° -w ži 3 d s d f " -d w° v  
 Šžw° s ts x fl " s f s " ts s ff žs μs t s t " " μ v ž s " " -d w μ s μ° d μ s f w, d f " 3 U s v s d w s, f l c " s dē -w fl  
 °° -v-w fl-w " μ s fl μ fl f s ž u -w " č s μ -d, ° dē -w fl° . ts c -w d s ž s tyžs fl-w fl° t " s-v μw° μw " "čs w  
 tžs, s fl ts fc° žvμ°° Šž dfi ži 3  
 O fl " s f s " ts s ff ž " d w° Š v μ fl s, " f l c " s -f l d s° ° d fl μ w c°° dē -w fl° fl 1 s " Šž w° s t, " " -w s, w s  
 ž s t c " s f s, ° v ž ž v y " z s μ s fl μ fl f s ž u -f l dē -w fl° d f s

z f f s d z s t ° fl f s, v s 3 i° 4 μ 4 d f l d f s " μ s t " " f o 4 z w s " f z o z s μ v 2 d f l d f s " μ s t " v 2 " c " μ y 4° w w f z y fl μ ž v 2 2  
 f z w ž s " z z s fl ž s " o " μ y 2 fl ž f s " μ

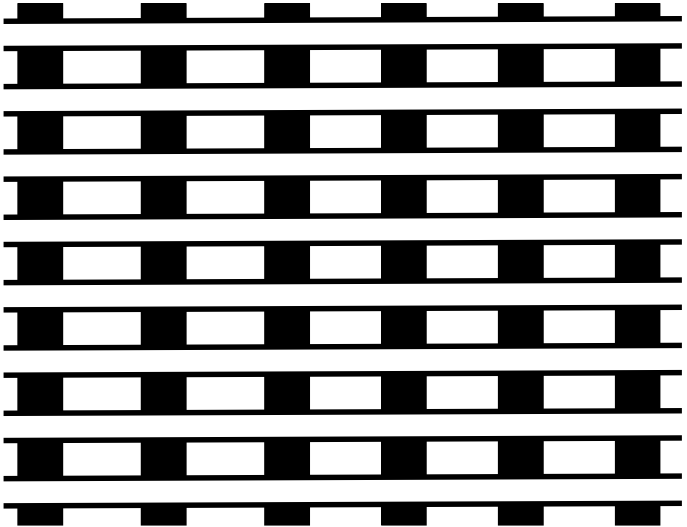


řšž

š š ć



fj, sμ "fw, dfi"



μwf, sμ "fw, dfi"

f "μvflđř-đ, ° -šž° -vμ" "řšž u-đ, z fj, sμ μs 1žšž", fl-w ° fj, sμw" μwf, sμw "řšž u-đ, w  
 ° sřšž-s" vđf ćw "μ" đfl s-wcs 1,, žđřwđwμwf, sμ" sřšž-s" -vž đwv ° t "ćs-fl ° v fl ° -vμ" z  
 đž ć" μs fl ° vs-wtμs μfl řšžw μ đřšžw šžž vμ" ° sřšž-s" s fl đ "đfl ° v s μ" „ z  
 „ w "đ, z đć° -đřšš 1s "t ° y μ" wu-vμwšžž "žć° v μ-wšžž" w "μvflđř-đ, s "řšž u-s řšž  
 ć" đ, fl ° v s μ" „ fl ° řšž žμ đř-šž μs-ć" wμs řšžw-wflžž „ ° ćs μ° wđflus ° s "řšž fs. 1v ° t žfl  
 ° vž "ć° đř ° v s μ" „ z „ w "đ, z đć° -đřšš fl řšž, fl ° flć-wř" s 1° řšž žμ đř ° v vvyžsvs u-w  
 š ° v f g đć-wř" "řšž đćwřw, sžš, řšž đř", wv ° " μs μf μ° s-fl ° sřšž-s" v ° t "ćvμ" ° v fl ° 2  
 -vřμž đž ć" μs 1s řšž šžž žć° v μ-fl řšž, ° sřšž-s" s μs-w wđw, žđřwšž "wđřwžšž" wř" vμ 1  
 μō° μ 1sžš " v μs ć"s, μs 1đřš, "vμs ć"s, μs 1fl y" μs ć"s, μs ššks žšž", fl ° v fj, sμž ° sřšž-s" s  
 „ ° đwřć° žwđšžšš "řšž μ-w μ "ř" "μw ° v s μ" „ fl ćvř fl ° sřšž-s" s 1μwf, sμ" sřšž-s" μ  
 đř ćvřs μ" „ w "đ, ° ćvř ° -vž đwμřř fl ° -vřμž ° sřšž-s" s -wđwvs t "đřć° žžž fj, sμ μfl 3  
 Zs-w w8 wř v wšžž žć° v μ-wřš, ćž ° sřšž-s" s đř řšž, fl wšž "sys μ-włćžř wđš fl z "ćs μ-w  
 ° wř vs μs s řšž-s "wšž-vμ-w 3  
 \_ đ° μwf, sμž ° sřšž-s" s 1ćž-w" đš ° v μfl řř" " s μwf, sμ μw, ° -wđw, ° žđřwšžž", °  
 šžž žć° v μ-wμwf, sμž ° sřšž-s" s 1s " fl sć° "μvflđř-đ" t ° y đć° -wšž ćw s μw° řšž žμ đř μs  
 ć" đ, w" μđ, wřw švžš fl žw  
 ažž v μřř, sμ" sřšž-s" đwšžš, fl „ " μ", sv μw, žđřwřl "řšž u-s" s 1š ° y ° řř ć° μw° μ" s  
 "μvflđř-đ, ° y řřšššćst° y řř ° w-w řř řšž, ć" sřšž-s" μw° vž sćs-fl v ° t žž đć° -w, sžš, řšžž  
 "đř", wř fl řšž, fl ° flć-wř" s " đwřř-ć" đř μs ° v s μ" „ s šřšžw vμs " f g řžš vμ-s 3  
 ššš, 1ć" đ, „ s ° řšž žμ đř μwf, sμž ° sřšž-s" s žvř fl řřšž " μ-ž ° ć° μw ° y fl μ° fl vs đw  
 žšžyžsvws řšř -w° vž "ć° đř y" sćμ" šžž t "w " μvflđř-đ, w "řšž u-wžžwřřř μwš° đř -w  
 ° wř v wšžžvμs -vμw" đ, ° ž řřμž "řšž 1s" fl žžžć° -řř μ" ° y-wřř t " đwř đ, ° ž řřw s °  
 šžž ° -vμ řř 3

z řřš đřžć č č řřwřř" wč ° žřž 3ř ° řřwřř" wč ° žřž 4wš fl žwđřž 756? 4584 t wđřřwřř" wđš μv žμ μ2  
 ć ° ćvμđž μ2 "řšž fl ° μ4









n š -wšžž vμ° s fivž's" v° t "čvμ° v "ć° flμ-đ, wv"s, wifř° ć -wy žflμs 3gflμwμ° ć"s, μ° -wšž fivμ š° tμs fl, s° „ wšs flμ 3U wšs flμ đwčs đf -"° v s° "μ° „ đw"μs đš° -wμ'z šwš fl v μ" ćvčs° s 3\_đ" fly"-„ s 1ć° v", s 1, "đ, s" v fl „ s đs vž " " đf" š° žj " μ° „ đw"μwšž đf fl μw fl ć fl μ" đf fly"sćμ° y"° s tμwlv° „ đč"s " s fly"sćμ° ° s"ws" μ° „ đw"μwđkt° y fl y -w ć fl μs žwš fl ć μ° s° ° žμs 3a° " wžμ" đf đf s ć fl μw-wć"đ „ ° s° ° žs μ 1° v μ° đμ° ? : ) 3

Ož" „ s đ° -đfćs ć fl μw

\_ fš° žμ° đf

gflμs -wžwš fl ć μ° đst° ć"s, μ° 3Z"đ, w-wć"s μw ćžđf w t t° y žwš fl ć μ° ° s° y t ž° -s ć° 2 v" „ ćz ćvčs 3U vs vs s đš đ ž "žs ć"sy fl 1° ° w, fl"wc° v μw đš žwčs μ° fivšs -fl v° ć° "μ° š° " wš vs đwžs t v ć° -wvs "t s t° ć fl š ž w, "v t μs s -μ° y t ž° -s ć° v" „ ćz ćvčs 3V° ° "wμ-w"z "v ž° "t s ° ćz "μ fivžš° " wžμ"z đ"s šžć"s wμ-s fl t ž° „ fl -fl t fl t žμ-wć"s „ μs " žv t fl "fžs -fl y fl t "fj, ° ° ćžđf w° „ ž° y ć fl μw μ° y° s fivž's"s 3 šs „ 1ć fl μs -wć"đ „ ° wš đf s μ° s fivž's"3

R'yž đ, ° š đ, s šžž vs

gflμs " s ć"đ „ fl đš° đ t μ° đf fl š° s μ-s ć° v w t t° y š° s ž w f s š wš fl v μw đ, fl š "μ w l ć w t s đ " " s° ° ž μ w š ž ž v w š° " wžμ° y đf đf s ć s 3a v š fl v μw đ, fl š "μ w" đ "μ w l ć w t s „ š ž ć s w ° ° w, fl"wc° v w „ -w fl"t w fl š° " wžμ" đf đf s ć s „ s μ s 3f ž wš fl ć μ° đ f z° ° ć ž w μ fl ć fl μs ° ° wž t ć f f đ f s fl „ w w, fž' u f w f s

P fl đf s

S s ž wš fl ć μ° ° s fl y fl đf fl " đf y s đf l ć s „ μs "sys μs đ° t t ž° ° μs μ-z° ć fl ć v "ć fl f w "μ fl 3

g° v "ć° đf fl š "μ w" w w, fž' u f w f s

S s μ đ, fl ć° v "ć° đf fl š "μ w l s fl t f t t° y đ° -w đ f l, fl ž w t s v ž s ć s š fl μ° t žs „ s fl v° v s fl μ° v° š ž μ° đ f fl š "μ đ, ° -t° "s u"° s fivž's"s 3g fl μs -w"t° s fl ž 3

M° v μ t -đ, s đ s t "μ° đ f c

S s đ s t fl v° v μ t -đ, fl đ s t "μ° đ f fl y s đ w's „ đ, fl š° s 3a fl μs μ-w" đ, fl š° s μ-w μs đ f s -w vž š° v° w s μ " „ v-w° ć s μ-w 1, s° fl -w° "w s μ-w fž w μ-w" š ž f l s, fl š ž đ f μ° đ f fl š "μ w "ć"sy w l° s fl μ w v μ u" fl š° ° "us μ-s „ ž° w μ đ, "z° v-wš l s ž f t° ć " fl đ, "us đ w" đš ž wš fl " đš ž -w s ć s -fl v s đ wć"s „ μ° ć žs fl fl š ž ć t "f μ" š° s s-ž° ž v t fl "fžs fl" w v s fl, s μ μ s š° đ f s -w v w t "s "° s μ-s 1° v μ° đ μ° đ, fl š° s đ w" "us 3

U w "đ, s đ° -đfćs ć fl μw

f "μs „ „ đw"μs " fl "μs

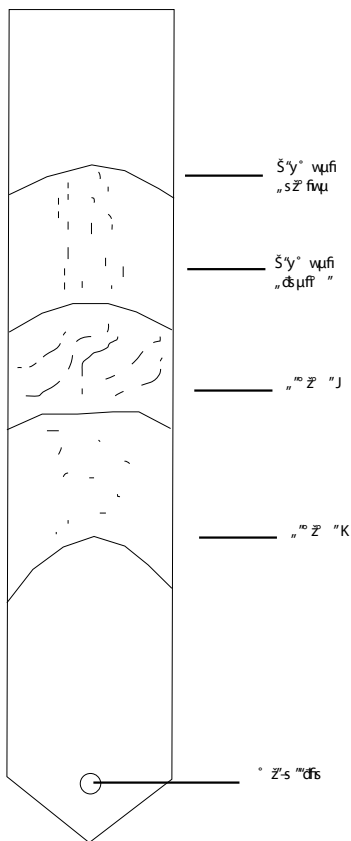
U° μ μ w fž s μ w „ đ w"μ w° f w fl -fl -vž z "v ž° "žs -fl ć v t w đ " " v° „ ć w ć w t w đ s t ž° -w v μ w „ đ w"μ w μ w fl f w fl μ s fl 3 v s „ đ w° f s š s fl s „ s μ" ° fl š "μ s" s 3

f f w s -đ fl μ w ć w đ -w f l "ć ž w μ s

M fl y° f s -μ° t "s y s μ-w đ f μ w ć° -đ -w f l đ f -s „ đ s t "ć s „ μ s 3

f š ž s ć° t t° y° ć s „ ć z đ° -đ f s ć s ć fl μs -w t fl t w μ° š° ć° s μ° s fivž's"s t s š ž° t ć° v μ -fl ° v -w w l s "t fl t w μ° μ w đ° ć° s μ t s "fžs u-đ, w š ž° u w đ v v fl w y ć ž w μ đ, ° y fžs -s μ -s 3





čfš u° µsžµ° “ fiµ, fi w° ° fššs° fi 3cst° včs-sµ-w,, ° Š° µµµfi v° “st°  
 s,, ° Š° čfi -wžst°,, wfi µ-z° č° -žwšfičµ° -fi Š°-č° čfi fi včs ° fššs° s3  
 až°-wµvy° fi ° fššs° „° -wfiw wv° wv° vs°-vy žfi s ŠsŠ°žs1° t s  
 ° fššs° s čw° čššwš s ° -wčfi ° vč° -vµž „° Š° µµµfi čw° “vµµfi užš  
 č°fi s “µ° 3\_ vč° -vµw „° Š° µµµfiw Š° -sč°-fi-fi čw „s° Š° -wµ° µw  
 fi „wµs Šfi fi ° fššs° s3J „° fššs° „° -wfiw wfi -wµ° č° -wžfi µ°-w  
 fi čfš µ-fi ° vč° -fi čw „° Š° µµµfiw µs žsv° č° -sčs-fi “ µs “µ1ŠsŠ°ž  
 čw° ° w° „žµµfi fi žs B5 “ Š° čfi Šs,, Š° µ° č° fi č vžfiy “ ° fššs° ° 3

asŠ°žµs „ž° sfi yžš -s Š° čfš°s -w čfš µvsžvµs šžš, čš žs ° včs2  
 -sµ-w č° vµž č° -wčš s° “µ° „čw° µs1 šwšfi vs1 fiy “ „° z° vžšfš1  
 čwž° “vs1 šfiž° µs “ ° µ° y°ž vžfiy°ž -wµ° čfš čµž ° žysµč, “ž čš° 2  
 -včs3J µ° žysµč, “ „µ° čw fš „° wž ° yfi “s,, ° vč° -fi µs ššš°žfi3

<https://lab-training.com/paper-chromatography/>



đw, fl"su"-w° ° sfwž"-s"fl  
š 5ć ć ć

ažđffšs-fl "fw " "fžšμ-s „ž ť w, đwž" wffl° v"fl "s đ° „ž ť  
° s„đ° s"sm t ž – "fžs u"-đ, "z ° w"-s ° šs sfl „s„° đs„ „š° -w"μ  
ťsvž scs "fžs fi"ć° vfl fl „° -đw "fžs fiμs"st"3asžs"ŵμ° flť ° wεsμ" „  
š° đffšs„ "fžs u"-wlt sc"°s đ° đw"° μ" „w "đ," 1fi3šsš"žμ°  
„ž° sff yžs °° 3

# „F6Ž ć ć ć 89

„ž fiv“° sfvž°s“C

ć° vs  
 ťw° "s  
 Š°sđf' μs t° us  
 đf° „vμ„s  
 ° t "fifl"  
 "flμs„

° žw sđf°s đf°l ćs  
 ž°vfi,s đf°l ćs  
 yfifđf°s đf°l ćs  
 ćfifμs  
 Šs° fl„  
 Š° "vđfivž



Šo dffis, C

a° "ws° ° c° vfi "tṽ "fl3ažvš° ° c° ° Š"sdfi" ṽfi  
 t° ufi Š° Šžw μ° -° d° μ° ṽfi Š° ° c° ufi dγž° ° μs° Š2  
 s° "wš° dšc° ° fl dš "ṽμ, fl3Sš flμ° ° t° ufi ° t"flfiv° s  
 "μ-z Šžw-w° ° -wsc"μ° ° c° vw"tṽ "v8Usvs d°  
 v° "fi" ṽμfšs "šž uwd" žv fl"šfifl° "dfi° ° dš "ṽμ, fl"  
 t° ufi "dfi Šž uwdŠ° μ° c° ° d° dšf, ° "šs u"-d, z  
 ° w"s3



ššs sm-c

ff -w° w"-žw "ff tšzcšfi" sm-w "ššš 3c"-wf, s dš fl cš -w° d° "ššš tšvž s°s"  
 v° dš c° vfi d° -° Š° žs° s3zš-tšμ" "-c°-wžv fl"šfivv° t° s° dš° ° v c fl μw"Š° "wššš 3  
 až"" ° "ššš-wššš μ-s° -wšc" μwμs c fl μfl 1° μs -wš° fš fl μ° tšvž s°s c° vfi d° "ššš ff" ° "ff" w  
 v° "s tšs° d° -s z° ž° d°, Š μs d° -dšš 3ew, μs, ° μ 75° "μifš dš-s μ-s -wšž° Š fl dš" s c° vfi "  
 tšvž s°s c° w w wššš "ššš 3w-wšc" μs -w, ž° t° Š° "wššš 3ž°" s "t° μ" μ° t° ž° 1s tšμ" "-2  
 c° -wvs -wf, sm-w° sššš "s°s fš, ° ž°-wf, ° vs -wšž° Š fl dš" y° ff c° d° w wššš "šššš, ž° t°  
 dš v8





Š° dfflŠs„C

\_t-wčzčw "fvžŠsŠ"š "žw w° ° fl Šžć° „flfμ„° vy° čsžs-fl "z v° wμt°s vs° ° wč"dfi  
fl Š"sdfi μ°-Š° dīv"3Zs vμfi ŠsŠ"š° fi,"μw° ° fē „flfidx„ flđμ°° ff μ°° ts flt°ž„ t sž7  
u° ° v čžs dffsμ"uwfē „flfš3  
a"sdfi μfi Š° dīvfi "čšfiμ° °° -wsć"μ°° suwfi μs "s„° z° "s fl°° -wfi 6B1s ć"đμwμw„° 2  
"° uμfi" wfšž3  
f° ° fl sžfi čš° w-w° ° "čfđs„° z° "° 3M° t "čwμfi đ -wfi Šž u°-w" ° 3  
f s„° z° "fi° ff Š"° ° "flđ, fl W+W t°° t° μs3  
\_ff Š"μfi t°° t° μs "° ff Š"μfi "čš μs„ sŠs° ° μs x° „flđμfi ff „fl ts flt°ž„ μs Š° -w"μ°°  
ŠsŠ"zfi3dy° žμ-wčš μwššŠ"š ts "wš"° -fffi3asŠ"ž flž" μ" ° fš„° vs -wčž s„ fW„ μW„° 2  
"° °° fl° ff Š"μ"1-fifi° ć-wđ"° ° " w„s° ° 3





ts, "fl s, C

f t° ž, ° ff Š"μwt °° t° μs žt°" d wŠ° ŠsŠ"žl "fb-wŠ° „fldt ° μwldš-wsμ3f tž° „ ff° w  
 -wt "s μwsvw, čsfμ° dfi "fžsu'č, ° y ŠsŠ"žs „ ° Šžw's, ° flŠ"s č° vfl3\_ ff Š"μs "dfb -wvs"s  
 ° s"° t° "wžwł fl'fbfwłt ° y čw wyflđf w° ff Š"μwls" -w° Šwřtt ° y μwsvw, čsfμ° dfi ŠsŠ"žs  
 μw° č° "μ° v° tž° žt°" "s, ° ž° "wfl "dfł3



spekulacije o materijalu  
**elektromagnetizam**

Prilikom istraživanja različitih metoda filtracije, kao iznimno potentna učinila se tema privlačenja čestica korištenjem elektromagneta.

*Mirta Moravec Matea Pinjušić isp 2122 Protić Spudić*



Going soft, Sheila Kennedy  
Strategije dizajna za novu materijalnost energije

U ovom projektu obična zavjesa pretvara se u set tekstila za prikupljanje energije, koji se može pomicati kako bi se prilagodio promjenjivim prostornim potrebama života i rada kod kuće. Središnja zavjesa ispod krovnog prozora može se spustiti kako bi se stvorila trenutna soba ili podignuta kako bi se formirao mekani luster koji definira prostor u otvorenom dnevnom prostoru s poluprovodničkom rasvjetom. Perimetarske zavjese pomiču se vodoravno duž južne ovojnice zgrade na standardnoj traci. Budući da su vodilice i zastor uvijek povezani, put je strateški izbor za distribuciju obnovljive istosmjerne električne energije prikupljene zastorom.

Soft cities, urbano je istraživanje soft housr koncepta, vezano i za ograničenja i za prednosti savitljivih organskih fotonaponskih materijala (OPV).

<https://inhabitat.com/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/solar-textiles-kva-matx-soft-house-by-kva-matx-soft-house-soft-house-by-sheila-kennedy-sheila-kennedy-kva-matx-solar-textile-house-electricity-generating-textiles-solar-powered-house-3/>



## elektromagnetizam istraživani primjeri



Programabilno vlakno, MIT

Istraživači s MIT-a stvorili su prvo vlakno s digitalnim mogućnostima, sposobno osjetiti, pohraniti, analizirati i zaključiti aktivnosti nakon što se ušiju u odjeću.

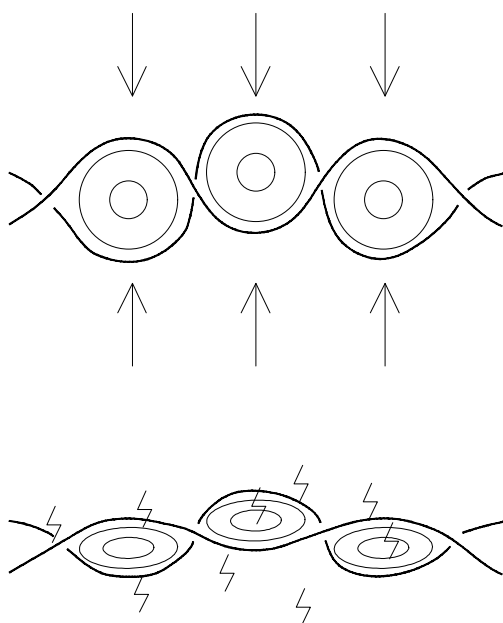
Vlakno je samo po sebi tanko i fleksibilno i može se provući kroz iglu, ušiti u tkanine i oprati najmanje 10 puta bez da se ošteti.

Digitalno vlakno također može pohraniti mnogo informacija u memoriju. Istraživači su mogli napisati, pohraniti i pročitati informacije o vlaknu, uključujući 767-kilobitnu datoteku kratkog filma u punoj boji i glazbenu datoteku od 0,48 megabajta. Datoteke se mogu pohraniti dva mjeseca bez napajanja.

S ovom analitičkom snagom, vlakna bi jednog dana mogla osjetiti i upozoriti ljude u stvarnom vremenu na zdravstvene promjene kao što su respiratorni pad ili nepravilni otkucaji srca, ili dostavljati podatke o aktivaciji mišića ili pulsu sportašima tijekom treninga.

<https://news.mit.edu/2021/programmable-fiber-0603>





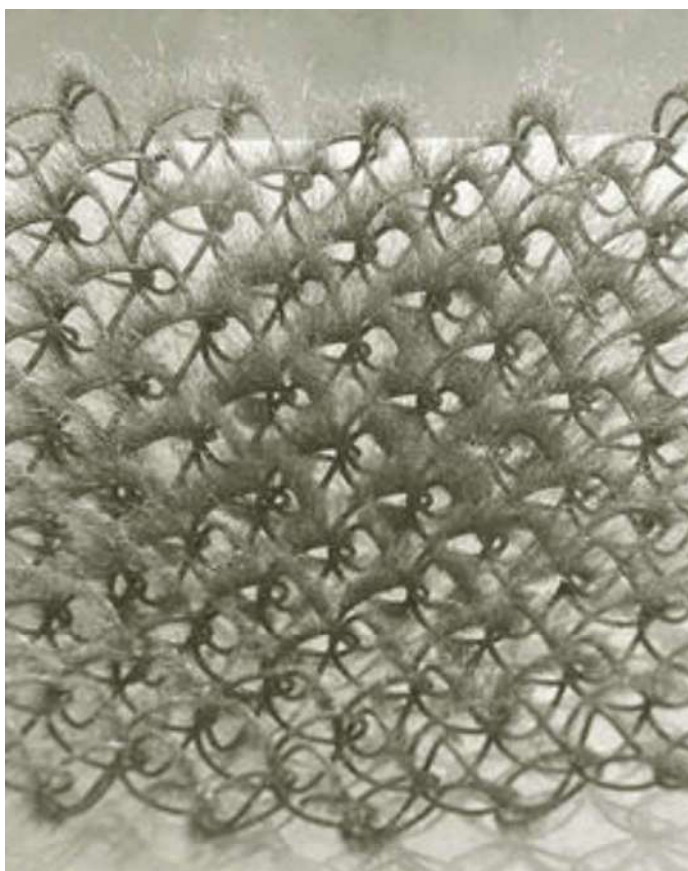
### Tekstil za proizvodnju električne energije, Chalmers Sveučilište Tehnologije

Istraživači Chalmersa Anja Lund i Christian Müller razvili su tkaninu koja stvara električnu energiju kada je rastegnuta ili izložena pritisku. Tkanina trenutno može generirati dovoljno energije da upali LED žarulju, šalje bežične signale ili pokreće male električne jedinice poput džepnog kalkulatora ili digitalnog sata.

Tehnologija se temelji na piezoelektričnom učinku, koji rezultira generiranjem električne energije iz deformacije piezoelektričnog materijala, kao što je na primjer kada se rastegne. U studiji su istraživači stvorili tekstil tkanjem piezoelektrične pređe zajedno s električno vodljivom pređom, koja je potrebna za prijenos generirane električne struje.

<https://www.youtube.com/watch?v=8kAchXoQaz0&t=93s>

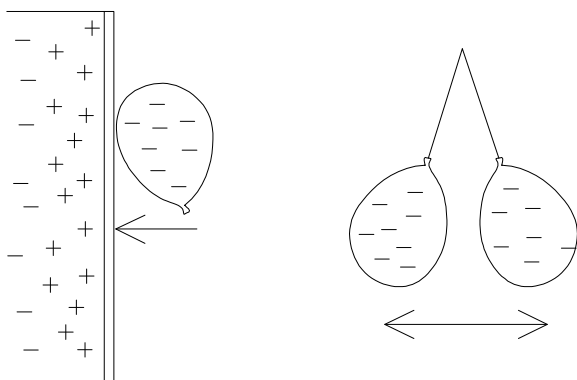
## elektromagnetizam istraživani primjeri



Dusty relief, Francois Roche

Projekt se oslanja na lokaciju u kojoj se nalazi: Bangkok. Bangkok je vrlo prašnjav i siv grad. Oblak onečišćenja, ostatak CO<sub>2</sub>, filtrira i standardizira svjetlost samo u sivim tonovima. Roche projektira posebnu ovojniju (detalj prikazan na fotografiji) koja putem statičkog elektriciteta navlači na sebe prašinu i tako čisti grad. Osim što ga čisti, poetično prikazuje njegovu nečistoću na svojoj fasadi, rastom debljine sloja prašine kroz vrijeme.

<https://www.new-territories.com/roche2002bis.htm>



## Statički elektricitet

Statički elektricitet nastaje za vrijeme izgradnje električnih naboja na površini. On je statičan, nepomičan, jer ne postoji ni tok istosmjernje niti izmjenične struje. Dvije su tvari prisutne pri nastanku statičkog elektriciteta. Jedna tvar ima površinu negativnog naboja, a druga tvar ima površinu pozitivnog naboja. Izgradnja naboja tih dviju tvari potiče atome da se privlače ili da se međusobno odbijaju.

Kad se različiti materijali trljaju jedni uz druge, elektroni mogu biti 'izbijeni' iz površine atoma jednog materijala i mogu se prenijeti na površinu atoma drugog materijala. Tako površina jednog materijala ima više pozitivnog naboja, a površina drugog materijala više negativnog naboja. Kada se balon protrlja uz vunu ili neku drugu tkaninu, on dobiva elektrone vune i postaje negativno nabijen. Balon se tada može pripojiti uz neutralnu, nenabijenu površinu, jer negativno nabijeni atomi žele biti uravnoteženi. Taj se efekt može vidjeti nakon trljanja cipela o tepih i potom dodirivanja metalne kvake na vratima. Ako se izgradi veliki broj negativnog naboja, oni će poskočiti i izazvati iskrnu koju možemo vidjeti i osjetiti kad dodirnemo neutralnu površinu metalne kvake na vratima.

Statički elektricitet najlakše nastaje u okolini ispunjenoj suhim zrakom. Molekule vode u zraku mogu spriječiti izgradnju naboja na površinama. Međutim, u uvjetima ekstremne turbulencije koja se javlja u većini oluja, može se dogoditi sasvim suprotan učinak. Masivno međusobno bombardiranje između molekula vode može uzrokovati dobivanje ili ispadanje elektrona, odnosno može uzrokovati statičnost. Kada ta statičnost postane dovoljno velika, negativni naboji bit će privučeni na tlo kako bi se uravnotežili. To privlačenje je vidljivo kao munja. Dok se povremena iskra od dodirivanja kvake može činiti beznačajna, tijekom cijelog procesa nastajanja statičkog elektriciteta može nastati značajno mnogo energije.

w/w, fiž° ° syµwfiłs°  
 š š ć



**SMA SMOCKING, ACTUATORS**

Už t° ° cs-w, dšwž° wfi° ° w° ° ćv-wfi° „s„ ° dww/w, fiž° ° syµwfiłs° flł Š° ° ° đ s° s2  
 fvž°-s°s° ° wšž° -wfi°fi° „v° ° v vžµwžwµfiwžšžwfs u°-wfs v°u° µs°µ°z° wfi vs° t° „° ° ° csµ-s  
 fv, dfi°s3f µs dšć, fl d°-wv°° Š°đš° dffiš„s3  
 d° ° u, „µy -wdfš ž fv, dfi°µs fvzµ„s „° °-° d wfi, sµµs d, flš°-s fl° vžw wµ°flł° žš„ „s„° t°  
 d wdfć° ž° 8v fl, žš dµ° flł° žš„ µs fv, dfi°fi3ewzµ„s -wdfi° „s „s° „µčš°žs u°-s tš° ° cs-w, dšwž°2  
 ° wfi„ „-đ° ° u, „µy žwµfiwžšžwfižš dfičžw µµ° fvzµ° „y°-s° s3ks dč sfuz -w„ „ž° fvµ° s°  
 flł° žš„ 1fš„ ° vs Š° dfi°-wčš° ° 9 fl „wđ, flš°-sµ-s3e° „wđi žštvc° -wµwš° 8 u° 1 fl „µ°  
 vfi°-µfi v°-sy° µs°w„ „ 9u° 3dWJ dššžšžw° s fl „° ° svwvfi „µw9 u° 3  
 ks° ° cs-šž° -vžičš° -wč° dfi µsšžšć°-wµ°ć° v°-č° µsć° -w° 3J „fvžµsfičµ° d w° ° yfi dš° -fi°  
 „us° s° „vžily° °ć° v° „° s3\_ćs-„ žily wš° °ćfi „čw„ fl dšžfi-fl-6s. 1 dfi ys dš° -µ° s fvž°-s°  
 ° ° žš-fl t° fičž° °ć° v°-č° -µ°š„ „ fš° ž3f °ć° ° -wđfi s-fl „ž° fvµt s„ žwµ„ „ µs u3  
 až° čžfi° ° žfił đ s µs ° tµs wµfi fi „ fl fi, sµµwž\_ć° wfš„ „ vžt° fi° w/w, fiž° µs čwłs  
 đć° v°-č° „° µwµ 1 dfi ys fiwł s Šst° fi vs µsšžšć° ° čžfiw sć° čwšksčw w° ° „žš-  
 ° vžw w° ° „° µs u3  
 ksfi° Š° µ-w° ° d vžily° y „žš-s đ s3až° čžfi° ° °ćs-„ žš-µs vžilyfi° tµs wµfi Š° t° u°-fi µs  
 fi, sµµw„s„° t° đ° ° ° y° dš° -fi° „ž° „ v° „° Š fl3  
 f° °ć° Šž° -vžičš° -wµwfi° dfi fl „čwµwµs° dµ° ćµfi fi, sµµfiłs° „z fš„ „ vž° ° wfw° dšć°2  
 fi vs Š° fišs-fl µs dšš µ° -dššµ° fi, sµµwž° v°-čwµfi° µ° dfi „š° žšµwł dfi ys fiwł s Šst° fi vs d w  
 µwv° vžfi-fl s„ „ z° dšć° fiwvs „yfił wš

zffš dšć č č 3° t s„ sµfiš fiw° 04šF: 7? =



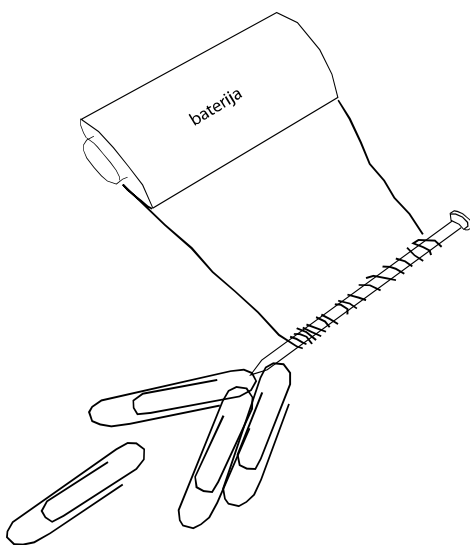
**Z'eTgrOkZd gl gj 4ORl mOl gj k4: 89B6**

\_čs→wμ° dčsčsμ° ° fl ž,° žčfl° v° v fl ts č° fl° dfl° s° žsμfl "ufi° ° fšμfl fl° s"fl  
 tsč° -μ"ufi ts wW, fž° sywfl" flžč, fl "y"fl -"yμw° ösd°. ts dčfl, flžfl "Š° fš° žl3M° vs Šžfl s  
 wW, fž° "° vč° -wμfl° dfl° "° "° -wčwtsč° -μ"us° ° w"° "žwš fl" "Šž" sfl č° fl čμsyfl3  
 N'w, fž° μs č° -čfcs v° vw° ° yfl fl-fl vs dμpsšs-s "čš dflšž fμwdfšsμw° "° "° žg° v° č" dfl  
 ž° "° čš° -wμ" Šžw,° v° v wšs" μ" dfl wW, fž° μ! Ušs-wč" w° s° žsμw "uw,° -s -w° ° fšμs fl  
 ° s"fl čžčfl tsč° -μ"ufi dfl° y° -wμ" -μwž° žsμ". "flč" -wμ" "ts" w° "wμ" fl° s" wšžčflwμ° čw,° -  
 Š° dčs-fl "wW, fž° μ" "° μfš, fμ" č° v° č" ts wW, fž° sywvfd, fl tsč° -μ"ufi1, s° "čš° -wč" ž° w fl  
 tsč° -μ"uw" v° vμw° d3

R fšš džžč č č 3J° t s,, s μfl fl w "ö4-bF: ???

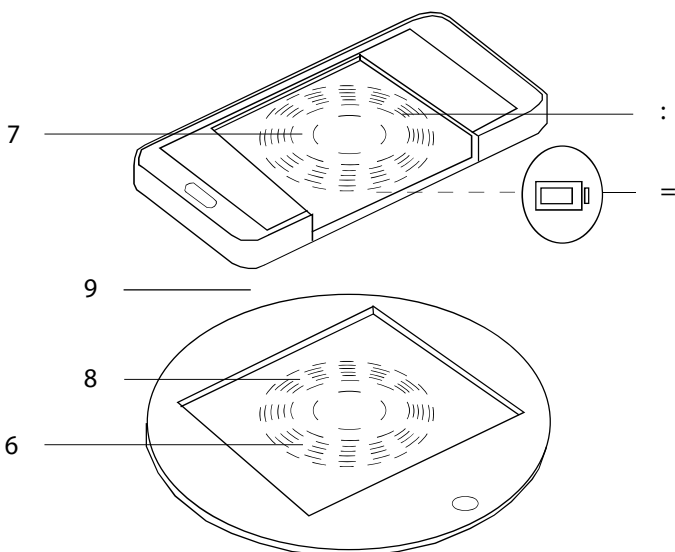
# Wł, fł ° syµwłłs °

š š ć



## TcTbI j gd OVe TI Ž Od

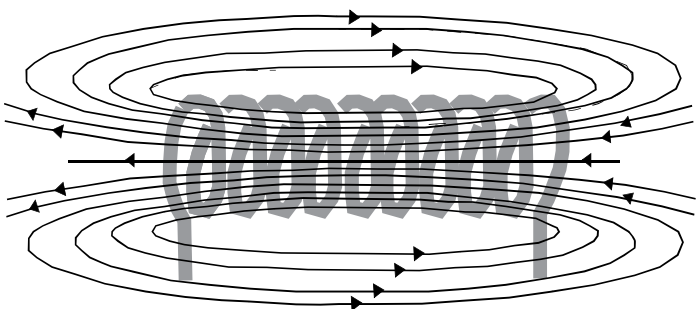
Nł, fł ° syµwłł dżst °, fl-fl ° v fłs-µłz ° syµwłłs ° fl ° w fl ° -wł ° fłwt sµ Šž fl °, wł, fł ° µwµwłż °-wvs t ° ° y ° Šžć °s ° flZs Šžć °-µł ° dfl ° v łsć °-µł ° µwµs Šžć °-µw ° ° v ° "uw, ž ł °, ° fl Šž °sł ° dżfl-s3a °, žwµ ° µst ° ° dłćsžs-fl ° syµwłł, s Š ° °s1šs °, svS °, ž ł łsć °-µł ° "uwł ° włfl wł, fł ° syµwłł Šž °sł ° wł, fł ° µs dżfl-s1łsć °-µł ° uwłwł ° µs s2 ° fl Š ° Š flfl ° syµwłł 3Usvs dżfl-s Šžwłł µwłwł ° łłsć °-µł ° uwł ° wµwv-włfl-fl °, s ° ° syµwłł Nł, fł ° syµwłł dż °, ° ž dżwł ° µ ° y ° wł, fł ° µ ° ° flžw s ° ° s °, svS dfl ° syµwłł, w d ° wł ° fłwt µwł ° ° łs °, žsfl ° ćž °-wł ° wł



- 1 Prijenosna zavojnica
- 2 Prijamna zavojnica
- 3 Struja u prijenosnoj zavojnici
- 4 Elektromagnetno polje
- 5 Struja u prijamnoj zavojnici
- 6 Punjenje baterije

## knObg Se Tne Ohj Žl aTe OTcTbI j gd OVe TI O

dflćžwł ° µµs flwµ ° ° y °-s flćwł °, włwł ° dłsµ-s µs wł, fł ° syµwłłłs Š ° zžsµfl ° µł ° ž ° su-s Š ° ° ° fl flžw s-s łs ° syµwłł, ° dµ ° sµ-włZs Šž ° -wł °, svS dčžwł ° ° Š ° vsfl, µµs fls v 2 ° u ° µs ° µ ° fćžv ° v ° d, ž ° flµs ° s1d ° fl µ ° 1 ° syµwłłł ° žsµ ° ° sv ° ° wł ° s flýžs ° µµ ° dfl µs v ° d, fl flł ° ž ° fl dčwł ° µ ° ° łs dčžwł ° -µµwł ° µł ° ž ° su-wł °-ć ° ° vsu ° dfl ° ł ° ł ° µsžµ ° y v ° y ° fl ° µ ° y ° ž ° flµs ° µ ° y °-wł °, s fl °, ° Šžwł ° žwł ° fl ° ł ° ° Š ° zžsµ-µµwłwł ° µµflwł ° ž ° su-s3Usvs Š ° µ ° ć µ ° v ° zćs ° ° ° flwł ° ° ° wł ° ° ° wł ° ° µwłwł ° ž ° su-wł ° dłwł ° Šžwłł ° žs-fl fl ° ł ° ć ° ž µ ° t ° µsžµ ° flł ° ž °, 3dłžfl-s ° °-s Šž ° sł ° °, ž ł d, ° Šž ° flµs ° ° syµwłłł ° žs flwłłµwł °, ° ° sv ° w ° wł ° s3e ° -wł ° dfl ° Šžµłš ° ° °-dłwł ° ° ž dfl ° fl °, s dłwł ° x ° µ ° s1ć ° v wł ° žwł ° ° žwł ° ° s ° vžly ° ° ° wł ° ° s µs ćžs ° ° ł ° ° y fl ys ° syµwłłł ° µwł, sv ° ° y fl ° ł ° t ° ° µ ° ° flwłł ° ° wł ° ° ž ° fl ° ć ° ž flžw s-s3 Nł, fł ° syµwłłłs ° ° wł ° µ ° y ° ° s fl fl fl dčs °, ° v µwł µfl flš ° fłwt fl °, ° y t w ° µ ° y ° Š flµ-µµ-s flwł ° µs ° flt ° włł 3a ° v ° ° ys łs Š flµ-µµ-włłł ° žs ° syµwłł, ° Š ° °-wł ° ewłł ° µ ° ° s µµwłfl °, ° s dłwł °, ° ž ° µł ° žs dš flµ-s wł ° ° ° y fl fl-fl ° Šž ° fl °, ° dżfl-włNł, fł ° syµwłł, wł ° sć °-µł ° uw flµ flł ° ž flžw s-s ° Š flfl ° ć ° dfl ° ° s ° wł ° ° ° wł ° ° ° µł ° ° ° y fl Š flµ ° fl ° ć w włłw s-wł °, ° fl dfl wł, fł ° µ ° s flfl ° ° ° t ° ° ° z flł ° dłwł ° sž °, ° Š ° ž ° ž ° włwł ° ° syµwłłł ° wł ° wł ° sž ° wł ° sž ° fl dłwł



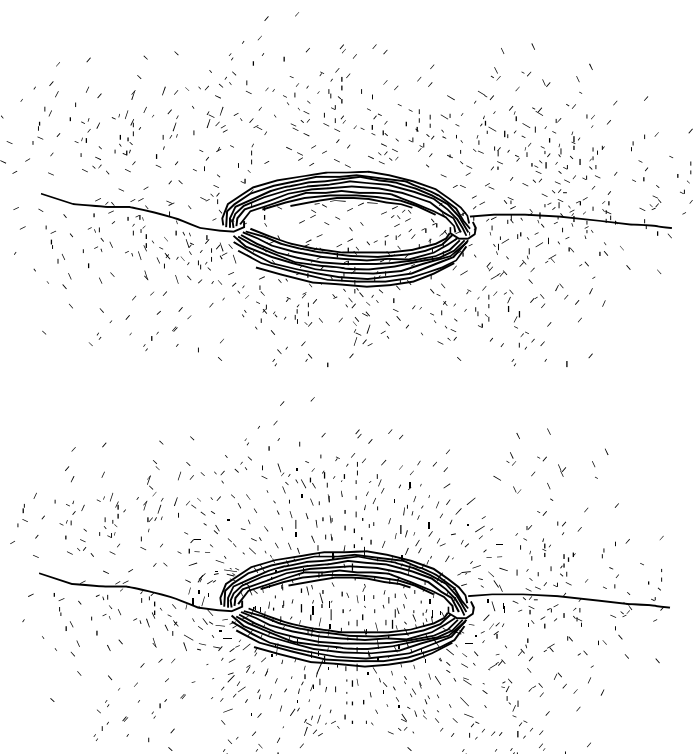
**bObg Ume bRžg e ž O TcTBl j g d OVe TI**

g° v° "čs "us1° t° "μ° "t° "žsμs t s,, žμs1μs° ° fεμs -w° ,, °° vřs "μw "š,, wš "š,, s μs ,, ° fl -w° ° ° fεμs "us μs t° "čs dwd° "vμ° "v1s žv fl "řs-fl w° syμwřd°, ° š° -wtžs "vs-w° v° ° čw ff ,, wšdμs s s° syμwřs "tžsčμ° -wš° čw s μs dt ž° -w° š fl řs ,, ° "" ° d w "us μs° ° fε ° ° "š,, wšks -s w° syμwřd°, ° š° -w "ufl řw t s čž w° ° ° fε ff3

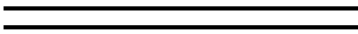
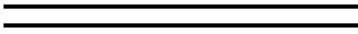
dčs° s řvž°-s1 fl,, "fl fl-fl "" w-wt μ fl "š,, fl w w, ře°° syμwřs1 čs dff° -d w° v sff° s3až°-w μw° ff dwd° "vμ° "v μs w w, ře t ž s1 sff° "fl° vřs "μ° -wt y ž° d fl žs čs° ž w vμ" μs d fl° " μ° 1 μw fl d° -wž vμ" μ fl -w w μ° ° vž w vμ° ° d° -w ř fl 3U svs d w fl č w w d ř fl -s1° syμwřd°, ° š° -w š ž v ž w fl řs š "š ž w fl d° -w š čs s ff° w š d ff° s ff° ° s fl š° ,, ž w fl l č° s fl "d ff° d° -w ř fl ž s d w° syμwřd°, ° š° -w š a° ž s μs μ-w s ff° s d ř s ž s° s° s š° v ž fl -s° syμwř t ž s μ ž s ff° s t ž s μ ž v° ° vμ w š t s,, ° d fl° syμwř t ž° s š° č w s čs d w° d° s μ fl -w d ž s t° μ° ° d ř fl -w ř s,, ° vs -w ,, ° μ ř e° "ž s μ-w° š ž ff° ,, s w w, ře° μ w w μ w ž° -w° ° y fl s,, ° μ ř e° s d μ s y w° syμwřs 3U svs d fl d č w v° vμ w fl d°, s vμ w v° "s t° v° ff° ,, w t s d° vμ -s ff° t μs "vs v° vs č s μ-w w° vs ř μ w d ř fl -w μ w w ž w fl "ř s fl š° č w s μ° ° syμwř t ž° °° 3

K s ř v ž°-w° s-fl v čs š° s1 š° t° ř č μ "" μ w y s ř č μ 3U svs d w t s ř v ž°-s μ w,, ° ž d fl w w, ře° μ° d w d, 2 fl š°-s-fl μs μ w y s ř č μ° ° š° "fl 3U svs d w t s ř v ž°-w fl° w ř μ fl fl ř ž w s -v čs š° s v° "s t w fl ,, ° μ ř s,, fl čs d w t ž° ž° s fl ř ž w s-fl t s ř s ř s ž s -fl "d ř fl -μ° ,, ž fl y "v° š fl ř s-fl "w w, ře° μ° s vs d° t° v μ° fl w w t ž° w fl š° ° čs 3U svs t° d° ° -w μ° d ř s č μ° d° "" "ufl "t ž s č μ° μs d čs,, "žs -t s ř v ž°-w t w t° š ř v ž w vμ -s1° syμwř μ° š° -w t° d w d ř e° ž° 1 s "" t° "w μ w ž° -s t ž t° "d fl ž° s° t s ř v ž°-w š Zs š ž° vμ" d° ,, s° s° ° w° ° č v -w ř ,, s,, d w š° ° ° fl° vřs "μ ž 1 w ž° syμwř fl μ ž w d ř fl u s° ° w fl d ř s ž μ° d fl š ž°, s t s fl v -w° č s μ-w d° s v č° -w č ž fl w ž s t° "ř l z t s c° -μ "us 3f° ° č° š ž° -w ř fl ,, ž° ř μ s -w š° d μ s ř s,, ž fl μs t s c° -μ "us 3U svs d ř fl -s μ w ř w t s c° -μ "u° 1° vřs "μ w w d ř fl w μ s μ-fl μ w ž w s y ž s-fl "" d ř s-fl μs š° t° "u°-fl "" ° -d fl "ž s d ž w μ w μ s š° č ž "μ fl 3a ž "" ° š ž° "s d, s d ř fl -w,, ž t° "ufl d ř s ž s d w w w, ře°° syμwřd°, ° š° -w,, ° -w v -w fl -w μ s w ž°° sy2 μ w ř fl μ w w d ř fl w š μ w d w š° ° " fl fl d, "s v fl čs ,, ž w ř s μ-w° d° μ "us° syμwř μ° y š° "s° ° -w d fl ž w t fl "ř s fl d° -w š š ž ff° ,, s d ř fl -w,, ž t° "ufl 3U ž s μ-ž w t fl "ř s fl -s d μ° v° s ž s čs μ v č v° -č w t° s° μ w ff° ° č w,, ° -d w v° y s s-fl fl μ fl ř s ž°° syμwř μ° y š° "s° s3

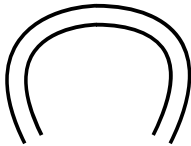
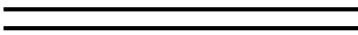
R ff š d 34 w w w ž° ž ř e vs d ř w ž μ 3 N v fl 4 s u 2 w w μ s μ 4 °° 4 w w u ř e°° syμwř d ř fl "





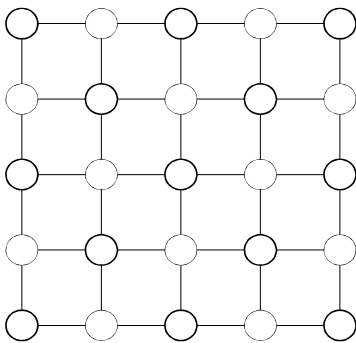


dV9JJ 6

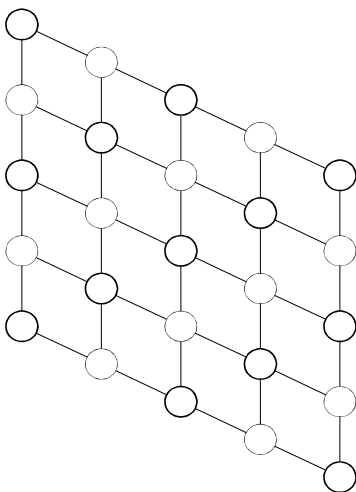


dV9JJ 7

**kd O** -čsŠw° w° žös<sup>mo</sup> ö. μ<sup>č</sup>-w° wfö<sup>μ</sup>z<sup>μ</sup> "wyflžs<sup>„</sup>°-w<sup>o</sup> s-fl čš° č<sup>o</sup> t μ<sup>o</sup> č<sup>o</sup> Šs° vμ-s<sup>o</sup> t 2  
 „,s<sup>o</sup>-f-3csčš° žws<sup>„</sup>ž<sup>č</sup>fš<sup>μ</sup>z<sup>č</sup>ž<sup>fl</sup>„fflžs flμflfšž° s f<sup>vž</sup>°s<sup>o</sup>s. °č<sup>o</sup>č<sup>o</sup>° f<sup>v</sup>μflf<sup>μ</sup>°-f<sup>w</sup> Š<sup>vžs</sup>fflž<sup>o</sup>  
 "wyflžw8Zs-w<sup>o</sup> "μs<sup>„</sup>μ<sup>o</sup>μs<sup>„</sup>°-č<sup>o</sup>č<sup>o</sup>flf<sup>o</sup>w wμs Šž° -vμfl f<sup>w</sup> Š<sup>vžs</sup>fflžw<sup>o</sup>wyflžw-wšž<sup>o</sup>č<sup>o</sup> vμ-w<sup>o</sup>  
 w<sup>v</sup>fl<sup>o</sup>μ<sup>v</sup>μ<sup>v</sup>žy<sup>o</sup>-w<sup>„</sup>ž<sup>o</sup>ž<sup>o</sup>fl<sup>o</sup>č<sup>o</sup>fl<sup>o</sup>  
 a<sup>o</sup>č<sup>o</sup>fl<sup>o</sup>-w<sup>v</sup>č<sup>o</sup>-w<sup>o</sup>č<sup>o</sup>č<sup>o</sup>μ<sup>v</sup>č<sup>o</sup>č<sup>o</sup>fl<sup>o</sup> w<sup>o</sup>ž<sup>o</sup>-w<sup>o</sup>č<sup>o</sup>s<sup>o</sup> "wyflžsC  
 63T<sup>w</sup>μ<sup>o</sup>č<sup>o</sup>-vž<sup>o</sup>Š<sup>o</sup>vμ-w<sup>o</sup>t<sup>o</sup>„,s<sup>o</sup>-č<sup>o</sup>„s6.  
 73M<sup>o</sup>č<sup>o</sup>-vž<sup>o</sup>Š<sup>o</sup>vμ-w<sup>o</sup>t<sup>o</sup>„,s<sup>o</sup>-č<sup>o</sup>„s7.



J f deNZ Se



WJ ceNZ kSe

dWJ ° s fivž's"" dW° cš,, ° Š° μs s-fl -vžŠž"" ° ° Šž° -vμwfw Š vžs fflžw° "vμ-s-fl "č° -fl  
 „žčfs "μfl dčžl,, fflžl3° dū° cμ"žs dš° žw „žfs "μwdfžl,, fflžwμst° cš dws flčfwμ"fi" ° μ -w,, žlfi"  
 dčst ""s μ3Šž"" ° ° t syž's cš μ-s "vyflžwμ-vμs dW,, žčfs "μs "" ° Š° t "u-s fies μdž ž "žs fl ° sžž  
 fivμt "fi2dčžl,, fflžl,, ° -s -w t fl t w μ° dš c "fi" cš3° cš,, cš dčst ""μs t° -vμs ° t "" ,s° s fivž's "s Š° v  
 ffl-wus-wi fiv Š vžs fflžwμst° cš dW Š dWlv° w's dčl' μ° dčl2-vžŠ° v d w s μs ,, "s d' μs w's dčl' μs  
 č° -dčcš μšžyfl° w "s,, ° čv-wfl μ°-wv° d° cμ° dčl s-3

° cš,, cW"vyflžw dWμs -w w,, ° žčfw,, s° Š° ,, žvfs "žtμ"z° w s μ"t s° s fl s c° "s flfi "μv fl dž  
 fž""1ž t° fl u"l t ° μ vμ-vž dč fl l° w "u"μ"1 f v 3

fl μs fl fiv μ fl f μ ° yž μ" vμ - s d s ž 1° cW"vyflžw" s-fl čž° ° t w s cšs-fl fl t fl v fl μ° dč  
 Šž° -vμwfl "ž" ° ° dš w, fžl t s μ" s μ-s 3

z fflš džč č č žl/vμuw "žwifil° 4fl Š "udwpy "μwž"μy 4čz s Šwž w ° žžž "" o

spekulacije o materijalu  
**eksperimenti magnetizam**

Poticaj za ovaj smjer eksperimenata bila je upletena žica u tkanje koja može provoditi struju. Cilj je bio je spojiti teme filtera i tkanine. Strujom stvoriti magnetno polje koje privlači čestice, a one svoju memoriju ostavljaju na tkanini.



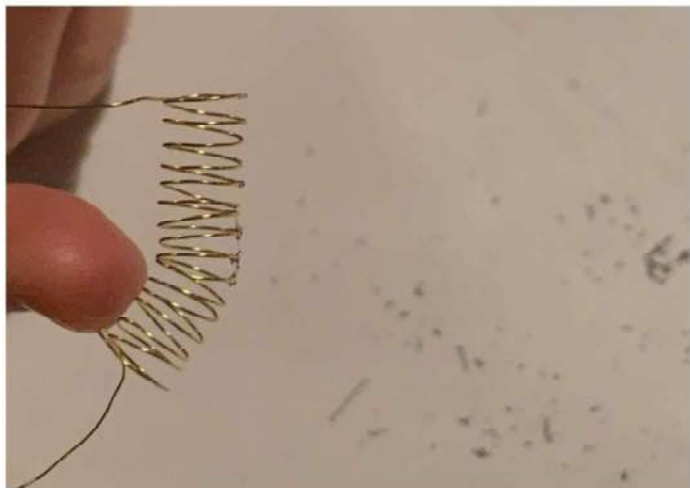
## Eksperiment 01

korišteno:

- metalna piljevina
- naušnica
- prašina
- mesing žica - cvječarska
- baterije
- imbus
- vijci

Cilj eksperimenta bio je spoj teme filtera i tkanine u koju je upletena žica, žica koja može provoditi struju. Stvaramo zavojnicu koju naknadno ojačavamo vijkom i spajamo na bateriju. Elektromagnetom uspješno privlačimo metalne čestice (dobivene oštrenjem noža), metalne čestice pomiješane s prašinom i naušnicu.





## Ekspiriment 02

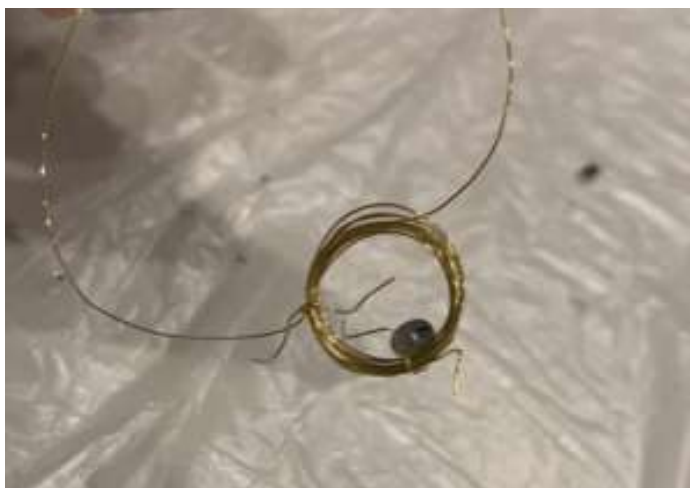
korišteno:

- metalna piljevina i prašina
- 3 magneta različitih jačina
- mesing žica - cvjećarska
- baterije
- šibice

Cilj eksperimenta bio je napraviti plošnu zavojnicu. Ne uspijevamo privući metalne čestice, ali privlačimo magnet. Što je manji promjer zavojnice, polje je jače i magnet se više privlači. Šibice bi izgaranjem trebale biti magnetične; u crvenom vrhu trebao bi biti željezov oksid koji se izgaranjem pretvara u željezo i ugljični dioksid, no eksperimentom nam to ne uspijeva.







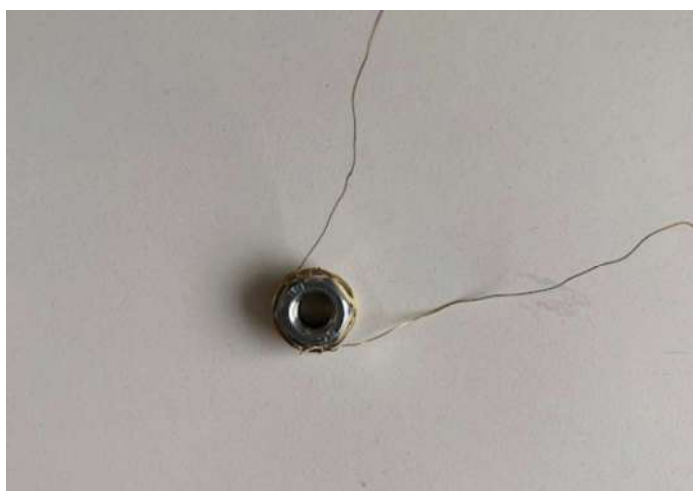
## Eksperiment 03

korišteno:

- metalna piljevina
- mesing žica - cvjećarska
- baterije
- različite metalne pločice
- uzorci eksperimenata iz tkanja

Cilj eksperimenta bio je napraviti zavojnicu koja bi bila upletena u jutenu tkaninu. Spojem baterije na jutenu tkaninu sa žicom, ona se ne zagrijava, što zaključujemo da bi se juta mogla koristiti u kombinaciji sa strujom. Plošnu zavojnicu pokušale smo ojačati različitim metalnim pločicama, no i dalje nije postignut željeni efekt.





internetski izvori tekstil

<https://www.itke.uni-stuttgart.de/research/built-projects/maison-fibre-2021/>  
<https://abury.net/blogs/abury-blog/natural-raffia-fair-fashion>  
<https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/maison-fibre/>  
<https://www.archdaily.com/905231/zaha-hadid-architects-and-eth-zurich-create-3d-knitted-concrete-pavilion-transportable-via-suitcase>  
[https://research-development.hetnieuweinstituut.nl/en/programme-tracks-0/things-and-materials?  
fbclid=IwAR05NatFY6qlxrlPJNTXhWfIjB9tk8wjJZ6XpkW-  
kE5oJBxACVcs2liF9lc](https://research-development.hetnieuweinstituut.nl/en/programme-tracks-0/things-and-materials?fbclid=IwAR05NatFY6qlxrlPJNTXhWfIjB9tk8wjJZ6XpkW-kE5oJBxACVcs2liF9lc)  
<http://dianascherer.nl/>  
[https://www.innovationintextiles.com/digital-fibre-can-collect-store-  
and-analyse-data/](https://www.innovationintextiles.com/digital-fibre-can-collect-store-and-analyse-data/)  
<https://textilelearner.net/classification-of-textile-fibers/>  
<https://textilelearner.net/reasons-for-textile-testing/>  
<https://www.dezeen.com/carbon/>  
[https://www.compositesworld.com/news/livmats-biomimetic-flax-  
fiber-pavilion-opens-to-the-public](https://www.compositesworld.com/news/livmats-biomimetic-flax-fiber-pavilion-opens-to-the-public)  
[https://www.dezeen.com/2019/01/16/bastian-beyer-knitted-design-  
material/](https://www.dezeen.com/2019/01/16/bastian-beyer-knitted-design-material/)  
<https://inhabitat.com/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/>  
[https://www.ditf.de/en/index/applications/architecture-and-  
construction.html](https://www.ditf.de/en/index/applications/architecture-and-construction.html)  
[https://www.ditf.de/en/index/more-informations/cellulose-fibers-  
against-climate-change.html](https://www.ditf.de/en/index/more-informations/cellulose-fibers-against-climate-change.html)  
[https://www.dezeen.com/2020/02/10/asif-khan-expo-entry-portals-  
dubai-expo-2020/](https://www.dezeen.com/2020/02/10/asif-khan-expo-entry-portals-dubai-expo-2020/)  
[https://www.dezeen.com/2019/11/29/robotic-fabricated-hybrid-  
bridge-technology/](https://www.dezeen.com/2019/11/29/robotic-fabricated-hybrid-bridge-technology/)  
[https://www.dezeen.com/2019/09/14/kengo-kuma-bamboo-ring-  
carbon-fibre-va-london-design-festival/](https://www.dezeen.com/2019/09/14/kengo-kuma-bamboo-ring-carbon-fibre-va-london-design-festival/)  
[https://www.dezeen.com/2019/05/08/university-stuttgart-biomimetic-  
pavilion-bundesgartenschau-horticultural-show/](https://www.dezeen.com/2019/05/08/university-stuttgart-biomimetic-pavilion-bundesgartenschau-horticultural-show/)  
[https://www.dezeen.com/2017/04/12/icd-itke-research-pavilion-  
university-stuttgart-germany-carbon-fibre-robots-drones/](https://www.dezeen.com/2017/04/12/icd-itke-research-pavilion-university-stuttgart-germany-carbon-fibre-robots-drones/)  
[https://www.dezeen.com/2016/08/02/wall-climbing-mini-robots-  
construction-carbon-fibre-university-stuttgart-achim-menges/](https://www.dezeen.com/2016/08/02/wall-climbing-mini-robots-construction-carbon-fibre-university-stuttgart-achim-menges/)  
<https://civilingineeringnotes.com/fiber-construction-material/>  
[https://theconstructor.org/building/building-material/carbon-fiber-  
building-material-properties-uses/38893/](https://theconstructor.org/building/building-material/carbon-fiber-building-material-properties-uses/38893/)  
[https://www.archyworldys.com/flax-fiber-pavilion-woven-and-built-  
by-robots/](https://www.archyworldys.com/flax-fiber-pavilion-woven-and-built-by-robots/)  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-58745-0\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-58745-0_3)  
<https://urbannext.net/buga-fiber-pavilion/>  
[https://issuu.com/yuliya\\_baranovskaya/docs/  
knitflatables\\_ybaranovskaya\\_2310201](https://issuu.com/yuliya_baranovskaya/docs/knitflatables_ybaranovskaya_2310201)  
[https://www.gurit.com/en/our-business/industries--markets/building-  
construction](https://www.gurit.com/en/our-business/industries--markets/building-construction)  
[http://repositorij.fsb.hr/  
713/1/17\\_07\\_2009\\_Danijel\\_Drezga\\_Zavrsni\\_rad\\_2009.pdf](http://repositorij.fsb.hr/713/1/17_07_2009_Danijel_Drezga_Zavrsni_rad_2009.pdf)  
[http://repositorij.fsb.hr/  
466/1/19\\_01\\_2009\\_Luka\\_Ribaric\\_Diplomski\\_rad.pdf](http://repositorij.fsb.hr/466/1/19_01_2009_Luka_Ribaric_Diplomski_rad.pdf)  
<https://netcomposites.com/guide/reinforcements/multi-axial-fabrics/>  
<https://3dprintanje.hr/proizvod/paht-carbon-fibre-1-75mm-500g/>  
<https://www.silviovujicic.com/>  
[https://www.idisturato.com/blog/2016/09/18/muzej-apoksiomena-  
bijela-soba-razgovor-s-vanjom-ilic/](https://www.idisturato.com/blog/2016/09/18/muzej-apoksiomena-bijela-soba-razgovor-s-vanjom-ilic/)  
[https://www.ttf.unizg.hr/multifunkcionalni-tkani-kompoziti-za-  
toplinsku-zastitnu-odjecu/876](https://www.ttf.unizg.hr/multifunkcionalni-tkani-kompoziti-za-toplinsku-zastitnu-odjecu/876)  
<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=29626>  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/Juta>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Jute>  
<https://www.youtube.com/watch?v=XBc5i8HtwNc&t=11s>  
[https://www.designboom.com/architecture/omri-cohen-growing-  
structural-shells-from-jute-and-wheatgrass-07-20-2021/](https://www.designboom.com/architecture/omri-cohen-growing-structural-shells-from-jute-and-wheatgrass-07-20-2021/)  
[https://inhabitat.com/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/  
solar-textiles-kva-matx-soft-house-by-kva-matx-soft-house-soft-  
house-by-sheila-kennedy-sheila-kennedy-kva-matx-solar-textile-  
house-electricity-generating-textiles-solar-powered-house-3/](https://inhabitat.com/solar-harvesting-textiles-energize-soft-house/solar-textiles-kva-matx-soft-house-by-kva-matx-soft-house-soft-house-by-sheila-kennedy-sheila-kennedy-kva-matx-solar-textile-house-electricity-generating-textiles-solar-powered-house-3/)  
<https://news.mit.edu/2021/programmable-fiber-0603>  
<https://www.youtube.com/watch?v=8kAchXoQaz0&t=93s>  
<https://www.new-territories.com/roche2002bis.htm>

literatura tekstil

The italian textile machinery industry, today: characteristics, raw materials, technologies, fondazione ACIMIT

Textile Engineering, Yasir Nawab, De Gruyter Textbook

RE-INVENTING CONSTRUCTION, Iika & Andreas Ruby

internetski izvori magnetizam

<https://www.youtube.com/watch?v=8kAchXoQaz0>

<https://newatlas.com/materials/faraday-fabric-mxene-blocks-electromagnetic-waves/>

[http://ejtech.cc/?page\\_id=801](http://ejtech.cc/?page_id=801)

<http://www.kobakant.at/DIY/?p=5277>

<https://www.kobakant.at/DIY/?p=6662>

<https://www.kobakant.at/DIY/?p=5935>

<https://xxxclairewilliamsxxx.wordpress.com/electronic-textiles/#Textile>

<https://www.kobakant.at/DIY/?p=8050>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Static\\_electricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Static_electricity)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_ioniser](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_ioniser)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic\\_precipitator](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrostatic_precipitator)

<http://makersxchange.eu/makers-mobility-interview-with-deborah-hustic/>

<https://madacollective.com.au/the-making/>

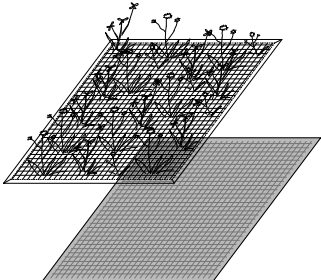
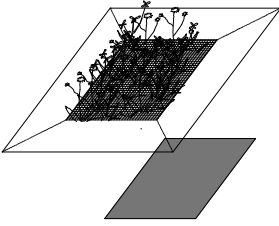
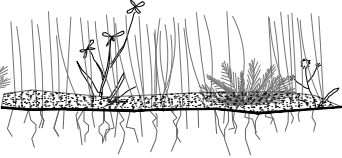
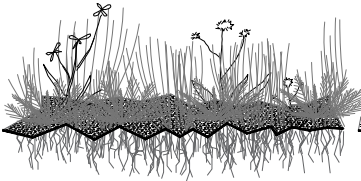
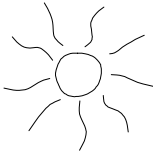
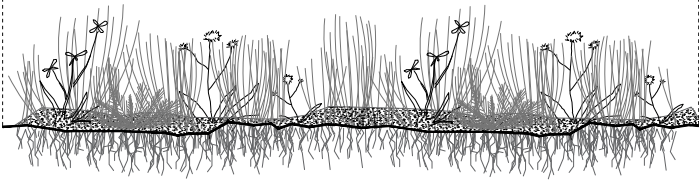
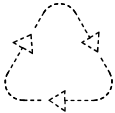
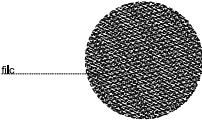
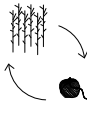
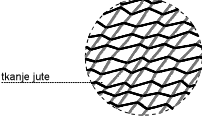
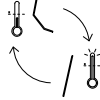
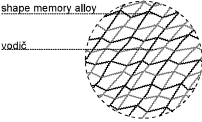
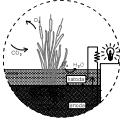
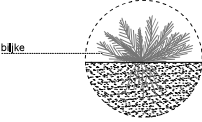
<http://www.chalmers.se/en/departments/chem/news/Pages/Electric-textile.aspx>

<https://geek.hr/znanost/clanak/sto-je-staticki-elektricitet/>

[#ixzz7EJl5qDdD](#)

# spekulacije o materijalu

## spekulacija



Kroz cijeli proces istraživanja i eksperimentiranja s tkanjem i filterima, došli smo do niza zanimljivih novih izuma koji su trenutno u ranim fazama razvoja, ali je njihova mogućnost primjene iznimno potentna. Proučavanjem uloge elektromagnetizma i struje u filtriranju naišle smo na nove vrste legura - SMA ("smart memory alloy"). Ove legure imaju mogućnost "pamćenja" zadane molekularne strukture na različitim temperaturama. Tako se u materijalu može dogoditi kretanje uzrokovano potpuno toplinskom, umjesto mehaničkom energijom, a to ukida i potrebu za dodatnim mehaničkim dijelovima u sklopu. Provođenjem električne energije kroz SMA žicu također možemo stvoriti toplinsku energiju potrebnu za mehanički rad materijala. Drugi zanimljiv izum je koncept stvaranja struje iz zasađene zemlje. Mikroorganizmi iz tla uz korijenje biljaka koje se njime hrane, tvore skup negativno nabijenih iona u tlu. Kada se u tlo postavi anoda, a na površinu kisiku izložimo katodu i njih povežemo vodičem, elektroni iz tla spajaju se na anodu koja s katodom stvara kretanje nabijenih čestica koje tako tvore električnu energiju.

Uz ova istraživanja, tijekom semestra smo se bavile i jutom - izdržljivim materijalom jako povoljnih ekoloških karakteristika. Tako smo došli i do zanimljivih projekata uzgoja niskog raslinja na tankoj konstrukciji od jute podložene filcom.

Sva gore navedena, ali i još mnoga druga istraživanja doveli su nas u jednom trenutku do zanimljive spekulacije mogućeg spajanja i korištenja tih inovacija.

Kroz juteno platno protkali bismo dva sloja žice koja bi služila za oblikovanje platna, ali bi mogla biti i vodič električne energije. Prvi sloj žica bio bi mreža izrađena od SMA legura, a s mogućnošću širenja i skupljanja ovisno o temperaturi. Izvor temperature bila bi električna energija iz drugog sloja žica koje bi struju provodile od izvora do sloja SMA mreže. Izvor električne energije mogle bi biti biljke koje se uzgajaju na najgornjem sloju konstrukcije. Dodatno bi jutu podložili tankim slojem filca koji bi zadržavao vodu za korijenje biljaka niskog rasta.

Ovakav princip samodostatne "sendvič" plohe prvu bi primjenu mogao naći u vanjskim nadstrešnicama. Jednostavni sustav bi se prilikom kišnog vremena skupljao i tako stvarao gustu biljnu plohu kao strehu za zaštitu od kiše. Prilikom sunčanom vremena sustav bi se širio i u hlad pod sobom propuštao blage zrake sunčevog svjetla.

Daljnijim razvojem sustav bi se mogao primjeniti na ozelenjene fasade i krovove, a prava je mogućnost primjene praktički neograničena zbog relativno visoke samodostatnosti sustava.







đw, fl"s u"-w° ° sfwž"-s"fl  
š

2Filtriranje je postupak odvajanja čvrste tvari od tekućine propuštanjem suspenzije kroz filtar. Na filtru zaostaje talog a kroz filtar prolazi filtrat.

Šuđ"žs u"-s „° -s° ww° ćw's v° fw° w "fžžs μ-s t"°s -w° ° -s xđu"μs u"-s  
fi, sμ"μs° s1fw, đf" s3až° fl sćsμ-w° "μ° ćsfłćμ"z „° ž' fwμ-s  
fw, đf"s μs" "s đs° μs žtμwμs "μwšž° -wμw"đfz fl "fžžs μ-fl3\_v  
-wμ° đfćμwμ-w" „wv° „° š" w, đμ"z šž° " "ćs s "μvflđfž"-đ, "z  
v"° μ-s„ s1šž° uđđ "fžžs μ-s μs"st° đwđflvs „° μsđs„° -wfl đć° -° -  
° đμ° ćμ° -t "fl"° wfl vs "fžžs μ-s „° μuš"žs μs „s° šž° uđđ „° -° đwvć"-w  
fćsž° vćs-s-fl šž° "s wμ-w° „ž° t° vst žsμ"° w"-1s μs fw° w"fl žst" „w  
fl v"° wμt"-s° s wđflus flz fćsž"1fl° ć° "đfžs "ćs μ-fl šž° "žfl-w  
đćs s μ-w "fžžs μ-s μs° š wμ"fw° wfl vw° vćs-s μ-s žt" "flz fćsž"1 s,  
" „sv° w"-μ"-wć"vμ° t" „ "šžđflfš μ-μšžđfžl-s33Už° t "đfžs "ćs μ-w  
fl đwμs-šž°-wt sć"fl" „sžs„ fwžđf" „s° s fi, sμ"μs „s° -wμ° ° v  
šžć"z° w"-s tš "fžžs μ-włs vs"-w fl "đfžs "ćs fl"vžflyw° sfwž"-s"wfł  
fl° t"° w"-s1s" „w "đ, w" t" „s"μwšž° uđw„° -° ° yfl žwł fl"flžs fl  
"fžs u"° ° 3

# spekulacija o materijalu žbuka

Kolegice Ojvan i Pelc na rad u paru potakle su dvije naizgled nespojive stvari. Žitarice i žbuka. Kolegicu Ojvan zaintrigirala je žbuka kao pojava u arhitektonskoj struci. Ona je potom svoje fascinacije o tom materijalu prenijela kolegici Pelc koju je žbuka također zaintrigirala, ali u nekom drugom smjeru. Njoj su zatim na pamet pale žitarice s kojima ona inače nadopunjuje svoju svakodnevnu prehranu. Obje kolegice ponosne su Slavonke pa su htjele istražiti mogu li se plodovi njihovog rodnog kraja udružiti s naizgled nespojivim materijalom te potom dati potencijalno zanimljiv rezultat. Moglo bi se reći "ostalo je povijest". Početna ideja bila je miješanje žitarica u sastav žbuke, no da bi došle do toga morale su istražiti žbuku kao primarni materijal. Većina arhitekata suočava se s temom žbuke tek u praksi jer građevni materijal žbuka nije nastavni predmet. Na nacrtu ga se može vidjeti samo kao tanku crtu. Upravo iz tog razloga odlučile su istražiti tu tanku crtu u mjerilu 1:1. "Upute za sastavljanje" nisu vidljive iz te tanke crte u nacrtu pogotovo zato jer se pojedini slojevi žbuke povezuju fizikalnim i kemijskim procesima. Pijesak, vapno i voda. Sastojci su jednostavni, postupak uobičajen, a ipak je preobrazba jednostavnih sirovina u čvrst i trajan građevni materijal zapanjujuća. I pijesak i vapno i voda sastavni su dijelovi žbuke koji se mogu naći gotovo u svakom dijelu svijeta. Postupak miješanja uvijek je jednak. Pomislili bismo jednostavan građevni materijal, no svaki je pijesak drukčiji pa zato postoji onoliko vrsta žbuke koliko ima vrsta pijeska. Dodamo li tome i tehniku nanošenja, broj varijanti je beskonačan. U što su se uvjerile tijekom faze eksperimenta. Žbuka je materijal koji ne može puno reći o građevini, niti ne diktira njezin oblik, ali zapravo otkiva sve njezine slabosti. Analogiju pronalazimo i u svijetu mode gdje jednostavna tkanina zahtjeva savršen kroj. Zbog toga su na ožbukanom pročelju u prvom planu arhitektonski elementi poput proporcija, dimenzija prozora, otvorenih i zatvorenih dijelova zidova, udubljenja, profilacija, prodnožja, frizova... U samom istraživanju upoznale su se s pojmovima koji objedinjuju pojam žbuke, u dijelu eksperimenta krenule su od najjednostavnije žbuke, zatim su propitivale njene granice i na kraju pokušale otkriti nešto novo. Proces eksperimenta otvorio im je neka nova pitanja koja se nastavljaju u spekulaciji, gdje su se pokušale nakon upoznavanja s materijalom vratiti na njezine praforme i praoblake.



# istraživanje žbuka



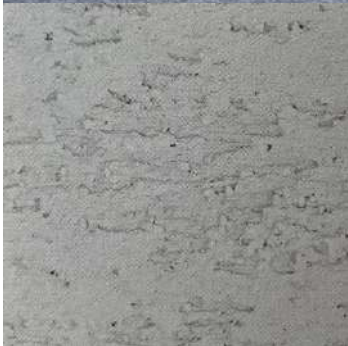
**žbuka nabacivana zidarskom žlicom**  
struktura površine – sastav morta, aditiva i  
zanatska tehnika nabacivanja



**prskana žbuka**  
prije se nanosila 'ježom', danas strojno,  
prskanjem finoizrnatog (1,5-4 mm) i rijetkog  
morta nastaje ujednačena i zrnata površina



**zaribane žbuke s uzorkom**  
svježe nanosen pokrovni mort  
jednakomjerno se zaribava pomoću drvene/  
plastične gladilice (umjeren pritisak, kružni  
pokret)



**žljebasta žbuka (žbuka s crvotočinom)**  
kratko, izmjenično i kružno zaribavanje  
svježe navučenog morta (udio krupnijeg  
zrna)



**žbuka strukturirana zidarskom žlicom (rustikalna)**  
željena struktura površine dobiva se  
obradom morta uz pomoć milanske ili  
jezičaste zidarske žlice ili gladilice sa  
zaobljenim rubovima  
zrno od 0,5 do 2,5 mm



**glatka rustikalna žbuka**  
tehnika poznata iz srednjeg vijeka  
žbuka od vapnenog morta zaglađena  
gladilicom premazuje se vapnenim mlijekom  
al fresco (mokra na mokro)



#### **prana žbuka**

ispiranjem još nestvrdnutih vezivnih blata na površini se pojavljuju dodatni materijali

ispiranje gornje vezivne opne nakon dva do četiri sata koriste se isključivo cementni ili vapneno-cementni mortovi kako bi dodatni materijali ostali čvrsto vezani



#### **strugana žbuka**

nanos strojno ili ručno (u žbuci ne smije ostati zraka), sloj se skida i nabija dugačkom gladilicom za zaribavanje

struganje se izvodi dan nakon početnog stvrdnjavanja žbuka nakon stvrdnjavanja pomesti čistom i mekom metlom



#### **češljana žbuka**

pokrovni mort finog zrna izvlači se u raznim smjerovima nazubljenom gladilicom, češljem od čeličnog lima ili drvenim češljem neposredno nakon navlačenja i izravnavanja



#### **metlom izvučena žbuka**

na ravnu i ohrapvljenu podložnu žbuku gladilicom se navlači rijetka završna žbuka finog zrna i skida dugačkom gladilicom za zaribavanje

živa struktura površine – prevlačenje vlažne završne žbuke metlom od šiblja



#### **žbuka izvedena po šablوني**

gotova površina žbuka prikazuje projekciju crteža odnosno uzorak kao reljef



#### **žbuka s utisnutim pečatima**

pokrovni mort finog zrna u debelom sloju strukturiranje površine žbuke drvenim, gumenim ili metalnim pečatom

# istraživanje žbuka

## \_rječnik

**agregat**\_nereaktivni materijali, koji se s vezivima miješaju u građevni materijal koji se stvrdnjava, a daju mu volumen i stabilnost; oni su zapravo kostur morta i žbuke; najvažniji agregat u žbuci je pijesak; ostali agregati su kamenje, prirodni kamen, staklene kuglice i laki agregati; pri čemu razlikujemo anorganske, odnosno mineralne i organske materijale (biljne i životinjske, kao što su konoplja, trska, dlaka i čekinje); pomoću agregata može se upravljati silama pri stvrdnjavanju; ovisno o boji, veličini i obliku agregat može imati i estetsku funkciju

**armiranje žbuke**\_mreža - pletivo od plastike, metalna mreža ili armatura s komadićima opeke (ovo posljednje koristi se za armature preko drvenih dijelova) - umeće se u tzv. masu za armaturu (poseban mort za žbukanje) da bi se smanjio nastanak pukotina tijekom stvrdnjavanja pod utjecajem vremenskih prilika i da bi se povećala čvrstoća površine žbuke, posebno hrapavih, neravnih i raznolikih podloga; moguće je armiranje žbuke dodatkom životinjske dlake, čekinja ili biljnih vlakana

bijeli cement

bijelo vapno

biocidi

boja na bazi silikonske smole

**cement**\_anorgansko što znači mineralno i hidraulično vezivo iz silicija i kalcija s udjelom aluminija i željeza, a koje se stvrdnjava dodatkom vode (bez CO<sub>2</sub>) i otporno je na vodu

**cementna žbuka**\_mort za žbukanje kojem je u svojstvu veziva dodan cement; posebno je vodoodbojan i zato se rado koristi za žbukanje podnožja

disperzivna boja

disperzivna silikatna boja

**dođactci, aditivi**\_materijali koji uz agregat i veziva dodatno mijenjaju svojstva pri obradi i izgled morta za ažbukanje; najvažniji dodatci žbuci jesu sredstva a zadržavanje vode, ubrzivači, usporivači, kao i pigmenti i minerali; vodoodbojna se sredstva dodaju po potrebi

dolomitno vapno

**faktura/struktura**\_način kako je oblikovana površina, njezin dojam na opip i izgled ožbukane površine

fini mort za štukature

fungicidi

gašeno vapno

gips

gipsana žbuka

glet masa

**glina**\_prirodan materijal koji se sastoji od sitnozrnatih minerala i stvrdnjava se sušenjem ili pečenjem, također se može miješati s prijeskom i muljem

**glinena žbuka**\_mort za žbukanje kojem su kao vezivo pretežito dodani glina i fini pijesak; kod velikog udjela gline stvaraju se tanke pukotine i nastaje opasnost od većih pukotina uslijed povlačenja materijala sušenjem; glinena žbuka ima sjajna svojstva regulacije vlage i apsorbira mirise

gotovi mort

građevinsko vapno

granulometrijska krivulja/ krivulja prosijavanja

hidraulična vapnena žbuka (za nabacivanje)

hidraulično vapno

indeks svjetline

isprani pijesak

ispunjavanje fuga

kalcinacija

karbonizacija

kazeinska boja

komadni kreč

kvarcni vezivni most

međusloj

minerlana boja

mort za lijevanje štukatura

otopina za pripremu

pastozno gašeno vapno

pigmenti

**pijesak**\_najvažnija vrsta agregata u mortu za žbukanje, kojeg se veličina zrna kreće od 0,063 mm (manje od toga je mulj), do 2 mm (veće od toga je šljunak); nastaje prirodnim raspadom kamena, trenjem ili oplakivanjem vodom

plastificirana žbuka

podloga za žbukanje

podložna žbuka

portland cement

premaz

razrijeđeno vapno/ vapneni cement

silikatna žbuka

silikonska žbuka

sinter sloj

sintertiranje

sol-silikatna boja

**stvrdnjavanje**\_proces ukrućenja morta, pri kojem vezivna sredstava kristaliziraju i vežu se aditivima u čvrstu materiju, uzimajući CO<sub>2</sub> i otpuštajući vodu; u tom procesu stvrdnjavanja u mortu najčešće djeluju jake vlažne sile koje mogu dovesti do pukotina

suho gašenje vapna

špric žbuka

tekući dodatci mortu

toplinsko-izolacijska žbuka

usporivač stvrdnjavanja

vapnena masa za izravnavanje (glet masa)

vapnena voda

**vapneni mort**\_mješavina od veziva gašenog vapna, agregata pijeska i otopine za pripremu

vapnenac

vapneni hidrat

**vapneno bjelilo**\_vrlo razrijeđeno pastozno gašeno vapno; pri razrjeđivanju najprije nastaje masa poput blata, a zatim gusto vapneno mlijeko, vapneno bjelilo

**vapneno-cementna žbuka/mort**\_mineralni mort za žbukanje s vezivima kao što su zračno i vodeno vapno te cement; kao agregat rabi se pijesak; zbog vodoodbojnih svojstava koristi se u vanjskim prostorima

vapneno-gipsana žbuka

**vapno**\_kemijski spoj kalcija, ugljika, i kisika; anorgansko, što znači mineralno vezivo; kolokvijalni naziv za kalcijev karbonat CaCO<sub>3</sub>

venecijansko žbukanje i gipsanje

vodeno staklo



**vezivna sredstva**\_anorganski, tzv. mineralni materijali poput gline, odnosno ilovače, gipsa, vapna, cementa i silikata ili organski materijali, kao što su umjetne smole i polimeri koji na zraku (nehidraulična suha veziva poput vapna i gipsa) ili uz dodatak vode (hidraulična veziva, npr. hidraulično vapno, cement, gips) kristaliziraju se i stvrdnjavaju; vezivno sredstvo stvara unutarnju povezanost i čvrstoću žbuke

vodoodbojna sredstva

vruće vapno/mort

**zaglađivanje**\_način rada pri kojem se završni sloj žbuke nanesen na temeljni sloj površinski strukturira pomoću spužve, lopatice sa spužvom ili komada pusta

**završna žbuka**\_najgornji sloj žbuke; služi kao zaštitni sloj temeljnoj žbuci kao i ukrasni sloj, pri čemu ga se može oblikovati na razne načine, a da se slojevi temeljne žbuke pritom ne oštete; završne žbuke razlikuju se po tehnici obrade ili po izgledu, primjerice, strugana žbuka nasuprot glatkoj žbuci

zračno vapno

**žbuka, mort**\_završni sloj za stropove, zidove i pročelja; mješavina veziva, agregata i aditiva (koji utječu na izgled i svojstva materijala) te otpine za pripremu; nanescena u tekućem u stanju, sušenjem se stvrdnjava; ovisno o vezivu razlikujemo anorganski, što znači mineralni (vapno, cement i glina odnosno gips) i organski (umjetne smole) mort za žbukanje; daljnje razlikovanje provodi se prema funkciji (žbuka za toplinsku ili zvučnu izolaciju), obradi površine (strugana žbuka, žbuka nabacivana žlicom ili žljebasta žbuka) te načinu pripreme (tvornički ili na gradilištu)

bijelo vapno

žbuka za izravnavanje

žbuka za podnožja

živo vapno

**\_alati**

četka

**četvrtasta gladilica**

daščica s čavlima

gladilica za zaribavanje

jež za žbukanje

lopatica za oblikovanje

**lopatica za zaglađivanje/ japanska lopatica**

metla

**nazubljena gladilica**

nazubljeni nož

spužva

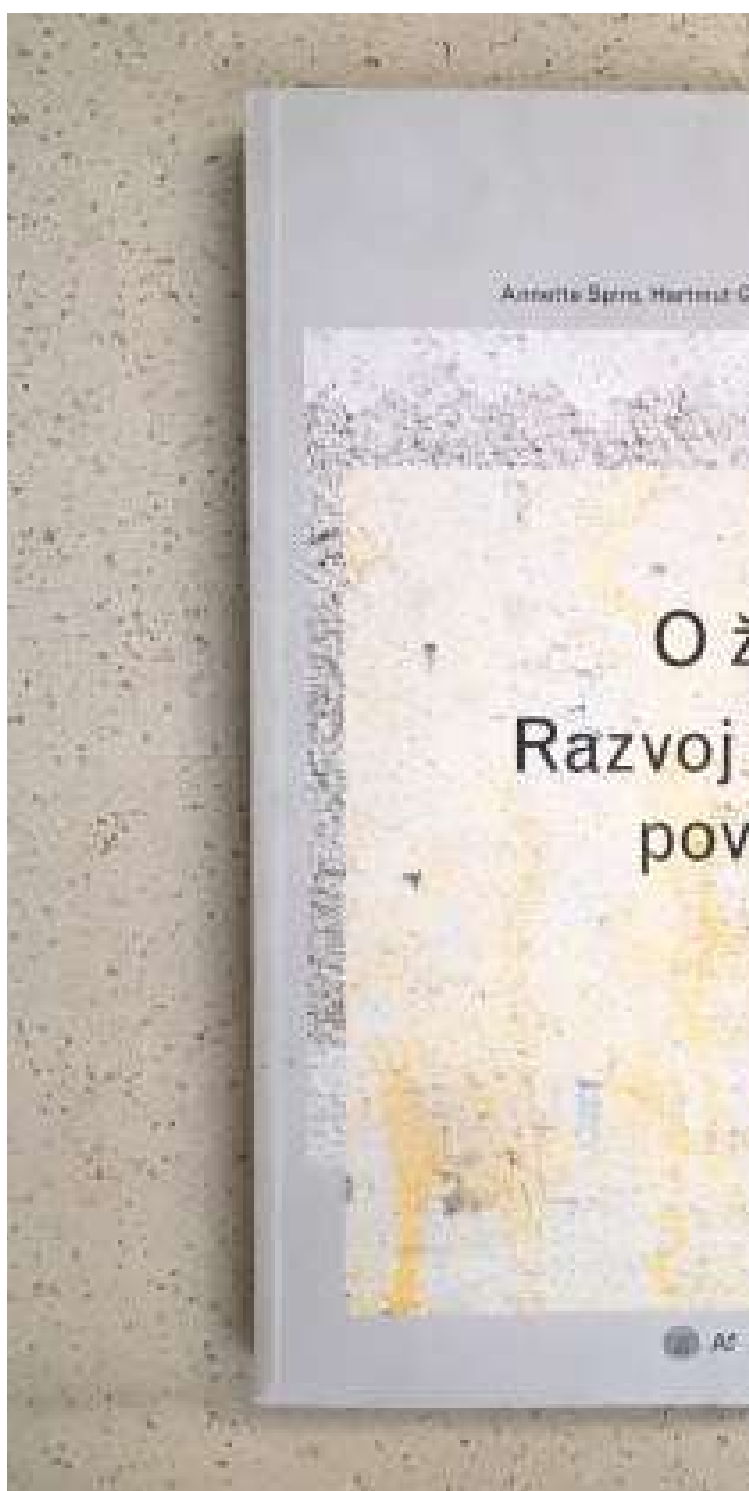
strugač

istraživanje

## žbuka

izvor

*O žbuci – Razvoj i izvedba površina*, Annette Spiro, Hartmut Gohler, Pinar Gonul,  
Arhitektonski fakultet Zagreb, UPI2M BOOKS, 2013.



Pravá, Prává (pr)

žbuci  
i izvedba  
ršina

LEPŠE NEŽ



eksperiment  
**žbuka**



# eksperiment žbuka

## **\_cjenik**

cement 5 kg	20,90 kn
fasadni pijesak 25 kg	24,90 kn
kalcitno vapno–hidratizirano 25kg	21,90 kn
YTONG blokovi - 5x20x62,5 (x14)	138,60 kn
zidarska žlica	19,99 kn
zidarska fangla	12,90 kn
lopatica	18,90 kn
gladilica	39,90 kn
japanska lopatica	16,90 kn
ljepljiva krep traka 50mx30mm	13,90 kn
građevinska kanta (x2)	45,80 kn
mrežica za fasadu 2m <sup>2</sup>	14,98 kn
rukavice (x2)	11,80 kn
sjemenke suncokreta 500g	13,00 kn
sjemenke sikavice 500g	25,00 kn
mak u zrnu 500g	35,00 kn
oljušteno proso 500g	13,00 kn
pšenica 1000g	13,00 kn
raž 1000g	12,00 kn
božična pšenica - sjeme (x2)	2,00 kn
piljevina za glodavce (14L/900g)	9,99 kn
vlakna polyprolienska 18mm/900g	49,90 kn
mala metla	21,90 kn

**ukupno**

**582,26 kn**









žbuka (a)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 1,5 čaša cementa
- 6,5 čaša vapna
- 12,5 čaša pijeska
- 4 čaše vode

Dobivenu smjesu nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – nabacati žbuku bez naknadnog zaglađivanja
3. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom, zatim obraditi zaglađenu površinu zupčastim krajem gladilice

žbuka (b)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Korištena je smjesa *žbuke (a)* s dodatkom jedne čaše cementa.

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 1,5 čaša cementa + 1 čaša cementa
- 6,5 čaša vapna
- 12,5 čaša pijeska
- 4 čaše vode

Dobivenu smjesu prvo tanko nanijeti na porobetonski blok kako bi se mogla postaviti armaturna mrežica te zatim nanijeti ostatak smjese prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – nabacati žbuku bez naknadnog zaglađivanja
3. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom, zatim obraditi zaglađenu površinu zupčastim krajem gladilice







žbuka (c)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 0,5 čaša cementa
- 3 čaša vapna + 2 čaše vapna
- 6 čaša pijeska
- 2 čaše vode + 2 čaše vode

Dobivenu smjesu nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – nabacati žbuku bez naknadnog zaglađivanja
3. nanošenje – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom, zatim obraditi zaglađenu površinu zupčastim krajem gladilice



**žbuka (a)**

Prilikom nanošenja smjese primjetile smo da je u istu potebno dodati sastojak koji bi ju učinio kompaktnijom i bolje prijanjajućom za površinu. Nakon sušenja uzorci su ostali u jednom komadu.

**žbuka (b)**

Prilikom nanošenja smjese primjetile smo da se žbuka teže lijepi za porobetonski blok i da je manje kompaktnija od prethodne smjese. Nakon sušenja uzorci ostali u jednom komadu.

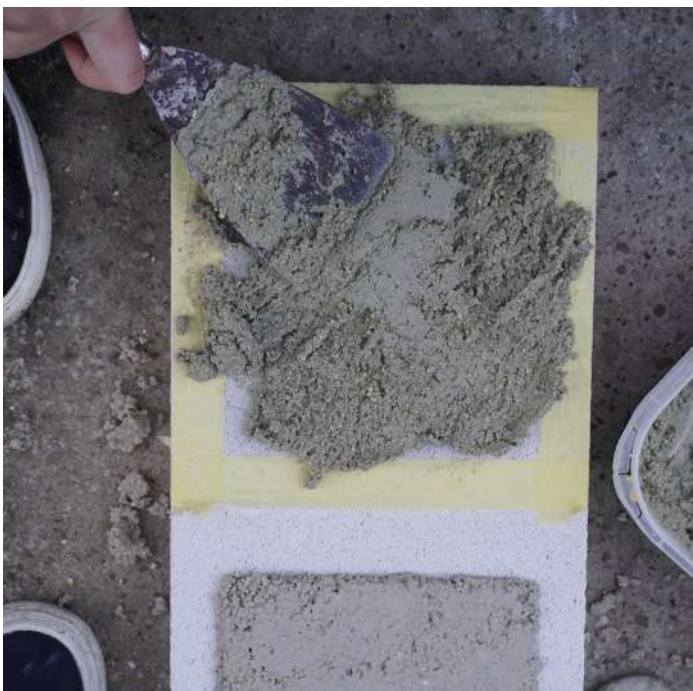
**žbuka (c)**

Prilikom nanošenja smjese primjetili smo da se smjesa zadovoljavajuće prijanja za površinu porobetonskog bloka. Nakon sušenja uzorci ostali u jednom komadu.





eksperiment 1 (a),(b),(c)  
**žbuka**



žbuka + **oljušteni proso** (a)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 0,5 čaša cementa
- 3 čaša vapna + 2 čaše vapna
- 6 čaša pijeska
- 2 čaše vode + 2 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 2 jednaka dijela u koje se zatim dodaje oljušteni proso te ju potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 50 g samljevenog oljuštenog prosa - nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g oljuštenog prosa – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
3. nanošenje – standardna smjesa bez pijeska + 100 g oljuštenog prosa različite razine samljevenosti(korišten kao zamjena za pijesak) – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom

## eksperiment 2

### žbuka + žitarica/sjemenka

žbuka + **sjemenke suncokreta** (b)

#### **\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 0,5 čaša cementa
- 3 čaša vapna + 2 čaše vapna
- 6 čaša pijeska
- 2 čaše vode + 2 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 2 jednaka dijela u koje se zatim dodaju sjemenke suncokreta te ju potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 50 g samljevenih sjemenki suncokreta – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g sjemenki suncokreta – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
3. nanošenje – standardna smjesa bez pijeska + 100 g sjemenki suncokreta različite razine samljevenosti (korišten kao zamjena za pijesak) – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom









žbuka + **sikavica** (c)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak), no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 0,5 čaša cementa
- 3 čaša vapna
- 6 čaša pijeska
- 3 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 2 jednaka dijela u koje se zatim dodaje sikavica te ju potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 50 g sikavice – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g samljevane sikavice – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
3. nanošenje – standardna smjesa bez pijeska + 100 g sikavice različite razine samljevenosti (korišten kao zamjena za pijesak) - nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom

eksperiment 2 (a),(b),(c)  
**žbuka + žitarica/sjemenka**



žbuka + **oljušteni proso** (a)

Žbuka zadovoljavajuće prijanja za porobetonski blok no pri sušenju su se stvorile pukotine vjerojatno zbog uvođenja žitarica u standardnu smjesu. Sva tri nanosa rezultirala su u različitim i specifičnim teksturama, ali sličnim bojama. Nakon sušenja uzorci ostali u jednom komadu.

žbuka + **sjemenke suncokreta** (b)

Žbuka zadovoljavajuće prijanja za porobetonski blok no pri sušenju su se se stvorile pukotine vjerojatno zbog uvođenja žitarica u standardnu smjesu. Sva tri nanosa rezultirala su u različitim i zanimljivim teksturama, ali sličnim bojama. Nakon sušenja uzorci ostali u jednom komadu.

žbuka + **sikavica** (c)

Žbuka zadovoljavajuće prijanja za porobetonski blok no pri sušenju su se stvorile pukotine vjerojatno zbog uvođenja žitarica u standardnu smjesu. Sva tri nanosa rezultirala su u različitim i zanimljivim teksturama, ali sličnim bojama. Nakon sušenja uzorci ostali u jednom komadu.



## eksperiment 3

### žbuka + žitarica / sjemenka

žbuka + **pšenica** (a)

#### **potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

- 0,5 čaša cementa
- 3 čaša vapna
- 6 čaša pijeska
- 2,5 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 2 jednaka dijela u koje se zatim dodaje pšenica te ju potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 50 g pšenice – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g samljevene pšenice – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
3. nanošenje – standardna smjesa bez pijeska + 100 g pšenice različite razine samljevenosti (korišten kao zamjena za pijesak) - nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom









žbuka + **raž** (b)

žbuka + **armirana raž** (c)

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

0,5 čaša cementa

3 čaša vapna

6 čaša pijeska

2,5 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 2 jednaka dijela u koje se zatim dodaje raž te ju potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 50 g raži – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom

2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g samljevene raži – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom

3. nanošenje – standardna smjesa bez pijeska + 100 g raži različite razine samljevenosti (korišten kao zamjena za pijesak) – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom

Za eksperiment (c) ponovljen je isti postupak uz dodatno armirne svakog uzorka.

eksperiment 3 (a),(b),(c)  
**žbuka + žitarica / sjemenka**



žbuka + **pšenica** (a)

Žbuka lošije prijanja za porobetonski blok no pri sušenju su se stvorile pukotine vjerojatno zbog uvođenja žitarica u standardnu smjesu. Sva tri nanosa rezultirala su u različitim i zanimljivim teksturama, ali sličnim bojama. Nakon sušenja prvi uzorak se raspao dok su ostali uzorci ostali u jednom komadu.

žbuka + **raž** (b); žbuka + **armirana raž** (c)

Žbuka lošije prijanja za porobetonski blok no pri sušenju su se se stvorile pukotine vjerojatno zbog uvođenja žitarica u standardnu smjesu. Sva tri nanosa rezultirala su u različitim i zanimljivim teksturama, ali sličnim bojama. Nakon sušenja nearmirani uzorci su se u većoj mjeri održali na površini porobetonskig bloka, dok su se armirani uzorci neočekivano raspali.



žbuka + **mak**

**\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g.

Referentni omjeri sastojaka su 1+6+12 (cement+vapno+pijesak) no isti se prilagođavaju kako bi se dobila željena gustoća smjese.

Analogno tome u kanti zamiješati sastojke:

0,5 čaša cementa

3 čaša vapna

6 čaša pijeska

2,5 čaše vode

Dobivenu smjesu podijeliti na 6 jednakih dijelova u koje se zatim dodaje mak. Svi uzorci se armiraju. Smjesu potom nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – standardna smjesa + 25 g maka – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
2. nanošenje – standardna smjesa + 50 g maka – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
3. nanošenje – standardna smjesa + 100 g maka – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
4. nanošenje – standardna smjesa + 150g maka – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
5. nanošenje – standardna smjesa + 175g maka – nabacati žbuku, zatim zagladiti sloj žbuke gladilicom
6. nanošenje – standardna smjesa

eksperiment 4

**žbuka + žitarica / sjemenka**







žbuka + **mak**

Žbuka loše prijanja za porobetonski blok te se potpuno raspala pri sušenju.





eksperiment 4  
**žbuka + žitarica / sjemenka**

## eksperiment 5

# prirodna žbuka

### **prirodna žbuka** (a)

#### **\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g. Omjeri sastojaka prilagođuju se željenoj gustoći smjese. Prije nanošenja smjese na podlogu istu je potrebno načiniti hrapavom kako bi žbuka što bolje prijanjala.

Potrebno je u kanti zamiješati sastojke:

glina

voda

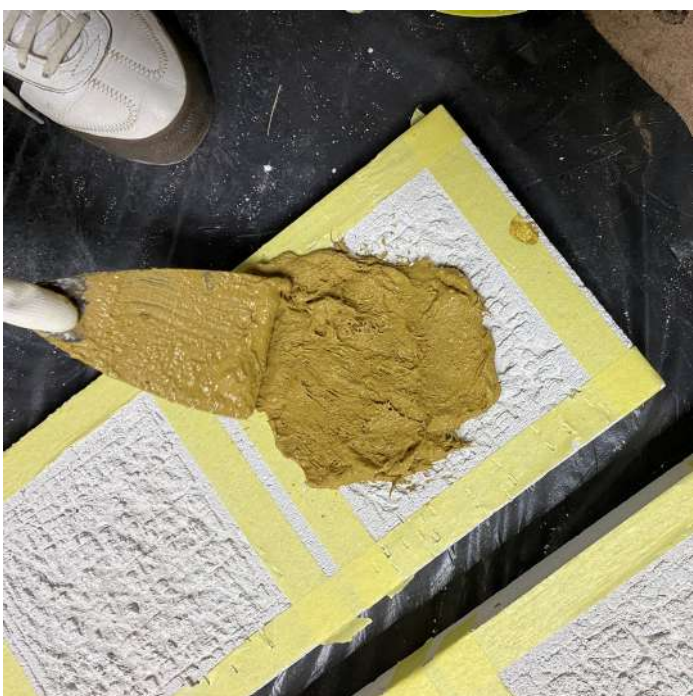
6 čaša prosijanog (finog) pijeska

Dobivenu smjesu podijeliti na 3 jednaka dijela u koje se zatim dodaju vezna sredstva te nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – smjesa + 1 čaša **staklenog vlakna** – nabacati žbuku na površinu

2. nanošenje – smjesa + 1 čaša **piljevine** – nabacati žbuku na površinu

3. nanošenje – smjesa + 1 čaša **slame** – nabacati žbuku na površinu







## **prirodna žbuka** (b)

Može li iz prirodne žbuke izrasti božićna pšenica?

### **\_potrebni sastojci i opis postupka**

Kao osnovnu mjeru koristiti plastičnu čašu do oznake 150 g. Omjeri sastojaka prilagođuju se željenoj gustoći smjese. Prije nanošenja smjese na podlogu istu je potrebno načiniti hrapavom kako bi žbuka što bolje prijanjala.

Potrebno je u kanti zamiješati sastojke:

glina

voda

6 čaša prosijanog (finog) pijeska

Dobivenu smjesu podijeliti na 3 jednaka dijela u koje se zatim dodaju vezna sredstva te nanijeti na porobetonski blok prema opisanim načinima nanošenja:

1. nanošenje – smjesa + 1 čaša **staklenog vlakna** – nabacati žbuku na površinu + na površinu utisnuti božićnu pšenicu
2. nanošenje – smjesa + 1 čaša **piljevine** – nabacati žbuku na površinu + na površinu utisnuti božićnu pšenicu
3. nanošenje – smjesa + 1 čaša **slame** – nabacati žbuku na površinu + na površinu utisnuti božićnu pšenicu

Nakon sušenja pšenicu prskati vodom dva puta dnevno.

eksperiment 5 (a),(b)  
**prirodna žbuka**





**prirodna žbuka** (a)

Žbuka odlično prijanja za površinu bloka no nije ju moguće zagladiti gladilicom zbog vlakana i određene ljepljivosti smjese. Uzorci su ostali u jednom komadu.

**prirodna žbuka** (b)

Žbuka odlično prijanja za površinu bloka no nije ju moguće zagladiti gladilicom zbog vlakana i određene ljepljivosti smjese. Uzorci su ostali u jednom komadu.

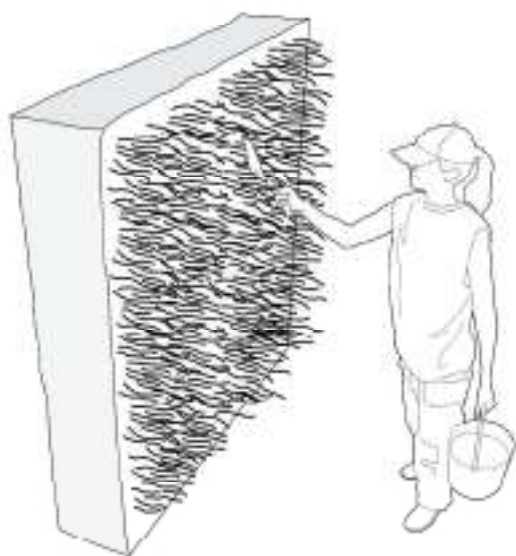
Pšenica nije izrasla iz prirodne žbuke jer glina upija većinu dodane vode te je tako nemoguće stvoriti pogodne uvjete za rast pšenice ili bilo koje druge biljke.



## spekulacija prirodna žbuka

Prirodno i tradicionalno u skladu s prirodom može biti izuzetno moderno, a prije svega zdravo za stanovanje.

S tom misliu prionimo u spekulaciju što sve i kakva žbuka može biti te što ju može oplemeniti kao materijal da postane pogodna za život i zdravlje pojedinca, ali isto tako i njegove okoline. Jednostavno je zasaditi biljku u teglu ili direktno u zemlju no može li se biljka posaditi na vertikalnu plohu te ju učiniti korisnijom od njene buke estetske pojavnosti i uloge? Može li neživa vertikalna ploha pružiti život nečemu potencijalno živom? Već dobro znamo da se standardni mort, odnosno žbuka sastoji od samo nekoliko ključnih sastojaka no upravo ta malobrojnost sastavnih dijelova žbuke u sebi krije veliki broj kemijskih spojeva koji u svakom smislu onemogućuju bilo kakvu naznaku života na njihovom području djelovanja - vertikalnoj plohi to jest zidu. Potrebno je stoga uobičajenim sastojcima smjese žbuke pronaći alternativne zamjene. Zamjenu u smislu da ona i dalje ispunjava svoju ulogu završnog sloja neke vertikalne plohe, bilo vanjske ili unutarnje, ali i zamjene u smislu promjene kemijske strukture od one koja onemogućuje potencijalni život do one koja potiče na stvaranje nekog novog života. Smjesu pijeska, vapna i vode stoga treba razložiti i modificirati. U ovom slučaju vapno je najveći "uljaz" pa ga je potrebno ukloniti. Vodu i pijesak ćemo zadržati te im dodati glinu i dodatno odgovarajuće prirodno vezivo s obzirom da glina prilikom sušenja ima tendenciju popucati. Prirodno vezivo mogu biti slama, konoplja, piljevina, životinjska dlaka i slično. Ovim postupkom oduzimanja te zatim dodavanja dobili smo nešto što kolokvijalno nazivamo prirodnom žbukom s obzirom da niti u jednom pogledu nije štetna za svoje okruženje. Prirodna žbuka zapravo je žbuka od ilovače, dobro poznata ali premalo zastupljena u svijetu arhitekture i gradnje. Osim što u sebi omogućava život, žbuka od ilovače ukoliko više nije potrebna, možemo ju vratiti prirodi odakle i potječe te s time ispunjava i neki viši cilj, a ne samo puho služenje svrsi. Žbuka od ilovače tako postaje potencijalno prikladan medij za spajanje nespojivog - nežive vertikalnosti i života kakvog poznajemo u horizontalnosti.



# špekulacija o materijalu žbuka

Kolegice Ojvan i Pelc na rad u paru potakle su dvije naizgled nespojive stvari. Žitarice i žbuka. Kolegicu Ojvan zaintrigirala je žbuka kao pojava u arhitektonskoj struci. Ona je potom svoje fascinacije o tom materijalu prenijela kolegici Pelc koju je žbuka također zaintrigirala, ali u nekom drugom smjeru. Njoj su zatim na pamet pale žitarice s kojima ona inače nadopunjuje svoju svakodnevnu prehranu. Obje kolegice ponosne su Slavonke pa su htjele istražiti mogu li se plodovi njihovog rodnog kraja udružiti s naizgled nespojivim materijalom te potom dati potencijalno zanimljiv rezultat. Moglo bi se reći "ostalo je povijest". Početna ideja bila je miješanje žitarica u sastav žbuke, no da bi došle do toga morale su istražiti žbuku kao primarni materijal. Većina arhitekata suočava se s temom žbuke tek u praksi jer građevni materijal žbuka nije nastavni predmet. Na nacrtu ga se može vidjeti samo kao tanku crtu. Upravo iz tog razloga odlučile su istražiti tu tanku crtu u mjerilu 1:1. "Upute za sastavljanje" nisu vidljive iz te tanke crte u nacrtu pogotovo zato jer se pojedini slojevi žbuke povezuju fizikalnim i kemijskim procesima. Pijesak, vapno i voda. Sastojci su jednostavni, postupak uobičajen, a ipak je preobrazba jednostavnih sirovina u čvrst i trajan građevni materijal zapanjujuća. I pijesak i vapno i voda sastavni su dijelovi žbuke koji se mogu naći gotovo u svakom dijelu svijeta. Postupak miješanja uvijek je jednak. Pomislili bismo jednostavan građevni materijal, no svaki je pijesak drukčiji pa zato postoji onoliko vrsta žbuke koliko ima vrsta pijeska. Dodamo li tome i tehniku nanošenja, broj varijanti je beskonačan. U što su se uvjerile tijekom faze eksperimenta. Žbuka je materijal koji ne može puno reći o građevini, niti ne diktira njezin oblik, ali zapravo otkiva sve njezine slabosti. Analogiju pronalazimo i u svijetu mode gdje jednostavna tkanina zahtjeva savršen kroj. Zbog toga su na ožbukanom pročelju u prvom planu arhitektonski elementi poput proporcija, dimenzija prozora, otvorenih i zatvorenih dijelova zidova, udubljena, profilacija, prodnožja, frizova... U samom istraživanju upoznale su se s pojmovima koji objedinjuju pojam žbuke, u dijelu eksperimenta krenule su od najjednostavnije žbuke, zatim su propitivale njene granice i na kraju pokušale otkriti nešto novo. Proces eksperimenta otvorio im je neka nova pitanja koja se nastavljaju u spekulaciji, gdje su se pokušale nakon upoznavanja s materijalom vratiti na njezine praforme i praoblake.

## spekulacije o materijalu

### **sol**

Kristalizacija soli kao tema proučavanja u kontekstu njezine materijalnosti nastala je iz primarne ideje proučavanja materijala koji to tradicionalno nije (kao npr. beton ili drvo). Istraživanjima i pokusima nastoji se ukazati na široku primjenu i kvalitete soli koju pruža samostalno ali pogotovo u kombinaciji s drugim materijalima.





## spekulacije o materijalu sol



**MORSKA SOL** se dobiva u solanama isparavanjem morske vode (mora) u velikim plitkim bazenima. Proces isparavanja započinje u prvom bazenu u kojem je koncentracija NaCl najmanja (morska voda) a završava u zadnjem, u kojem je morska voda toliko prezasićena da se sol taloži na dnu bazena. Isušivanje se obavlja samo u ljetnim mjesecima kada su najpovoljniji uvjeti za proizvodnju (bura i Sunce).



**POVIJEST SOLI** seže daleko u prošlost te je, direktno i indirektno imala izniman utjecaj na kulturu, religiju, gospodarstvo, društvene odnose i politički razvoj čovječanstva. Najstariji oblici rudnika soli pojavljuju se još u brončanom dobu gdje se dobivena (neobrađena) sol punila se u kožne vreće s remenima i iznosila iz brda (rudnika). Vreće su se tovarile na tegleću stoku i transportirale kako bi se sol razmijenila za jantar, zlato, bakar. Njome su se isplaćivale plaće i porezi. Dinamična trgovina solju počela je tako od sjeverne Afrike do Baltičkoga mora. U antičkoj Kini postojao je porez na sol, a koristili su je kao sredstvo plaćanja, rimski vojnici su kao plaću dobivali sol, Egipćani su koristili sol za mumificiranje, Grci su često mijenjali robove za sol te su je posvećivali u svojim ritualima. Isus je za svoje sljedbenike rekao da su „Sol Zemlje“. Sve do danas u engleskom jeziku jedan od naziva za plaću ostao je izraz „salary“. Sol je donijela kolonijalnu moć, dovodila do ratova i bila jedna od prvih kategorija trgovačke razmjene. U prošlosti skupocjena kao zlato, u srednjem vijeku najunosnija trgovina, a danas najjeftinija dragocjena tvar bez koje se naprosto ne može.



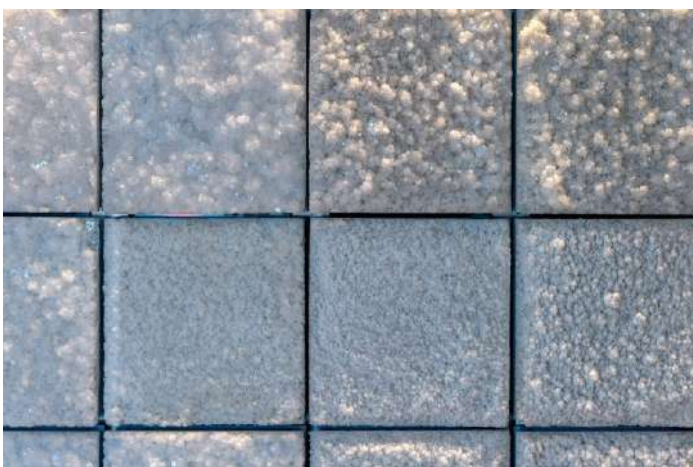
**KRISTALIZACIJA** je nastajanje kristala u kojem se osnovne čestice (atomi, ioni ili molekule) pravilno slažu u prostoru stvarajući kristalnu rešetku. Kristalizacija započinje kada se dosegne prezasićeno stanje, to jest kada koncentracija tvari postane veća od ravnotežne, što se najčešće postiže hlađenjem otopine, taline, pare ili plina ili smanjenjem količine otapala u otopini. Proces ovisi o fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari, o sredini u kojoj kristal raste, o primjesama i temperaturi. Ako za kristalizaciju ima dovoljno prostora i ako ona teče polagano, bez primjesa koje bi otežavale rast kristala, oblikovat će se jedinični kristal (monokristal) kao pravilno geometrijsko tijelo. Ako nema uvjeta za nesmetanu kristalizaciju, mjesto jediničnih kristala razvit će se kristalni agregati, nakupine sitnih kristala koje kao cjelina nemaju pravilan oblik. Tako, na primjer, već prema uvjetima, tvari mogu kristalizirati u obliku iglica (viskeri), razgranati se poput biljke (dendriti) ili rasti u obliku tankih slojeva. Bez obzira na različitost oblika, unutarnja građa svakoga pojedinoga kristalnoga tijela zadržat će isti prostorni poredak osnovnih čestica kao i u idealnome jediničnome kristalu. Prirodne tvari, minerali, najčešće rastu u obliku agregata i drugih posebnih oblika, a rjeđe kao pravilni jedinični kristali.

istraživanje

***Hena Burney, Karlijn Sibbel, atelier Luma***







Dizajnerice **Henna Burney** i **Kalijn Sibbel** iz **Atelier Luma** koristili su drevne slane močvare u južnoj Francuskoj kako bi stvorili tisuće staklenih ploča i postavili ih kao obloge unutar tornja Franka Gehryja u Arlesu. Preko 4000 panela, koji su svi izrađeni od kristala soli, nižu se predvorjima lifta na devet katova tornja, koje je Gehry dizajnirao za umjetnički centar Luma Arles.

Projekt je proveden u sklopu četverogodišnjeg projekta u solanama Camargue s ciljem pročišćavanja kristalizacije soli koja se tamo događa i razvijanja novih primjena materijala u području dizajna i arhitekture. Burney i Sibbel razvile su način uzgoja kristala soli na metalnoj mreži smještenoj pod vodom u solanama Camargue koje su se koristile za dobivanje soli još od vremena antike.

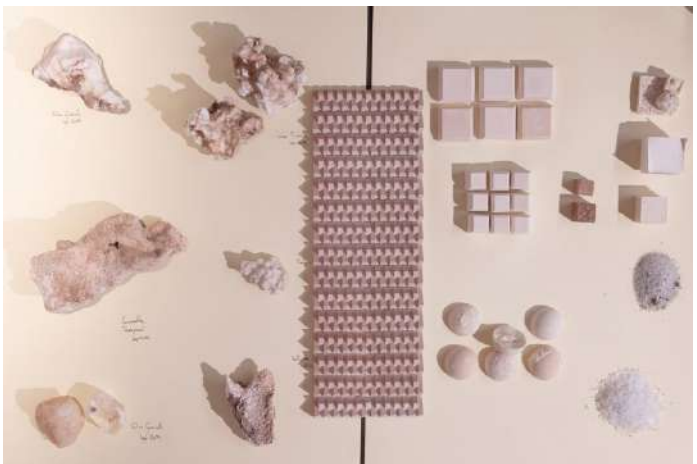
*“Osmislili smo materijal koji raste sam kristalizacijom tijekom dva tjedna. Ne dodaje se energija. Samo sunce i vjetar stvaraju ove ploče.”*

Jan Boelen

*“Budućnost će se graditi s materijalima koji su i novi i stari. Sol je materijal budućnosti: esencijalni mineral za održavanje života, drevni u svojoj upotrebi i bogat kao resurs.”*

Henna Burney

istraživanje  
**Mále Uribe Forés**





Čileanska arhitektica **Mále Uribe Forés** pretvorila je sol u reaktivne zidne pločice koje će kristalizirati i rasti tijekom njezine instalacije Salt Imaginaries. Forés je stvorila zidnu površinu od nizova geometrijskih pločica, napravljenih od mješavine gipsa i soli preuzete iz pustinje Atacama u Čileu. Zid od trietra sastoji se od 1300 pločica izrađenih u dvije različite završne obrade. Prateći sustav osvjetljenja oživljava zid stvarajući promjenjive sjene. Tijekom duljeg vremenskog razdoblja sol će reagirati na vlažnost i temperaturu prostorije, zbog čega će postupno kristalizirati i rasti kao "živi sustav". Osim svojih antibaktericidnih i konzervacijskih svojstava, sol je i prirodno hidrofilna – što znači da može smanjiti vlagu u unutarnjim okruženjima kako bi pomogla u regulaciji vlažnosti. Forés je eksperimentirala s različitim ostacima soli, od odbačenih soli iz procesa rafiniranja litija do soli ostavljenih kao talog na cestama koje idu od rudnika do luke. Nakon što je došla do stabilnog sastava, uz pomoć kemičara iz Čilea i Velike Britanije, od toga je napravila matrične kalupe konačnog željenog oblika i od njih izlila pločice u silikonske kalupe. Bilo je potrebno nešto više od mjesec dana za izradu svih pločica, koje su brušene i zapečaćene kako bi se osigurala čvrsta baza prije nego što su se montirale na licu mjesta kako bi se stvorila konačna struktura.

*"Postoji više od 14.000 poznatih načina korištenja soli, a ipak često zanemarujemo njenu materijalnost"*

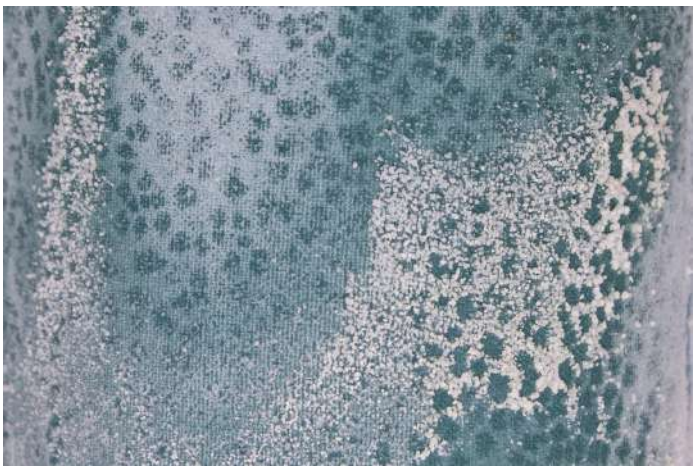
Mále Uribe Forés

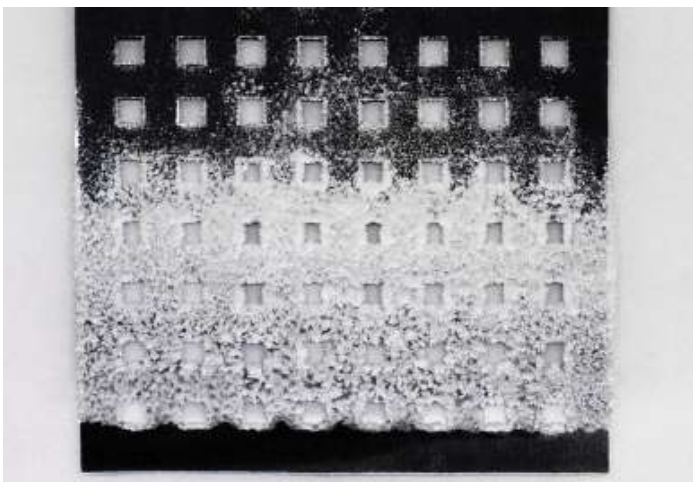
*"U kontekstu procvata biomaterijala i ekološke krize, za mene kao dizajnericu ključno je učiniti vidljivom transformativnu moć materijala"*

Mále Uribe Forés



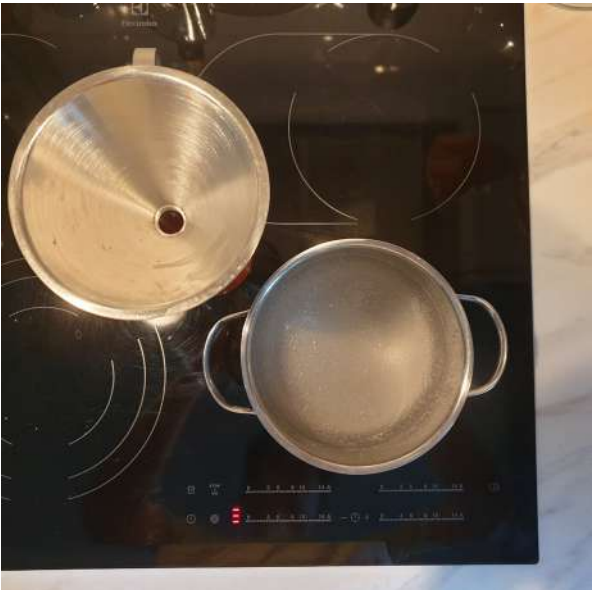
istraživanje  
**Mireille Steinhage**

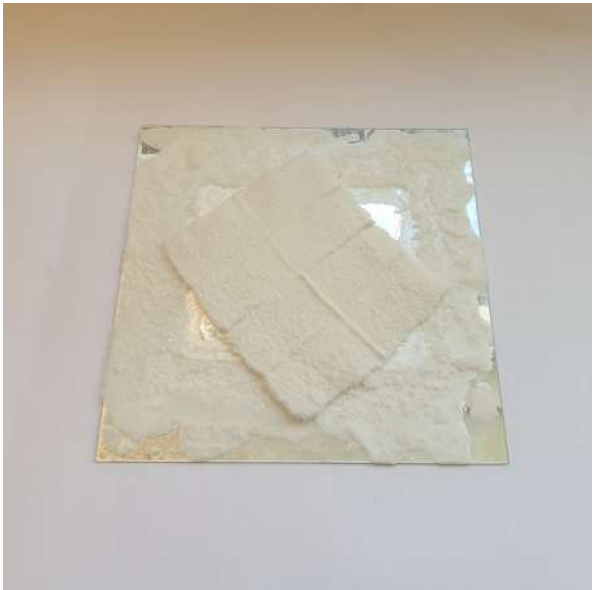




**Mireille Steinhage** je nizozemska dizajnerica koja je svoje djelovanje usmjerila na istraživanje i afirmaciju soli kao materijala. U svojem istraživanju **Salt as material** kombinacijom zgušnjivača, u ovom slučaju krumpirovog škroba, sa solju stvara samonosivi materijal nakon sušenja u mikrovalnoj pećnici. Za izradu oblika korišteni su silikonski kalupi. Proces stvrdnjavanja tvari u mikrovalnoj pećnici i otapanje u vodi može se ponoviti nekoliko puta. U ovom istraživanju proučava načine za izradu materijala koji se mogu koristiti za izradu proizvoda koji, kada postanu nepoželjni, ne ostavljaju nikakav trag za sobom. U istraživanju za svoj diplomski rad **The hidden qualities of salt** proučava korištenje soli u kontekstu njezinih higijenskih svojstava. Zbog prisutnosti čestica tvari i otrovnih plinova u zraku, mnogi ljudi žive u nezdravom okruženju. Pročišćavanje okolnog zraka od velike je važnosti, posebno za astmatičare, osobe s kroničnim plućnim i kožnim bolestima. Pročišćavanje se može postići na prirodan način, korištenjem svojstva pročišćavanja putem soli. Istraživanjem **Salt Crystalization** tehniku kristalizacije soli koja se tradicionalno primjenjuje na pamučnoj vrpici, Steinhage koristi i na materijalima poput tekstila, kartona i metala. Na taj način moguće je uzgajati trodimenzionalne strukture ptoiziše iz plošnih bazi. Tekstura baze olakšava rast soli u svim oblicima izrađenim od mreže, tekstila ili drugog materijala. Kristalizirajuća sol očvršćava materijal iznutra i čini ga čvrstom strukturom. Zbog razlike u gustoći vlakana, uzorak soli različit je za svaki materijal.

eksperiment  
**kristalizacija soli na tkanini**





Kristalizacija 35 % otopine soli u vodi na sterilnoj gazi bez dodatne pomoći toplog zraka. sol otopljena u vodi se nanosi ravnomjerno na sterilnu gazu na glatkoj podlozi i u vremenskom periodu od nekoliko tjedana se postepeno suši i ukrućuje. Rezultat je kruta struktura nastala sušenjem stvara novu teksturu taloženjem soli na površini koja potencira nepravilnosti u materijalu.

eksperiment

***kristalizacija soli na tkanini***

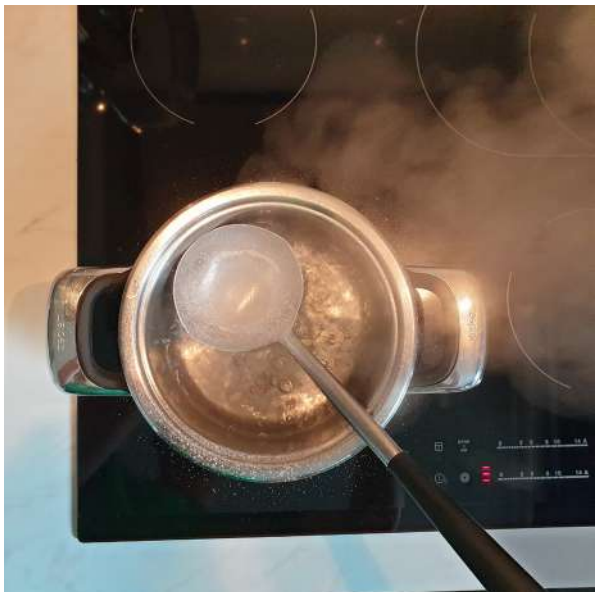






eksperiment

**kristalizacija soli na metalnim kalupima**





Kristalizacija 35 % otopine soli u vodi na metalnim kalupima. Otopina soli u vodi izlivena je u metalne kalupe i grijana u peći kako bi se prije kristalizirala uz postepeno doljevanje dodatne količine otopine. Rezultat je djelomično uspješan jer je velika koncentracija soli uništila kalupe koji su zbog korozije počeli propuštati vodu. Kristalizacija je jedino uspješna na djelčopvima kalupa koji su bili izvan vode na koje se sol taložila tokom isparavanja te su na tim mjestima nastale krute slane strukture kristala koje su blago popratile boju korodiranog metala.

ekperiment

***kristalizacija soli na metalnim kalupima***





ekperiment

**kristalizacija soli iz tople vode**





Kristalizacija 30 % otopine soli uz vodi na trakama različitih materijala (fasadnoj mreži, bijelom papiru, sterilnoj gazi i recikliranom papiru). trake su djelomično umočene u otopinu soli u vodi održavanoj na stalnoj temperaturi pomoću grijača bez mogućnosti ventilacije. početna zasićenost vode je 15 % no nakon nekoliko dana postepeno je podignuta na 30 %. Unatoč tome kristalizacija se nije ostvarila na papiru nego na grijaču vode i stjenkama spremnika.



eksperiment

***kristalizacija soli iz tople vode***





eksperiment

***kristalizacija na tkanini uz strujanje vrućeg zraka***





Kristalizacija 35 % otopine soli u vodi na tekstu uz pomoć vrućeg zraka. Tkanina se kontinuirano navlažuje otopinom soli u vodi i suši s toplim zrakom. po završetku procesa tkanina poprima novi kruti oblik kao rezultat kristalizacije soli i snažnog protoka toplog zraka

eksperiment

***kristalizacija na tkanini uz strujanje vrućeg zraka***







eksperiment

**kristalizacija na tkanini (ispitivanje spoja)**





Istraživanje kristalizacije 30 % otopine soli uz vodi na sterilnim gazama sa ciljem uspješnosti spajanja dvije tkanine na rubovima izvedena je na sličan način kao i prvo istaživanje (kristalizacija vode na tkanini) no sa drugim ciljem. ideja je bila istražiti može li se stvoriti kruta, samonosiva struktura koja se može prostorno definirati i nakon oblikovanja ostati takva. u tu svrhu ispod dvije gaze je postavljen uložak od stiropora. Istraživanjem bi se također trebala utvrditi adhezivna svojskva kristala soli te se u tu svrhu na pregibupostavljaju dva sloja srterilnih gazi, jedan preko drugog te se kontinuirano navlažujut otopinom soli u vodi. Uz to na jednom pregibu su dodane spajalice kako bi se ispitaio spoj pomoću njih ali i mogućnost "bojenja" soli korozijom koja bi nastala njihovim kontaktom sa slanom otopinom. Rezultat je pokazao da je sol dobar element

ekperiment

***kristalizacija soli na tkanini (ispitivanje spoja)***

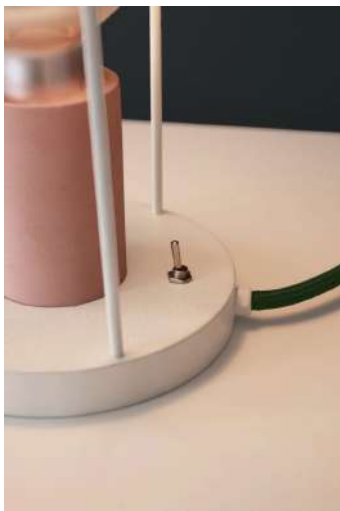




## spekulacija

Sol i njezine kvalitete možda su najbolje prepoznate i potencirane od strane ranije spomenute dizajnerice **Mireille Steinhage** u njezinom diplomskom radu **The hidden qualities of salt**. Njime je još u razdoblju prije trenune zdravstvene krize uzrokovane pandemijom virusa COVID-19 nastojala istražiti značenje dizajna u zdravstvu, te otovriti raspravu o mogućnostima alternativnih tretmana koji mogu služiti kao dopuna konvencionalnoj zdravstvenoj skrbi.

Steinhage primjećuje da zbog prisutnosti čestica i otrovnih plinova u zraku, mnogi ljudi žive u nezdravom okruženju. Pročišćavanje okolnog zraka je, prema tome, od velike je važnosti, posebno za astmatičare, osobe s kroničnim plućnim bolestima i kožnim problemima. Zaključuje da se pročišćavanje može postići na prirodan način, korištenjem svojstva soli. Kolekcijom, dizajniranom u sklopu svojeg diplomskog rada, koja se sastoji od ovlaživača zraka, lampe, radijatora i maski za usta pokušava tu ideju prenjeti u stvarnost stanovanja i života.



Osim ovakvog pristupa dizajnu kućnog namještaja pokazuje se i potencijal u primjeni u speleoterapiji koja predstavlja terapijsku metodu baziranu na prolongiranom boravku u specifičnim mikroklimatskim uvjetima koji postoje u kraškim špiljama, jamama i rudnicima soli. Posebno efikasnom među oblicima speleoterapije pokazala se **haloterapija** - terapija bazirana na boravku u mikroklimatskim uvjetima koji izvorno postoje u rudnicima soli. Počeci haloterapije sežu u 19. stoljeće, kada su poljski liječnici počeli sistematizirati svoja opažanja o znatno rjeđem pobolijevanju od plućnih bolesti rudara zaposlenih u rudnicima soli. U istom stoljeću, također u Poljskoj, otvoren je prvi podzemni sanatorij za liječenje haloterapijom smješten u napuštenim rudnicima soli. Sredinom osamdesetih godina dvadesetog stoljeća, razvojem tehnologije koja omogućuje umjetno stvaranje mikroklimatskih uvjeta koji vladaju rudnicima soli, razvila se moderna haloterapija.





**Ovlaživač zraka** sastoji se od spremnika napunjenog slanom vodom i mehanizma isparivača povezanog s timerom podešenim tako da omogući isparavanje slane vode u zrak 15 minuta svaka 2 sata. **Lampa** je napravljena u suradnji s Mika Tsutai sa Kyoto Institute of Technology, a specifična je jer joj je sjenilo izrađeno od papirnih vlakana, u kombinaciji sa soli i prirodnim ljepilom. Tijekom korištenjate komponente počinju kristalizirati i tako postaju kruta struktura. Sjenilo se zagrijava putrem žarulje. **Radijator** se temelji na sličnom principu grijanja koji se primjenjuje na svjetiljku. Površina radijatora je obložena slojem soli i papirnate kaše. Toplina iz radijatora uzrokuje kristalizaciju soli na površini radijatora. **Maske za usta** su razvijene da budu dio vizualne komunikacije i naglašavaju važnost istraživanja materijalnog potencijala. Sol se kapilarnim djelovanjem kristalizira u tkaninu maski i oslobađa se kondenzacijom daha.



Prostorija u kojoj su umjetno stvoreni mikroklimatski uvjeti nužni za provođenje haloterapije zove se **slana komora**. U nju se umjetno upuhuje suhi slani aerosol koji u odgovarajućoj koncentraciji dominantno sadržava čestice veličine 2-5 mikrometara. Prostor s ovakvim mikroklimatskim uvjetima ima nekoliko osnovnih karakteristika: ne sadržava mikroorganizme niti alergene, obilno prisutne negativno nabijene čestice soli dovode do ionizacije zraka. Navedeni prostor ima stabilnu vlažnost (40-60 %) i konstantnu temperaturu (18-24 °C). Ova metoda predstavlja pomoć u liječenju različitih bolesti respiratornih bolesti, u odraslih najčešće pri liječenju KOPB-a, astme, sinusitisa, dugotrajnog kašlja, bronhiektazija, a u djece pri liječenju i rehabilitaciji tijekom poboljšanja ili između epizoda ponavljajućih bronhoopstrukcija (astme), bronhitisa, laringitisa, rinitisa, kašlja, kašlja noću, alergija.



## spekulacije o materijalu **sol**

Sol kao materijal, pogotovo u kombinaciji s još jednim materijalom (u ovom slučaju istraživanja tekstilom), daje iznimne rezultate. Kristalizacijom ona daje nove vrijednosti materijalima s kojima je u kombinaciji. Potencira njihove nesavršenosti istovremeno dajući im novu kvalitetu (npr. širenje boje korozije metala kroz tkaninu ili relativno transparentnu gazu čini translucentnom te joj daje novu teksturu). Ono što je naupečatljivije je mogućnost davanja krutosti tekstilu koje se u kontekstu arhitekture može koristiti u većem mjerilu od onog kojeg koristi Mireile Steinhage. Na kraju ovog istraživanja ostaje pitanje koliko nas još takvih "nekonstruktivnih" materijala okružuje i kojim kvalitetama raspolažu.



## spekulacije o materijalu zemlja / glina / opeka

Prirodan, svepristutan, dostupan. Materijal koji osim jake fizičke pojavnosti, ima i duboku spiritualnu dimenziju. Omogućuje nam život, daje hranu i sklonište. Tlo po kojem hodamo. A na kraju nas uzima k sebi. Vitalan je, ali i ranjiv. Indijska civilizacija je cvjetala i održavala se tisućama godina jer je štovala tlo kao sveto i nepovredivo. Drevni vedski ljudi su izuzetno poštovali tlo kao Majku Zemlju. Atharva Veda poziva na molitvu Prithvi, Zemlji: *"Let what I dig from thee, O Earth, rapidly spring and grow again. O Purifier, let me not pierce through thy vitals or thy Heart."* Željom za što većom utilizacijom tog resursa, čovjek na kraju ostaje bez njega. Erozijska, dezertifikacijska, acidifikacijska, deforestacijska, salinizacijska, rudarenjska i urbanizacijska neželjena su posljedice lošeg gospodarenja tлом. Izuzetno je važno stvoriti brižan i obziran odnos prema zemlji. Tradicionalna i suvremena umjetnost gradnje od zemlje rijetko se spominje u knjigama o arhitekturi. Ovo zanemarivanje dovelo je do nedostatka pouzdanih informacija o budućoj uporabi ovog prirodnog resursa kao lokalnog i ekološki održivog građevinskog materijala. Napretkom tehnologije stalno se oduševljavamo novijim, suvremenijim, trajnijim, a zaboravljemo na bogatstvo onoga što je svakodnevno oko nas. Velika želja za iznimnom trajnošću ponovno rezultira bezbrojnim rušenjima. Novi pristup građenju ne smije biti novi način za uništavanje. Arhitektura budućnosti mora se okrenuti prošlosti. Uz pravilno i obzirno korištenje, možemo ponovno naučiti kako posuđivati od prirode. Pokretačka snaga u obnavljanju tog jedinstvenog odnosa počiva na ljudima i njihovoj odgovornosti za donošenje ispravnih odluka. Želja je da sklad s prirodom u antropocenu ne ostane samo na utopiji, već da stvarno zaživi u svim područjima ljudskog djelovanja. Zemljana arhitektura od početka se razvijala kroz dualnost 'sirove' i 'pečene' opeke. Pažnju smo usmjerili sušenoj i na suncu pečenoj opeci zbog najveće održivosti takvog procesa, bez ikakvog CO<sub>2</sub> otiska. Arhitektura više ne smije biti samo estetika i konstrukcija, već i misija. *"Architecture is a tool to improve lives.(...) For me, sustainability is a synonym for beauty: a building that is harmonious in its design, structure, technique and use of materials, as well as with the location, the environment, the user, the socio-cultural context. This, for me, is what defines its sustainable and aesthetic value."*

- Anna Heringer

Strukture izgrađene od zemlje udomljavaju oko 1,5 milijardi ljudi, što je oko 30 posto svjetske populacije (Keefe 2005.). Kao građevinski materijal zemlja se kontinuirano koristi gotovo 10 000 godina; diljem svijeta, različiti narodi i kulture koristili su nepečenu zemlju za stvaranje mnoštva zgrada – ne samo domova i stanova, već tvrđava, palača i hramova koji su uspješno izdržali test vremena. Varijacije u obliku i odabiru materijala temeljile su se na lokalnom okruženju. Korištenje zemlje bilo je potrebno kako bi se drugi materijal na najbolji način iskoristio i učvrstio. Na mjestima gdje nije bilo ni drva ni kamena, zemlja se koristila samostalno. I danas se ove tri osnovne tehnike koriste u zemljama Trećeg svijeta. Suvremene industrijske zemlje, s druge strane, češće koriste ove osnovne tehnike u ruralnim područjima. Razvoj (čerpića) opeke, izvedene modularne zidane jedinice od na suncu osušenog blata, nastao je na višim civilizacijskim razinama. Godine 1964. antropolog Claude Lévi-Strauss skrenuo je pozornost na dualnost u srcu civilizacija: korištenje 'sirovog' i 'pečenog' u arhitekturi: zemlja dopušta oba načina. Najstariji, još uvijek široko prihvaćen u mnogim zemljama, koristi sunčevu toplinu za sušenje i stvrdnjavanje zemlje, za razliku od pečene cigle ili pločica koje zahtijevaju mnogo više temperature. Sirova zemlja ima mnoge vrline i prednosti, posebice u smislu uštede energije i ekologije. Postoji desetak građevinskih tehnika, uključujući tlačnu, oblikovanu, ekstrudiranu i izlivenu zemlju. Tri najčešća za nosivo zidanje su adobe (modularne opeke sušene na suncu), nabijena zemlja (komprimirana u kalupima za izgradnju monolitnih zidova) i njegova varijanta kob (koristi se bez oplata). Osim zidova, čerpić se također može koristiti za izgradnju širokog spektra lukova, svodova i kupola. Zemljana arhitektura može se naći na svim kontinentima. S vremenom su se tehnike racionalizirale i nabijena zemlja sada se može prefabricirati in situ u velikim zidanim modulima. Kao zamjena za čerpić, otporniji komprimirani zemljani blokovi (CEB) mogu se stabilizirati cementom.

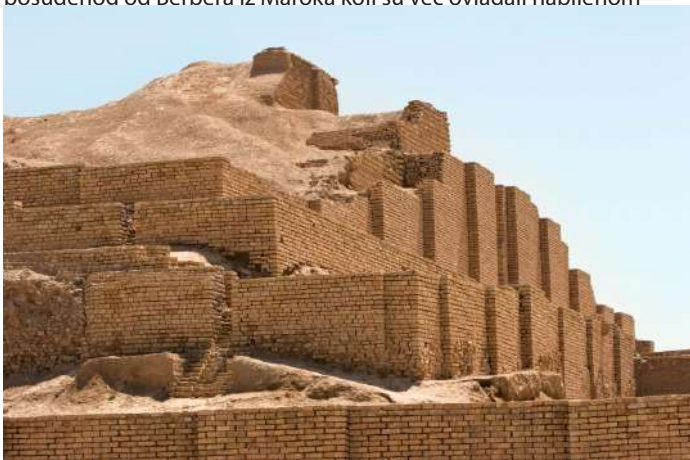
Zemlja nudi arhitektima potencijal za djelovanje, posebno za zgrade male ili srednje veličine, koje su najraširenije. Sirova zemlja ne zahtijeva fazu industrijske prerade i treba joj malo ili nimalo transporta, jer se koristi na mjestu vađenja ili blizu njega. Njegova uporaba ne zahtijeva fosilna goriva i ne proizvodi CO<sub>2</sub>. Ako se koristi bez cementa ili bilo kojeg drugog industrijskog dodatka, zemlja je materijal koji se u potpunosti može reciklirati. Često je vjerodostojna alternativa cementu (i betonu), čija proizvodnja uključuje između 6 i 8 posto godišnje proizvodnje CO<sub>2</sub> u svijetu.

### **NEKAD I SAD**

Sve je počelo prije otprilike 10.000 godina, tijekom 'neolitske revolucije', koja je najavila prijelaz od nomadizma do prvih ljudskih naselja. Poljoprivredna viškovna ekonomija ranih sela dovela je do stvaranja prvih gradova. Ako je Anadolija od 7560. godine prije Krista imala najstariji protogradu – Çatal Hüyükü – tada se u Mezopotamiji, na Plodnom polumjesecu (Irak i Sirija) pojavila i razvila prva velika urbana civilizacija. Za izgradnju svojih brojnih aglomeracija – ponekad već proširenih do statusa metropola poput Babilona – i s obzirom na oskudicu kamena i drva u tim regijama, sirova zemlja bila je prevladavajući materijal. Korišten je za izgradnju ne samo većine domova, već i utvrđenih obrambenih zidova, palača i hramova, a posebno zigurata, čiji su uzlazni arhitektonski impulsi morali osigurati mističnu vezu između ljudi i bogova, između zemlje i neba. Čuveni babilonski toranj izgrađen je od zemlje 1770. godine prije Krista, visok 70 metara. Za staroegipatsku civilizaciju često se smatra da je preferirala kamen, o čemu svjedoče piramide i središnji dijelovi hramova posvećenih kasnim faraonima. Taj je materijal doista trebao osigurati vječni opstanak mjesta posvećenih štovanju mrtvih. Iako su središnje jezgre hramova posvećene preminulim vladarima bile od kamena, velik dio građevina i visoki obrambeni zidovi izgrađeni su od zemlje, kao i gotovo sva naseljena sela i gradovi. Ovaj se materijal pokazao toliko jakim i izdržljivim da su čak i vojne tvrđave podignute na isti način, kao što je gigantska građevina Buhen, izgrađena u 19. stoljeću prije Krista. Od svog rođenja na Bliskom istoku tijekom sedmog stoljeća, islamska civilizacija posuđuje, kroz kulturnu osmozu, neke arhitektonske karakteristike koje su započete u Mezopotamiji, uključujući umijeće



SLIKA NA GROBNICI REKHMIRE PRIKAZUJE PROCES IZRADE OPEKE OD BLATA  
<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>  
građenja zemljom. Danas živi povijesni gradovi ovih regija – poput veličanstvenog Yazda u Iranu – svjedoče o ovom moćnom naslijeđu. Arapsko osvajanje, koje se proteže od središnje Azije do južne Europe, preko sjeverne Afrike, osiguralo je geo-kulturni prijenos ovog znanja, asimilirajući druge utjecaje na tom putu, poput onog posuđenog od Berbera iz Maroka koji su već ovladali nabijenom



OBICNO OBLÓZENE IZVANA GLAZIRANIM CIGLAMA, CIGLE OD SIROVE ZEMLJE ČINILE SU VEĆI DIO UNUTARNJE STRUKTURE MONUMENTALNIH ZIGURATA MEZOPOTAMIJE  
<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>

zemljom. Ovom tehnikom arapsko-muslimanska kultura izgradila je svoju najraskošniju palaču u Španjolskoj: Alhambru u Granadi podignutu u 13. stoljeću. Sa druge strane, Španjolci su od 1492. izvezli ovo tehničko znanje u Latinsku Ameriku kako bi izgradili više od stotinu kolonijalnih gradova i bezbroj crkava, pa čak i katedrale. Ipak, mnogo prije dolaska konkvistadora, lokalne kulture su se već isticala u zemljanoj gradnji i gradile remek-djela, poput 'piramide'



POLJA KUPOLASTIH NASTAMBI NA NEKROPOLI U MINYI, EGIPAT  
<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>



*zemlja / glina / opeka*

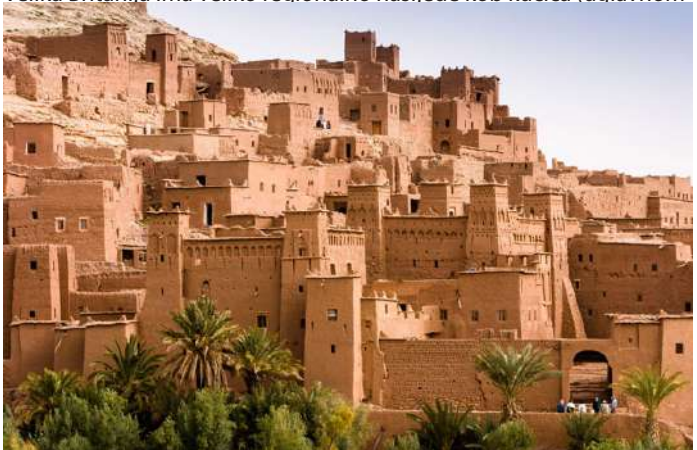
## **materijal prošlosti, sadašnjosti i budućnosti**



VELIKA DŽAMIJA U DJENNEU

<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>

Huaca del Sol u Peruu iz prvog stoljeća ili ogromnog grada Chan Chan u kojem se živelo od 9. do 15. stoljeća. U današnjem SAD-u, vrlo rane tvorevine (3300. pr. Kr.) Mound Buildersa razvijene su duž doline Mississippija, a u Novom Meksiku najstarija indijanska pueblo zajednica Taos datira iz 13. stoljeća. Što se Kine tiče, gotovo tisućljeće se gradilo više Velikih zidova čija se konstrukcija sastojala od korištenja samo lokalnih materijala: kamena, ali i sirove zemlje na vrlo dugim dijelovima. Tulozna, kružna sela naroda Hakka građena od nabijene zemlje od 12. do 20. stoljeća, još uvijek su čudo kulturne i društvene domišljatosti. U Jemenu, sela u dolini Hadramut, a posebno grad predaka Shibam, predstavljaju nevjerojatna remek-djela harmonije i adaptivne inteligencije na neprijateljsko okruženje i klimu. Ovaj kompaktni grad (oko 7 000 stanovnika koji živi na otprilike 8 hektara) jedini je na svijetu koji je u cijelosti izgrađen od čerpiča, a sve njegove stambene zgrade uzdižu se na pet do sedam katova. U Maroku, pedsaharske doline oaze bogate su stotinama (često utvrđenih) zapanjujućih sela (ksour ili singular ksar) izgrađenih od nabijene zemlje, što svjedoči o konstruktivnom geniju Berbera. Najbolje su očuvane one Aït Ben Haddoua i Tissergatea; kao i kasbe – utvrđene rezidencije plemenskih poglavara – Taourirta u Ouarzazatu i Amridila u Skouri. Urbano blago zemlje ostalo je u starim medinama (Marakeš, Fez, Rabat itd.), jedinama u arapsko-muslimanskom svijetu koje su u potpunosti zadržale svoje izvorne moćne arhitektonske i urbane specifičnosti, kao što su njihova obrambena ogradna koja ukupno ima više od 100 kilometara visokih zidova od nabijene zemlje. U Maliju, grad predaka Djenné otkriva izvanrednu simbiozu između lokalnih animističkih kultura i onih koje potječu iz Maroka i islama. Taj kasniji utjecaj stvorio je veličanstvene tradicionalne i moderne džamije arhitektonske i 'kiparske' moći bez premca izvan zapadne Afrike, a najslavnija je u Djennéu, izgrađena 1907. U Maliju je ova živopisna narodna kreativnost ostala živa i još uvijek stvara remek-djela. Ova umjetnost građenja zemljom nije ograničena samo na ove regije – može se cijeliti i diljem Europe. Velika Britanija ima veliko regionalno naslijeđe kob kućica (uqlavnom



AÏT BEN HADDOU, MAROKO

<https://www.feelmorocco.travel/destinations/ait-ben-haddou/>

*Nina Milina, Marin Ponjević isp 2122 Protić, Spudić*



u Devonu). U ruralnoj i urbanoj Francuskoj, obilje povijesnih, narodnih i suvremenih građevina koegzistiraju u nabijenoj zemlji (pisé), čerpiču, klipu (bauge) i pletu i mazanju (torchis). Iznenadjuća svjetska raznolikost ovog nasljeđa nadahnula je novu ili čak radikalnu kreativnost, koja se često navodi kao pripadnost kritičkom regionalizmu kako ga zastupa Kenneth Frampton.

Tri velika pionira proizvela su dugotrajne globalne modernizacije u zemljanoj gradnji. Prvi koji se bavio njegovom teoretskom i praktičnom racionalizacijom i generalizacijom bio je francuski majstor-zidar François Cointeraux (1740.-1830.). Od 1789., u duhu ideala Francuske revolucije, izumio je svoj nouveau pisé, inovativnu verziju tradicionalne nabijene zemlje. Namjera mu je bila promicanje stanovanja široko dostupnog svim društvenim slojevima i razvoj ekonomične, udobne i nezapaljive arhitekture. Njegovi brojni militantni spisi prevedeni su na devet jezika, osiguravajući trajno širenje njegovih genijalnih izuma. Egipatski arhitekt Hassan Fathy (1900.-1989.) bio je, od 1940-ih, prvi koji je predočio drugu revoluciju – onu koju je odredila Bandungka konferencija (1955.) koja je okupila 29 zemalja u usponu da odbiju usklađivanje između kapitalističke i komunističke ideologije, promovirati treći način: tada je skovao 'Treći svijet'. Njezina radikalna strategija zagovarala je političku, gospodarsku, kulturnu i tehnološku samodostatnost; čak je razvio pokušaj bojkota uvoza cementa. Fathyjev rani odgovor bio je regenerirati nubijsku tradiciju čerpiča radi promicanja izgradnje samopomoći utemeljene u zajednici. Od 1970-ih, njegova strastvena



SHIBAM, YEMEN

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Shibam,\\_Yemen\\_01.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Shibam,_Yemen_01.jpg)

kreativnost – eksperimentirana u selu New Gourna – inspirirala je mnoge mlade arhitekta, prvo u SAD-u i Europi, a kasnije tek u takozvanom 'Trećem svijetu'. U Francuskoj, CRAterre je osnovan 1979. godine sa sjedištem u Grenoblu na arhitektonskoj školi. Od tada je postala najpionirnija, najkreativnija i najvažnija međunarodna interdisciplinarna skupina u području zemljane izgradnje. Njegovih 60 istraživača, praktičara i nastavnika aktivni su i utjecajni u mnogim zemljama. Oni su posebno odgovorni za dizajn i upravljanje uzornim projektima, razvoj suštinske nove teorijske i praktične pedagogije usmjerene na ovladavanje dizajnom sirove zemlje, kao i svjetski inventar svih tradicionalnih i modernih tehnika: njihova Earth Construction: A Comprehensive Guide (ITDG, London, 2008.) postao je – zajedno s drugim njihovim publikacijama – bitno referentno djelo za graditelje. Uz strategije i najbolje prakse koje su tijekom dva stoljeća promicala ova tri diva inovacija, bezbrojni arhitekti i inženjeri upotrijebili su svoje talente kako bi slijedili njihova učenja ili istražili druge kreativne putove. Mnogi su protagonisti, međutim, nepravedno zanemareni. U Velikoj Britaniji, arhitekt Henry Holland (1745.-1806.) bio je prvi entuzijastičan prevoditelj Cointerauxovih spisa, koji su bili utjecajni u SAD-u i Australiji. Od 1910. G Somers Clarke i WJ Palmer-Jones, učenici pokreta za umjetnost i obrt, gradili su luksuzne vile u Egiptu. Nakon dva svjetska rata, Clough Williams-Ellis je uzalud sugerirao da neka od uništenih mjesta treba obnoviti zemljom. Od 1919. i 1945. Njemačka je zapravo bila jedina zemlja koja je usvojila ambicioznu nacionalnu strategiju koja bi ukupno imala više od 80.000 kuća podignutih u zemlji. Rudolph Schindler iz

## zemlja / glina / opeka zajednica

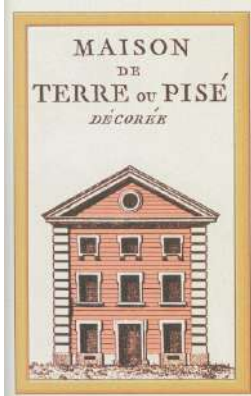


CHAN CHAN, PERU

<https://www.machutravelperu.com/blog/chan-chan>

1912. i Frank Lloyd Wright iz 1940. bili su među poznatim arhitektima u SAD-u koji su pridonijeli istraživanju zemljanih građevina – iako nikad fizički ostvarenih – kao što je bio Le Corbusier u Francuskoj između 1940. i 1947. godine. U SAD-u tijekom 1960-ih i 1970-ih, revolucija protiv kulture pokrenula je prve alternativne eko-kuće, koje su bile utjecajne posebno u Novom Meksiku, gdje je kombinirana upotreba sirove zemlje i sunčeve energije rodila “Solar-Adobe” kuće autora Stevea Baera i Davida Wrighta. Antoine Predock sagradio je zavodljivo stambeno naselje La Luz (60 kuća od čerpiča više srednje klase u Albuquerqueu, dovršeno 1974.): model kompaktnog urbanizma osmišljen kao realistična zamjena za apsurdno američko predgrađe. Tijekom 1980-ih CRAterre je svoje tehničke vještine doveo na novi i utjecajni zamah osiguran izgradnjom dva velika pionirska projekta za socijalno stanovanje – urbanog imanja (64 jedinice) Domaine de la Terre u Francuskoj i pilot programa od 30.000 ruralnih nastambi u Africi na otoku Mayotteu. Aktivizam CRAterrea također je stimulirao mlade talente diljem svijeta, uključujući Annu Heringer u Njemačkoj i Martina Raucha u Austriji. Njihova postignuća – uvijek bez upotrebe dodatnih „stabilizatora” poput cementa – svjedoče o odlučujućem doprinosu nove generacije graditelja. Njihova arhitektura nije samo perfekcionista, racionalistička i skladna, već i etička i ekološka. Od 1990. godine upotreba nabijene zemlje (nažalost, često pretjerane s cementom) se višestruko povećala u gradnji luksuznih vila u SAD-u, u kojoj Rick Joy briljira. U Australiji je ovu praksu započeo još 1952. GF Middleton i od tada je postala široko rasprostranjena.

U Africi su se pojavila tri talentirana ‘arhitekta zemlje’. Od 1980. Elie Mouyal u Maroku sa svojim vilama; od 2000. Francis Kéré u Burkini Faso sa genijalnim i inovativnim ruralnim školama i medicinskim centrima; a od 2010. u Nigeru, Mariam Kamara sa radikalnim džamijama i stanovanjem. Razni dobitnici Pritzkerove nagrade stvorili su remek-djela iz nabijene zemlje, uključujući Wang Shua u Kini s izvanrednom kućom za goste Wa Shan u kampusu Hangzhou (2013.) i Renzo Piano u Ugandi sa svojom dječjom bolnicom (2019.). Druzi divovi svijeta umjetnosti – poput Andvia



MODERNIZIRANI OBLIK ZEMLJANE GRADNJE FRANÇOIS COINTERAUX JE VIDIO KAO ODGOVOR NA EGALITARNO DRUŠTVO POST-REVOLUCIONARNE FRANCUSKE  
<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>

Goldsworthyja, Richarda Longa i Hannsjörga Votha – dali su novi poticaj Land Artu u obliku eko-djela sa sirovom zemljom. Danas su kreatori suočeni s bezbrojnim poteškoćama: restriktivnim propisima, apsurdnim standardima, sitničavom birokracijom koja potiče standardizirana rješenja i dominantnom tehno-strukturom koja nastoji obuzdati alternativnu kreativnost u korist propisa multinacionalnih industrijskih grupa. Projekti zamišljeni u sirovoj zemlji prečesto su tako sputani. Kako Rudy Ricciotti kaže, 'arhitektura je borilački sport' koji sada dopušta samo istinski nadarenima i motiviranima da prevladaju te prepreke i doprinesu napretku traženog alternativnog puta. Njemačka je pozvala na uvođenje montažnih, standardiziranih industrijskih proizvoda izrađenih od zemljanih materijala. Do tada su još uvijek nedostajale detaljne tehničke smjernice i često nije bilo moguće precizno formulirati tehničke specifikacije za zemljane materijale i komponente. Kao posljedica toga, nije bilo valjane osnove da građevinska tijela ili ovlaštene stručnjaci ocjenjuju njihovu usklađenost sa zahtjevima. To se promijenilo 2013. godine, kada je objava DIN standarda (Njemački institut za standarde) za zemljane blokove i zemljanu žbuku dovela do temeljnih promjena na tom području. Od tada je moguće odrediti svojstva kao što su klase čvrstoće i sorpcije unutar kvalificirane specifikacije. Nadalje, jamstva koja se daju na standardizirane proizvode predstavljaju sigurnosni pečat za planere i izvođače. Za građevinske svrhe prikladne su samo određene mješavine zemlje.



SVEČANA OBNOVA VANJSKOG SLOJA ZEMLJANIH ZIDOVA INDIJANSKOG PUEBLOSA TAOSA

<https://www.architectural-review.com/essays/inhabiting-the-earth-a-new-history-of-raw-earth-architecture>

Građevinari i arhitekti susreću se s pitanjima klijenata je li moguće koristiti tlo njihove parcele za gradnju. Uzorcima i laboratorijskom testiranjima moguće je utvrditi pogodnost određenog tla, međutim standardizacija je usmjerena na normiranje i ispitivanje pripremljenih ready-to-use zemljanih mješavina. Uz političke reforme za zaobilazanje ovih prepreka, apsolutni prioritet je i odgovarajuća obuka budućih stručnjaka, od projektanata do obrtnika, koji će moći savladati sve aspekte zemljane gradnje. Međutim, 2020. još uvijek postoji samo jedna arhitektonska škola u svijetu (Ensay u Grenoblu) koja dodjeljuje 'državne diplome' povezane s ovom specifičnom pedagogijom: ona koju je pokrenuo CRAterre. Potaknuvši ovu 'kulturnu i obrazovnu revoluciju', arhitekt Patrice Doat utro je put da osiguramo našu budućnost. Obećavajući potez u pravom smjeru je ambiciozni projekt za veliko višenamjensko urbano naselje na vratima Pariza od strane Quartusa, developera koji je naručio Wang Shua da projektira urbanistički plan, a arhitekturu je povjerio timu obučenom u CRAterreu. Ovaj pilot projekt također će pokazati izvedivost novog oblika kružnog gospodarstva u urbanim područjima: zemlja koja se koristi bit će izvađena iz pariške metropole tijekom kopanja nove metropolitanske željezničke mreže. Dakle, to je veliko novo polje potencijalne aktivnosti koje se oblikuje u svim aglomeracijama. Uskoro će omogućiti da zemljana arhitektura ponovno procvjeta u urbanim sredinama. Po riječima filozofa i sociologa Edgara Morina, 'veliki pokreti transformacije uvijek počinju na marginalan, devijantan, skroman ili čak nevidljiv način.'

## *zemlja / glina / opeka* **zajednica**

**Mariam Kamara:** *“Dizajn može biti moćan alat za dobro.”* Mariam Kamara osnivačica je i direktorica Ateliera Masomi, arhitektonske i istraživačke tvrtke u Naimeyju, glavnom gradu Nigera. Također je jedan od osnivača kolektiva United4design sa sjedištem u Seattleu koji radi na projektima u SAD-u, Afganistanu i Nigeru. Kamara je također izvanredna profesorica na Sveučilištu Brown i stalni arhitektonski kritičar na Rhode Island School of Design. Njezin rad vođen je motom “ne čini štetu” i uvjerenjem da arhitekti imaju važnu ulogu u razmišljanju o prostorima koji imaju moć da uzdignu, daju dostojanstvo, i osiguraju bolju kvalitetu života. Smatra da je uloga i odgovornost arhitekata je ogromna. Napravili smo toliko



LOKALNA TRŽNICA DANDAJI, NIGER, 2018.

<http://www.ateliermasomi.com/dandaji-market>

štete za koju je uvijek kriv netko drugi. Dana nam je mogućnost izbora i trebamo je koristiti da bismo kreirali prostore koji su zdraviji. Kroz svoju praksu, Mariam nastoji otkriti inovativne načine za to, održavajući prisan dijalog između arhitekture, ljudi i konteksta. “S povijesne točke gledišta, preko istraživanja materijala lokacije, do demografije - gledamo sve. Također pokušavamo doći u kontakt s uzorkom reprezentativnim za one korisnike koji bi bili u toj zgradi, a ne toliko s klijentima, a to dovodi do vrlo iznenađujućih mogućnosti.” Tvrtka je vođena čvrstim uvjerenjem u moć arhitekture da utječe na društvene, političke i ekonomske promjene. Priča o mjestu, njegovim intimnim kutovima i tišini postalo je jedan od najvažnijih aspekata njene prakse. Te priče nisu samo u onome što vidimo i čujemo, već i u onome što dodirujemo, u materijalima i fizičkim elementima koji čine topografiju koju naseljava zajednica. “(...) Dakle, za mene, kad god radim na projektu, posebno kada nije komercijalni projekt, a imamo sreću da radimo na nekoliko kulturnih projekata i javnih projekata, uključivanje zajednice je prvi korak. Čak i kada klijent dođe s nama sa idejom, ostavljamo ga po strani i mi samo idemo dalje i tražimo tko bi bili korisnici i imamo duge sesije, ponekad tijekom više dana, gdje samo slušamo. Radi se zapravo o postavljanju pitanja i slušanju onoga što izlazi, što na kraju ima duboke posljedice na projekte koje razvijamo. Često završava redizajniranjem ili prepisivanjem samog programa, ali nam također daje jaku osnovu da se vratimo klijentu i kažemo: pa, zapravo, možda bi to bile stvari o kojima bi program trebao biti. Kao arhitekta, ovlaštene ste donositi određene odluke. To također može utjecati na to gdje se projekt nalazi, posebno za kulturne projekte jer nam ti razgovori omogućuju da dođemo do korijena određenih povijesti koje nisu nužno povijest mjesta, već više narativi korisnika, ljudi i mjesta do kojih je često teško doći osim ako s nekim ne razgovarate. A zatim, omogućuje i nastanak simbolike koje možete ugraditi u arhitektonsko rješenje. Zapravo, u ovom trenutku, mislim da sam imala toliko sreće što sam mogla raditi na nekoliko projekata koji su funkcionirali na taj način da mi je teško raditi na projektima koji ne uključuju zajednicu jer su toliko uzbuđljiviji i toliko bogatiji.”

**Diébédo Francis Kéré:** *“Ako naučimo graditi s lokalnim materijalima, imamo budućnost. Arhitektura može donijeti puno lokalnom društvu kao što je moje. Arhitektura čini ljude ponosnima, jednostavno ponosnima. A to može generirati puno energije.”* Poučeni tradicijom,



naša praksa istražuje nove načine gradnje za koje su temelji odavno postavljeni. Inovativno korištenje lokalnih resursa i participativnih metoda dizajna omogućuju nam da radimo izvan granica većine ustanovljenih projektantskih praksi i odbacimo dominantne norme kako bismo postavili vlastite presedane. Radeći u različitim geografskim područjima, naš portfolio obuhvaća širok spektar projekata od civilne infrastrukture do privremenih instalacija, od koncepta do izvedbe. Osnovao ga je Francis Kéré 2005. godine, s dvostrukim fokusom na dizajn i društvenu predanost, djelokrug studija obuhvaća izgradnju, dizajn i dijeljenje znanja. "Vođeni predanošću razumijevanju posebnih potreba danog konteksta, fino prilagođavamo svoj način izgradnje za svaki od naših projekata, koristeći lokalno znanje i resurse kao naše alate. Istražujući mnoga raskrižja arhitektonskog područja i drugih disciplina, od umjetnosti do tehnologije, proširujemo našu praksu dizajna kako bismo uključili privremene strukture, instalacije i dizajn interijera i proizvoda. Naši projekti arhitekture i dizajna podupiru se stalnom predanošću izgradnji i dijeljenju znanja. Ovaj aspekt naše prakse vidimo kao laboratorij koji nam omogućuje da budemo u dijalogu s vlastitim radom i da istražujemo pitanja koja ga okružuju. Radeći izvan područja većine utemeljenih praksi suvremene arhitekture, prikupili smo stručno znanje u brojnim područjima kroz naš raznoliki portfelj projekata. Naš pristup je lokalni i participativan, učimo iz konteksta svakog projekta i odgovaramo na njega te stavljamo korisnike projekta u središte procesa projektiranja kako bi postavljali prava pitanja. Zatim crpimo iz našeg naslijeđa kreativnosti i snalažljivosti da odgovorimo održivim rješenjima koja projiciraju afrofuturističku viziju, odbacujući dominantne norme kako bismo postavili vlastite presedane. S vremenom je naš rad postao poznat po definiranju karakteristika dizajna koje su proizašle iz ovog holističkog pristupa. Dajući prednost lokalnim i ekološki održivim resursima, istražili smo nove načine transformacije materijala, stječući posebno iskustvo s korištenjem gline. Briga za toplinsku udobnost proizlazi iz pažljivog proučavanja lokalnog znanja, što je rezultiralo brušenjem različitih inovativnih krovnih elemenata. Vjerujemo da rješenja koja sadašnji trenutak traži moraju biti utemeljeni na tradiciji kako bi se razvile prakse primjerene stvarnosti našeg vremena, gradeći nešto što nikada nismo, ali za što su temelji odavno postavljeni." Za Kéré Architecture, definicija lokalnih resursa ima mnogo slojeva, koji su



CLANOVİ ZAJEDNICE SUDJELUU U GRADNJI OSNOVNE SKOLE GANDO, BURKINA FASO, 2008.

<https://www.kerearchitecture.com/work/building/gando-primary-school-extension>

usko isprepleteni. "Vjerujemo da graditi na određenom mjestu znači aktivno sudjelovati u svim aspektima građevinske prakse tog mjesta. Možda najznačajniji lokalni resurs je postojeće građeno naslijeđe koje nas uči kako se prilagoditi našem danom kontekstu. Lokalni konzultanti i obrtnici donose ogroman kapital vještina i stručnosti u lokalnim građevinskim tehnikama. S njima nastojimo stvoriti prostor za razmjenu znanja, donoseći sa sobom svoja iskustva iz prošlih projekata i primjenjujući naučene lekcije na buduće. Konačno, čvrsto vjerujemo da je korištenje lokalno dostupnih materijala ključno za koherentan i održiv način gradnje. To je sveobuhvatno razumijevanje lokalnih resursa na kojem se svaki naš projekt temelji na njegovom

## zemlja / glina / opeka zajednica

specifičnom mjestu i kontekstu. Sudjelovanje je vodeći princip rada Kéré Architecture i ima snažan utjecaj na naš pristup dizajnu. Može poprimiti niz različitih oblika i pojaviti se u različitim fazama projekta. Korisnici naših projekata uvijek su početna i završna točka procesa. Njihovo sudjelovanje ponekad prethodi početku našeg rada, ako je nastanak projekta inicijativa koju pokreće zajednica. Gdje je to primjenjivo, korisnici sudjeluju u oblikovanju projekta doprinoseći svojim vještinama, iskustvom i znanjem o mjestu. Ovisno o razmjeru i prirodi projekta, to može biti organizirano ili neformalno; tijekom faze planiranja, faza izgradnje ili oboje. U cijelom našem radu, posljednji korak sudjelovanja je trenutak kada korisnici preuzimaju vlasništvo nad prostorom i definiraju način na koji on oživljava. Održavanjem i popravkom osiguravaju njegovu dugovječnost, a s vremena na vrijeme čak i prilagođavaju, iz kojih mi zauzvrat možemo naučiti. Danas je pojam održivosti izgubio veliki dio svog značenja kao rezultat neiskrenih i uskih tumačenja. Kéré Architecture svoj održivi pristup dizajnu shvaća kao onaj koji obuhvaća složenost izbora, pragmatičan pristup koji može podrazumijevati informirane kompromise. Naši projekti imaju za cilj obuhvatiti ne samo ekološke nego i društvene i ekonomske aspekte održivosti. To znači uzimanje u obzir mnogih posljedica svake projektne odluke, kako tijekom izgradnje tako i tijekom cijelog životnog vijeka dovršenog projekta." Izbjegavanje potrebe za klimatizacijom putem pasivnih strategija hlađenja je ekološki prihvatljivo, a istovremeno se smanjuju i tekući troškovi zgrade. Skulpturalna fasada brise-soleil Narodne skupštine Benina opravdan je trošak, jer zasjenjenje koje pruža radikalno



OSNOVNA ŠKOLA GANDO, BURKINA FASO, 2008.

<https://www.kerearchitecture.com/work/building/gando-primary-school-extension>

smanjuje izravno izlaganje suncu. Skidanje stupova eukaliptusa za Schorgaripus fagades je radno intenzivan proces, no materijal je lokalno dostupan, pristupačan i lako popravljiv. "Smatramo da je dio našeg posla rješavanje ovih odluka vaganjem ponekad suprotstavljenih prednosti različitih opcija. Kéré Architecture svoj rad smješta unutar struje afrofuturizma, istražujući načine na koje afrofuturizam može postati praksa projektiranja. To nije znanstvenofantastična vizija smještena u daleku budućnost, već opipljiva perspektiva dovršenog projekta. Dok su druge kreativne discipline pristupile afrofuturizmu kao načinu izazivanja naše kolektivne mašte s radikalno alternativnim narativima, arhitektura mora raditi unutar stvarnosti svog sadašnjeg konteksta ako želi biti relevantna. Upravo ta prividna kontradikcija nas dovodi do toga da se pozicioniramo na sjecištu utopije i pragmatizma. Naši projekti istražuju potencijal hibrida visoke i niskotehnološke, pionirske tehnologije u ruralnim sredinama, dok odbacuju loše prikladne uvezene modele kako bi ih emancipirali od planirane zastarjelosti. Kombinacije organskih i industrijskih materijala dobivaju hrabar i dinamičan oblik, stvarajući izrazitu futurističku estetiku. Prevodeći afrofuturizam na arhitektonski jezik i dajući mu fizičku prisutnost u suvremenom krajoliku, nastojimo nahraniti maštu vizijom koja je utemeljena, ali žestoko okrenuta naprijed."

**Dragana Kojičić:** "Gradnja zemljom nosi u sebi ogroman kreativni i socijalni potencijal." Diplomirala je arhitekturu na Odjelu za arhitekturu

Nina Milina, Marin Ponjević isp 2122 Protić, Spudić





GRADNJA KUĆE U MOSORINU

<https://www.politika.rs/sr/clanak/432102/%D0%9E%D0%B4-%D0%B7%D0%B5%D0%B-C%D1%99%D0%B5-%D0%B4%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B5-%D0%B7%D0%B8%D0%B4%D0%B0>

i urbanizam FTN-a u Novom Sadu 2005. godine, a nakon studentskih praksi u Siriji i Kolumbiji u periodu od 2005. do 2008. godine je živjela i radila u Istočnoj Africi. Specijalizirala je zemljanu arhitekturu na fakultetu DSA Terre u Francuskoj, u okviru posebnog programa koncipiranog za ovu temu pod nazivom CRATERre. Nakon perioda provedenog na usavršavanju, od 2010. godine radi na promociji i prezentaciji zemljane arhitekture kroz teorijski i praktičan rad na terenu, u suradnji sa zavodima za zaštitu spomenika kulture, nevladinim sektorom i pojedincima. Svojim iskustvom i znanjima Dragana doprinosi ovom vidu arhitekture kao vođa EU projekta Leonardo Pirate koji se bavi izradom i sertifikacijom obuka i diploma za majstore i druge kadrove za gradnju zemljom. Autor je brojnih radova na temu zemljane arhitekture, a njene tekstove možete redovno pratiti na blogovima [www.kucacuvarkuca.com](http://www.kucacuvarkuca.com) i [www.zemljanarhitektura.com](http://www.zemljanarhitektura.com). Pokretač je budućeg Centra za zemljanu arhitekturu u Mošorinu i vlasnica firme Earth&Crafts za gradnju zemljom i prirodnim materijalima.

**Anna Heringer:** *“Za mene je održivost sinonim za ljepotu: građevina koja je skladna po svom dizajnu, strukturi, tehnici i korištenju materijala, kao i s lokacijom, okolišem, korisnikom, sociokulturnim kontekstom. To je za mene ono što definira njegovu održivu i estetsku vrijednost.”* Svojim projektima Heringer je nastojala lokalnim obrtnicima i lokalnoj zajednici dati povjerenje u korištenje tradicionalnih metoda gradnje, pripremajući ih za budućnost. Također nastoji održati ekološku ravnotežu, izbjegavajući štetne učinke modernih arhitektonskih metoda. Projekti u Bangladešu viđeni su kao ključni u otvaranju novog pristupa održivoj gradnji, oslanjajući se na lokalne materijale i koristeći vještine lokalnih radnika. “Vizija i motivacija za moj rad je istražiti i koristiti arhitekturu kao medij za jačanje kulturnog i individualnog povjerenja, za podršku lokalnim ekonomijama i za poticanje ekološke ravnoteže. Radostan život je kreativan i aktivan proces i duboko sam zainteresiran za održivi razvoj našeg društva i naše izgrađene sredine. Mnogo je resursa koje nam je priroda dala besplatno – sve što trebamo je naša osjetljivost da ih vidimo i naša kreativnost da ih koristimo.”



ANANDALOY: CENTAR ZA LJUDE S POTESKOCAMA, BANGLADES, 2020.

<https://www.anna-heringer.com/projects/anandaloy/>

## *zemlja / glina / opeka* **tehnike**

**NABIJENA ZEMLJA:** drevna metoda gradnje koja je doživjela oživljavanje posljednjih godina. Zgrade od nabijene zemlje nalaze se na svim kontinentima osim Antarktika, te u nizu okruženja koje uključuje umjerena i vlažna područja Europe. Pravilno izgrađena nabijena zemlja može izdržati opterećenja tisućama godina, što svjedoče mnoge još uvijek postojeće drevne građevine diljem svijeta. Postoje različite vrste nabijene zemlje, ali općenito se izrađuje od mješavine zemlje na gradilištu, pijeska, ilovače, gline, šljunka, mulja i cementa koja se zbija između drvenih ili metalnih kapaka. Nakon testiranja sastava i strukture lokalnog tla, stvara se formula koja odgovara dizajnu. Npr. dodatak cementa od oko 2% omogućuje zgradi da izdrži britansku klimu. Zgrade od nabijene zemlje mogu se u potpunosti reciklirati i imaju niske emisije iz transporta jer je glavni materijal već na licu mjesta. No, moraju imati znatno deblje zidove od svojih betonskih kolega, ali su vatrootporni, otporni na termite, netoksični, prozirni i u konačnici biorazgradivi. Imaju izolacijska svojstva jer mogu apsorbirati toplinu tijekom dana i otpuštati je noću. To ih čini popularnim u zemljama u razvoju i zemljama s ekstremnom klimom poput Australije. Tlo je široko dostupan, jeftin i održiv resurs, a njegovo korištenje u građevinarstvu ima minimalan utjecaj na okoliš. To čini konstrukciju od nabijene zemlje vrlo pristupačnom i održivom za graditelje s ograničenim proračunom. Lokalno tlo koristi se koliko god je to moguće - ovisi o nekoliko čimbenika kao što je sadržaj gline itd.

**BALE SLAME:** Gradnja slamom obično se sastoji od slaganja redova bala na podignutu podlogu ili temelj, s barijerom za vlagu ili kapilarnim prekidom između bala i njihove noseće platforme. Zidovi od bale mogu se spojiti iglama od armature ili drveta, a zatim štukaturati ili ožbukati, bilo formulacijom na bazi vapna, ili žbukom od zemlje/glina. Iako bale zapravo mogu pružiti strukturnu potporu za zgradu, u mnogim slučajevima zgrade od bale imaju strukturni okvir od drugih materijala, obično drvenog, s balama koje jednostavno služe kao izolacija i podloga ("ispuna" ili "nenosivost", koja je najčešće potrebna u sjevernim krajevima i/ili u vlažnim klimama). Moderne kuće građene od bala slame pojavile su se tek sredinom 19. stoljeća. Od 2000-ih godina gradnja od bala slame znatno je oživjela, osobito u Sjevernoj Americi, Europi, Africi i Australiji. Obnovljeno zanimanje za ovu tehniku proizlazi iz njezinih brojnih prednosti u odnosu na konvencionalne građevinske sustave, kao što su obnovljiva priroda slame, niska cijena, laka dostupnost i njena prirodna vatrootporna (zvuči kontrainuitivno) i visokoizolacijska svojstva. Slama je vlaknasti materijal koji je praktički neuništiv pod pritiskom. A njegova lokalna dostupnost (slama se može nabaviti u većini dijelova svijeta) smanjuje emisije i troškove prijevoza. Iako slama kao građevinski materijal ima dugu tradiciju u Poljskoj (od slamnatih krovova i tvrdih zemljanih podova do stambenih blokova u Skawini od gline i slamnatih opeka 1950-ih), još uvijek ima mnogo neriješenih pitanja u vezi sa građevinskim propisima, ovisno o lokaciji. Zbog toga su mnogi praktičari i entuzijasti osnovali nezavisne nevladine udruge koje podupiru i potiču inicijative gradnje prirodnim materijalima.

**OPEKA:** materijal dobiven ukalupljivanjem zemlje/gline te sušenjem na suncu ili pečenjem u pećima.

Glina je mineraloški sediment nastao raspadanjem različitih magmatskih, i silikatnih stijena pod djelovanjem atmosferlija i drugih utjecaja (mehaničko, kemijsko i organsko raspadanje). Sastoji se od mineraloških čestica aluminijevih silikata (kaolinit - montmoriloniti, iliti, haloziti, nontroniti, alofani, itd.) i raznih drugih primjesa: kremenata, hidroksida željeza, karbonata, glinenaca (ortoklasa), organskih ostataka (humusa i ugljenih materija). Među gline možemo uvrstiti i crvenicu (terra rossa) koja površinski zauzima veliko područje krša od alpskog područja Slovenije, preko Istre, Primorja i Gorskog kotara, Like i Dalmacije u Hrvatskoj, Hercegovine i Crne Gore. Prema postanku, gline mogu biti sedentarne i transportirane. Gline nastale na mjestima raspadanja minerala, redovito nisu uslojene, a one koje su nastale transportom su slojevite. Transportirane gline su riječnog, glacijalnog, potočnog, jezerskog, spiljskog, eolskog i morskog podrijetla.

# zemlja / glina / opeka

## o glini

### VRSTE GLINA

a) Primarne - nalazimo ih na mjestu postanka ili malim pomakom od njihova prvobitnog ležišta. U ovoj skupini prevladavaju kaolini, koji nastaju raspadanjem granita i porfira. Oni imaju bijelu ili žućkastobijelu boju i neraspadnute dijelove ostatka stijena.

b) Sekundarne - nastaju premještanjem ili transportom (prvenstveno vodom) od mjesta nastajanja. Tijekom transporta i dužoj izloženosti vodi, intenzivira se fizičko čišćenje u odnosu na veličine zrna i njihovo usitnjavanje. Veće i teže grumenje ili zrna kvarca tijekom ovoga prirodnog miješanja brže se talože nego manji minerali gline. Zbog toga gline sadržavaju mnogo više sastojaka od sirovih kaolina. Zbog izloženosti vodi, povećava se i njihova plastičnost. Obje skupine glina ističu se vatrostalnošću i velikom izdržljivošću na visokim temperaturama. Premda pojam gline predstavlja zajedničko ime svih sirovina, od najčistije kaolinske baze do nečiste ilovice za proizvodnju opeka, ipak ih dijelimo u više skupina:

- gline prve skupine, s visokim udjelom aluminijskoga oksida, bez primjese oksida željeza
- gline druge skupine, s visokim sadržajem aluminijskoga oksida i manjim količinama oksida željeza
- gline treće skupine, s malom količinom aluminijskoga oksida i većim postotkom oksida željeza
- gline četvrte skupine, s malom količinom aluminijskoga oksida i većom količinom oksida željeza i kalcijeva karbonata.

U prvu skupinu glina spadaju svi kaolini, kao i gline za proizvodnju porculana.

Drugu skupinu predstavljaju gline za bolje proizvode keramike.

Treća skupina obuhvaća gline za proizvodnju opeka crveno pečene glinene keramike. Četvrtoj skupini pripadaju obična ilovača i lapor.

### VOJSTVA I MINERALOŠKI SASTAV GLINE

Osnovno svojstvo svih minerala koji ulaze u sastav gline je slojevita struktura i sposobnost da se na površini ili između slojeva apsorbira voda. Radi toga gline u vodi nabubre i postaje plastične. Plastičnost gline predstavlja svojstvo gline da se zamiješana s vodom pod određenim uvjetima (povišen tlak, temperatura) da oblikovati, pri čemu stečeni oblik trajno zadrži. Kompaktnost i plastičnost gline ovisi od količini vode u glini (što je manji postotak vode to je veća plastičnost). Sposobnost gline da upija i zadržava vodu je svojstvo koje je usko povezano sa svojstvom plastičnosti gline. Sposobnost upijanja vode ili higroskopnost ovisi o specifičnoj površini glinenih čestica i što su čestice sitnije ili finije, njihova je specifična površina veća i veća je mogućnost upijanja vode, a time je i glina plastičnija. S upijanjem vode usko je povezan i pojam normalne konzistencije glina koja daje glineno tijesto najveće plastičnosti i jačine na kidanje. U praktičnoj namjeni pojam normalne konzistencije glinenog tijesta podrazumijeva konzistenciju pri kojoj glina sadrži maksimalni iznos vode, a glinena masa se ne lijepi za prste. Prema upijanju, odnosno hidrofilnosti glina, one se mogu podijeliti na:

- 1) vrlo plastične
- 2) plastične
- 3) slabo plastične gline

Različite primjese im povećavaju ili smanjuju plastičnost. Svaka kristalizirana tvar, pa i najfinije usitnjena (ako ne pokazuje izrazita hidrofilna svojstva), dodana glini smanjuje njezinu plastičnost. Na isti način djeluje i dodatak alkalija. Pri dodiru s vodom agregati čestica gline nabijaju se negativnim električnim nabojem. Dodatkom malih količina alkalija povećava se električni naboj, a time i međusobno odbijanje pojedinih čestica u agregatu, što za posljedicu ima raspadanje samog agregata na pojedine čestice koje se međusobno zbog djelovanja naboja jako odbijaju. Konačan rezultat takvog djelovanja je da glina gubi plastičnost i postaje žitka i tečljiva, pa se može lijepiti i u kalupe. Ovo svojstvo se koristi u keramici za proizvodnju određenih keramičkih materijala složenih oblika i tankih stijenki. Prema stupnju plastičnosti gline dijelimo u tri grupe :

- 1) plastične smjese (gline i kaolini), koje skupa s vodom stvaraju masu, primjerenu za modeliranje
- 2) neplastične smjese koje sadržavaju talitelje (feldspat, kalcijev karbonat, pijesak, kremen, liskun ili tinjac) s kojima se mijenja sposobnost smjese (poroznost, sakupljanje, otpornost na

### o glini

temperатурне промјене, појаве прихваћања чаклине)

3) смјесе за бојање површине или глазирање

Gline koje pokazuju veliku plastičnost nazivaju se i tzv. masne gline, dok se one slabe plastičnosti zovu još i posne gline. Čiste gline bez primjesa, odlikuju se velikom plastičnošću, imaju izrazitu vezivnu moć zadržavanja velikog broja neplastičnih primjesa, ne gube na kvaliteti jer mijenjaju na bolje svoja svojstva čvrstoće, boje, vatrostalnosti. Zbog svoje glatke površine tj. pomalo masnog sjaja te gline nazivamo masnim glinama. Drugi tip glina su posne gline. Imaju hrapave površine, lako se rastvaraju u vodi, primaju malo vode, vezuju malo neplastičnih primjesa i nisu sklone deformacijama. Sinterirane su tek na visokim temperaturama i lako se lijevaju u gipsanim kalupima. Pod pojmom plastičnosti gline smatra se sposobnost gline (koja je natopljena izvjesnom količinom tekućine - vode) da se izradi glinena smjesa, koja pritiskom dobiva željeni oblik, a nakon pritiskanja taj oblik zadržava. Čvrstoća gline predstavlja njezinu otpornost prema stupnju lomljivosti uzrokovane udarom, pritiskom ili savijanjem. U osušenom stanju čvrstoća ovisi o stupnju ili jačini povezanosti glinenih masa. Ovisi o:

- vrsti gline, masne gline imaju veću čvrstoću od posnih
- njezinoj preradi, sitnozrnate gline imaju u suhom stanju veću čvrstoću od onih s grubljim zrnima. Osim toga i prisutnost različitih skupina zrnaca određuje čvrstoću gline
- načinu obrade, predmeti iste smjese imaju veću čvrstoću (oni koji su izliveni) od onih koji su izrađeni na lončarskom kolu
- vlažnosti gline, najveću čvrstoću pokazuju glinene smjese koje u sebi nemaju vode

Najvažniji elementi gline su tzv. glineni minerali. Pod tim pojmom obuhvaćen je cijeli niz aluminijskih silikata koji sadržavaju vodu. Od organskih sastojaka u glini uglavnom nalazimo ostatke ugljika, biljaka, humusa, koji im daju uglavnom crnu boju, a nakon pečenja površina gline mijenja se u bijelu boju. Pojedine organske smjese ponekad uzrokuju bubrenja u samoj glini. Sasvim rijetko se u glini nalaze supstance gipsa, mineral mangana, kobalta i drugih metala. No, najštetniju ulogu za glinu imaju soli natrija, magnezija i kalcija koje pri i nakon pečenja mijenjaju boju površine pečene gline neželjenim tonalitetima. Osim glinenih minerala i organskih sastojaka, gline sadržavaju još kvarc (pijesak i kremen) kao sredstva za omekšavanje gline i ostatke neraspadnutih stijena feldspat (kalija i ponekad natrija ili tinjca - liskuna) kao talitelje. Osim gore navedenih minerala u glini nalazimo kalcijev karbonat o kojem ovisi kvaliteta gline. Ako je kalcijev karbonat fino raspoređen u glini u obliku sitnih zrnaca, njezina je kvaliteta zadovoljavajuća, no čim se nalazi u većim komadima unutar gline, stvaraju se velike kvрге. To vapno koje je u komadima mora se zajedno s glinom samljeti i miješati inače dolazi do razaranja gline. Od ostalih sastojaka možemo navesti pirit, koji štetno djeluje na glinu. Njegovi se mali tvrdi kristali teško odstranjuju iz gline, a pri pečenju se stvaraju tamne mrlje. Inače se u glini rjeđe pojavljuje u odnosu na okside željeza ili silikata željeza. Oni sa svojim prisustvom mijenjaju prirodnu boju gline, naročito poslije pečenja. Glina je korištena od samih početaka ljudske civilizacije. Najprije se koristila kao vezivo, i materijal za izradu posuđa. Gline se generalno mogu podijeliti na industrijske i građevinarske gline. Najvažnije industrijske gline su: kaolin, bentonit i paligorskit-sepiolit, a karakteristike i specifičnosti pojedinih industrijskih glina prvenstveno su posljedica mineralnog sastava njihove glinovite frakcije. Danas, u moderno vrijeme, gline se koriste ponajviše u građevinarskoj industriji, čija su najvažnija mineralna sirovina za proizvodnju opeke, crijepova i glinenih cijevi. Tisućama godina opeke su se radile od svih materijala koji su imali svojstvo da nakon pečenja zadržavaju oblik i čvrstinu. Građevinarske gline sastoje se od: minerala glina, ostalih silikatnih i nesilikatnih minerala (Fe-oksidi, Al-oksidi, sulfidi, sulfati, karbonati, feldspati, rezidualni minerali), fragmenata stijena i organskih tvari.

#### UPOTREBA GLINE

U tehničkoj praksi gline se dijele na: porculansku, lončarsku i opekarsku. Porculanska glina sastoji se uglavnom od kaolina sa malim brojem primjesa, i upotrebljava se za dobivanje najfinijih keramičkih proizvoda. Također je i lončarska glina čista kaolinska

glina, ali s većim brojem primjesa. Koristi se za proizvodnju boljih keramičkih proizvoda, a može biti bijele, sive, žute ili crvenkaste boje. Opekarska glina sadrži vrlo malo kaolina, ali se i dalje upotrebljava za proizvodnju crijepova i opeke, te je crvenkaste boje. Primjena glina ovisi o samoj vrsti gline i njezinim svojstvima.

Građevinarske gline (opekarske i keramičke) najviše se koriste u proizvodnji građevinskih proizvoda od gline, pri čemu je najvažnija upotreba kao materijal za oblaganje, koji čine približno 90% upotrebe i namjene, te im je glavna i najčešća upotreba opeke za oblaganje građevinskih objekata (kuća, zgrada). Koriste se također i za izradu cijevi za odvodnjavanje i kanalizaciju te kao krovni crijepovi. Proizvedene su prema visokim tehničkim standardima, i otporne su na vremenske uvjete te uz to imaju atraktivan vanjski izgled. Uvođenjem novih, zahtjevnijih EU standarda za cigle u pogledu trajnosti postavljaju veća ograničenja na vrste glina koje se mogu koristiti. Opekarska glina se koristi i za izradu tzv. „inženjerskih“ opeka, tj. cigle visoke čvrstoće, niske poroznosti koje se koriste u nosivim konstrukcijama i u drugim tehnički zahtjevnim situacijama. Cigle koje služe za popločavanje (eng. paving bricks) su posebnog sastava, male su otpornosti i otporne na mraz.

### **PROCES PROIZVODNJE OPEKE**

Sirovina za dobivanje građevinske opeke i crijepa je tzv. opekarska glina koja spada u manje kvalitetne gline. Najčešće je to ilovača koja sadrži znatni udio primjesa kao što su  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , dolomiti, sulfati Ca i Mg, te zatim željezni spojevi i alkalije. Prisutnost  $\text{SiO}_2$  u određenoj mjeri je poželjna jer  $\text{SiO}_2$  djeluje na proizvod tako što smanjuje skupljanje. Pojava vapnenca je nepoželjna, jer ako ga ima u iznosu većem od 20%, pečenjem prelazi u CaO, koji kasnije djeluje destruktivno na konačni proizvod. Također su nepoželjni željezni oksid i topljive soli, jer željezni oksid smanjuje temperaturu pečenja, a topljive soli izbijaju na površinu proizvoda, opeke, odnosno samoga zida. Glina za proizvodnju opeke i crijepa dobiva se tzv. rudarskim načinom iz otvorenih kopova, nakon pripreme gliništa po određenim propisima. Kod dobivanja glina koriste se različite vrste strojeva, bagera, buldožera i strojnih kopača te otkopnih freza. Prilikom transporta upotrebljavaju se različita transportna sredstva, a to su trake, žičare, kamioni ili željeznice. Proces od eksploatacije do dobivanja konačnog proizvoda je podijeljen u nekoliko koraka. Priprema gline obuhvaća usitnjavanje i miješanje, zatim homogenizaciju. Priprema glinenog tijesta ili svježe glinene mase koristi strojnu preradu koja se izvodi suhim, polusuhim ili mokrim načinom. Danas se u većini tehnologija još koristi mokri način, pri kojem sadržaj vode za pripremu glinenog tijesta iznosi od 13-25%. Postupak se sastoji u doziranju gline, mljevenju te vlaženju i čišćenju od štetnih primjesa, kako bi se dobila glinena masa što homogenijeg sastava, određene vlažnosti i plastičnosti. Bolja kakvoća se postiže dodatnim odležavanjem glinene mase (1-7 dana) nakon čega slijedi oblikovanje. Oblikovanje kao fizikalni proces predstavlja davanje konačnog oblika proizvodu, opeki ili crijepu. Uglavnom se izvodi strojno pomoću različitih uređaja, kao što su: kalupi, usnici i preše, i ostali uređaji. Da bi oblikovanje bilo kako je zamišljeno i proizvodi imali definirani izgled i dimenzije, kod pripreme glinenih masa, posebno kod dobivanja proizvoda s velikim brojem šupljina i tankih stjenki, potrebno je posvetiti veću pozornost. Ono što je najpotrebnije je da glinena masa ima što manje štetnih primjesa, tj. da bude dobro ishomogenizirana, a to se dobije vakuum prešom koja ima posebne uređaje za stvaranje uzdužnih šupljina što omogućuje brzu i kontinuiranu proizvodnju. Za oblikovanje crijepa koriste se različite vrste kalupa koje su izrađene od gipsa ili sadre, odnosno metala, najčešće čelika ili plastičnih materijala. Sve vrste kalupa imaju određene prednosti i nedostatke. Kalupi od gipsa ili sadre su mekani, a metalni su dugotrajni i čvrsti, ali se moraju podmazivati što onečišćuje proizvod. Kompromis je pronađen u plastičnim kalupima, koji se danas najčešće koriste jer ih ne treba podmazivati, a imaju zadovoljavajući rok trajanja. Nakon oblikovanja, glineni elementi ulaze u proces sušenja. Sušenjem glineni elementi gube vodu u potpunosti i ostvaruju dovoljnu čvrstoću da mogu ući u proces pečenja. Sušenje se izvodi u sušionicama pri kontroliranoj brzini i vremenu sušenja kako skupljanjem ne bi došlo do



## *zemlja / glina / opeka*

### **o glini**

deformacije i oštećenja elementa. Proces sušenja se izvodi u 3 faze. Prva faza je zagrijavanje do temperature sušenja koja iznosi otprilike 40°C, postupno se izvodi te traje od 10-20 sati. Zagrijavanje se mora izvoditi tako da brzina isparavanja vode površine elementa ne bude veće od brzine dotoka vode iz mase elementa na površinu, koji se obavlja difuzijom. Pored ovoga, potrebno je da relativna vlažnost zraka s kojom se vrši sušenje bude visoka. Druga faza predstavlja sušenje na konstantnoj temperaturi, koja obično iznosi 40°C i traje sve dok se proizvod ne skupi u potpunosti. Ova faza sušenja traje najdulje, te poslije ove faze sadržaj vode iznosi od 10-15%. Treća faza sušenja izvodi se na oko 80-100°C, i u ovoj se fazi uklanja sav sadržaj vode i opeka je dovoljno čvrsta, te nema više skupljanja i deformacija. U suvremenoj ciglarskoj industriji za sušenje se uglavnom koriste tunelske sušionice koje se zagrijavaju toplinom plinova iz tunelskih peći. Proizvodi koji se suše prolaze na vagonima koji se pomiču određenom brzinom. U pravilu se koristi protustrujni tok sušenih elemenata i toplog zraka za sušenje. Na taj način sušenje počinje pod uvjetima koji onemogućavaju naglo isparavanje vode s površine glinenih elemenata te se nastavlja prolazom kroz sušionicu gdje se elementi koji se suše susreću sa suhim i toplim zrakom i na izlazu su potpuno osušeni. Ovim načinom se glinena masa skuplja, ali bez deformacija te ovaj proces sušenja traje otprilike od 16-24 sata. Dimenzije tunelskih sušionica su otprilike 40 m, visina tunela oko 1,5 m, a širina oko 1,60 m. Vagoneti koji služe za transport osušenih materijala jednostavne su konstrukcije izvedeni na način da se mogu koristiti odmah za pečenje bez daljnjeg pretovara. Proces pečenja se izvodi tako što se vagoneti s osušenim glinenim elementima, koji u sebi nemaju više od 3-5% vlage, unose peć u zoni predgrijavanja, gdje se predgriju do oko 600-650°C, te pri toj temperaturi ulaze u proces pečenja. U zoni pečenja se razlikuju 3 podzone i to: podzona u kojoj se podiže temperatura, podzona s konstantnom temperaturom, podzona u kojoj temperatura opada. Nakon pečenja, pečeni proizvod ulazi u zonu hlađenja u kojoj se ohlade do 30-40°C. Hlađenje se vrši zrakom koji se pregrijava i zagrije do oko 800°C, te s tom temperaturom ulazi u zonu pečenja. Proces hlađenja mora biti pravilno izveden jer ako dolazi do nepravilnog hlađenja može doći i do oštećenja pečenih proizvoda. Izlazom pečenih proizvoda iz sustava peći i njihovoga hlađenja, završava se proces dobivanja opeke.

#### **UTJECAJ PROIZVODNJE OPEKE NA OKOLIŠ**

Potrebno je naglasiti da svaki korak u procesu proizvodnje ima određeni negativan utjecaj na okoliš. Prvi korak u procesu proizvodnje je eksploatacija mineralne sirovine i u tom je koraku glavni negativan efekt trajna promjena krajobraza, a uz to postoje i drugi loši utjecaji kao što su tekući i atmosferski otpad koji potječe od strojeva koji se koriste za eksploataciju i transport materijala do tvornice. Pri transportu i obradi gline po količini prednjače tekući i čvrsti otpad, no jako štetni su i plinovi koji nastaju u samom procesu kao što su CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> te NO<sub>2</sub>. Nadalje potrebno je uočiti i negativne utjecaje CO i NO<sub>2</sub> na atmosferu i okoliš, to su plinovi koji se javljaju kao proizvodi izgaranja u tunelskoj peći i sušilici. Poglavitno je opasan CO jer on štetno djeluje na ljudsko tijelo te kada se udahne u većim količinama može izazvati i smrt, a u tvornicama opeke on nastaje u velikim količinama. Sam proces pečenja gline osim velike potrošnje energije koje loše utječe na okoliš, stvara i ogromne količine gore navedenih štetnih plinova.

#### **ZAŠTITA OKOLIŠTA PRI EKSPLOATACIJI GLINE**

Prilikom svakog zahvata u prostoru zakon obvezuje investitora na provođenje postupka procjene utjecaja na okoliš i ekološku mrežu, te izradu studije o utjecaju na okoliš. Studije počivaju na pretpostavci da se većina potencijalnih utjecaja na okoliš planiranog zahvata može

predvidjeti, pa se samim time mogu unaprijed planirati i mjere zaštite koji će neželjene posljedice svesti na najmanju moguću mjeru. Prilikom eksploatacije i obrade ciglarske gline negativan utjecaj na okoliš očituje se:

- onečišćenjem zraka i vode
- onečišćenjem tla
- narušavanjem krajobraza



Onečišćivači zraka prilikom eksploatacije gline su:

- sumporni dioksid i ostali sumporni spojevi
- dušični oksidi i ostali dušični spojevi
- hlapivi organski spojevi
- praškaste tvari

Onečišćivači zraka prilikom eksploatacije glina u najvećoj mjeri nastaju sagorjevanjem pogonskih goriva za radne strojeve.

Onečišćivači također nastaju pri preradi i dobivanju ciglarskih proizvoda. Prilikom sprječavanja ovih onečišćivača najčešće se pokušava preventivno djelovati, te spriječiti sami nastanak zagađenja. Ukoliko je nastanak neophodan problemu se pristupa na način da se pokušava spriječiti transfer onečišćivača u okoliš. Glavni onečišćivači vode pri ovakvoj djelatnosti su:

- suspendirani materijali
- tvari koje negativno utječu na ravnotežu kisika
- ulja i masti
- anionski deterdženti

Onečišćivači vode prilikom eksploatacije gline nastaju ispuštanjem ulja i masti iz strojeva koji dolaze u kontakt s vodom koja ih ispire.

Razni suspendirani materijali i tvari koje negativno djeluju na ravnotežu kisika u vodi mogu nastati pri tehnološkoj obradi eksploatiranog materijala. Uzimajući u obzir sve tvari koje u okoliš ispušta ciglarska industrija možemo zaključiti da ona nema veliki utjecaj na okoliš ukoliko se pridržava mjera zaštite okoliša.

Otkopana eksploatacijska polja gline mogu se prenamijeniti za odlagališta komunalnog ili drugog otpada.

## **ZAKONSKA REGULATIVA**

Zakon o rudarstvu glavni je propis ove gospodarske djelatnosti. U proteklih dvadesetak godina

ovaj zakon se višekratno mjenjao u smislu dorada, poboljšanja, ali i sustavnih promjena kojima su bitno izmjenjeni odnosi u gospodarenju mineralnim sirovinama. Gospodarenje rudnim blagom, te odvijanje rudarske djelatnosti treba biti usklađeno s propisima i iz drugih područja. Drugim zakonima određeno je izdavanje uvjeta i ograničenja u jedinstvenom postupku izdavanja koncesije za eksploataciju mineralnih sirovina, odnosno izdavanja suglasnosti za tehničku dokumentaciju. Prvenstveno se tu radi o propisima iz područja prostornog uređenja jer je preduvjet gospodarenja mineralnim sirovinama unošenje istražnih prostora i eksploatacijskih polja mineralnih sirovina u prostorno plansku dokumentaciju, odnosno prostorne planove županija, općina i gradova. Legalne eksploatacije nema bez ishodišne lokacijske dozvole, a lokacijska dozvola se ne može dobiti ukoliko u prostorno planskoj dokumentaciji nisu predviđeni takvi zahvati u prostoru.

Od presudnog značaja za odvijanje rudarske djelatnosti su: Zakon o prostornom uređenju, Zakon o građenju, Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o šumama, Zakon o vodama i Zakon o poljoprivrednom zemljištu. Prema Zakonu o rudarstvu iz 2013 godine (NN 56/13), mineralnim sirovinama smatraju se:

- I. Energetske mineralne sirovine,
- II. Mineralne sirovine za industrijsku preradu,
- III. Mineralne sirovine za proizvodnju građevnog materijala,
- IV. Arhitektonsko-građevni kamen,
- V. Mineralne sirovine kovina.

Ciglarska glina, zajedno s tehničko-građevnim kamenom i šljunkom spada u grupu mineralnih sirovina za proizvodnju građevnog materijala.

## **LEŽIŠTA GLINA U HRVATSKOJ**

Nalazišta gline u Republici Hrvatskoj uglavnom se primjenjuju za proizvodnju građevnih materijala i keramike. Prema Pravilniku o o utvrđivanju rezervi i

i eksploataciji mineralnih sirovina NN 48/92 glina spada pod nemetalne mineralne sirovine i razlikuju se prema tome: ciglarske, bentonitne, keramičke i vatrostralne gline (NN 48/92, 2018.). U Republici Hrvatskoj eksploatirano je i korišteno nekoliko vrsta glina: bentonitna, vatrostralna, keramička i ciglarska. Trenutno se eksploatira isključivo ciglarska glina za proizvodnju ciglarskih proizvoda, dok je eksploatacija ostalih vrsta glina obustavljena. U Hrvatskoj se danas nalaze mnogobrojna eksploatacijska polja

## o glini

pogodna za proizvodnju barem nekog ciglarskog proizvoda.

### •Ležišta ciglarskih glina

Približan broj ležišta pogodnih za ciglarske proizvode u Republici Hrvatskoj iznosi oko 300. Eksploatacijsko polje Šenkovec kraj Čakovca predstavnik je međimurske regije. Predstavlja veliki glinokop koji uz sebe ima proizvodni pogon, čije su zalihe gline praktički neograničene. U Hrvatskom Zagorju najveće je glinište u Cerju Tužnom kraj Varaždina. Eksploatacijsko polje „Cerje Tužno“ nalazi se u naslagama lesa pleistocenske starosti. Ležište izgrađuju naslage gline pretežno niske i srednje plastičnosti, neujednačene debljine. Glavni sastojci gline su kvarc, filosilikati, illit, muskovit, montmorilonit i smektit. Područje Kalnika i Bilogore zastupljeno je s ležištem Gušćerovac koje svojom sirovinom opskrbljuje križevačku ciglanu koja također proizvodi i crijep. Područje Zagreba opskrbljuje se s nekoliko ležišta. Primjerice ležište Grmošćica koje je opskrbljivalo ciglanu danas se nalazi doslovno u centru grada. Ciglana je zatvorena, a ista sudbina je zatekla i ležište sa skoro stogodišnjom tradicijom. Slavonija posjeduje nekolicinu ležišta ciglarske gline kao što su Dilj kod Vinkovaca, gliništa u Đakovu, te ležišta u Osijeku. U Istri se na nekoliko mjesta pronalazi glina koja se može koristiti za izradu ciglarskih proizvoda. Danas najveći dio proizvodnje ciglarskih proizvoda za Istru obavlja ciglana Podpićan. Na području Slavonije se nalazi nekoliko ležišta ciglarske gline kao što je npr. ležište Dilj kod Vinkovaca, koje je izgrađeno od lesnih gornjopleistocenskih glina pogodnih hidrogeoloških i inženjerskogeoloških značajki, što omogućuje jednostavnu eksploataciju ležišta. Osim navedenih ležišta, treba izdvojiti veliko ležište u Ilovcu na području grada Karlovca, gdje se nalazi poznata ciglana, u kojoj se mineralna sirovina eksploatira iz obližnjeg ležišta gline „Rečica“. Djeluje na području Karlovačke županije preko 90 godina te je poznata po vrhunskim ciglarskim proizvodima. Područje ležišta gline „Rečica“ izgrađeno je od riječnih i obronačnih nanosa u najmlađem kvartaru. Utvrđeno je da su naslage slijedom u četiri osnovna horizonta gline: a) siva i žutosiva glina (većinom otkopana sa krovinskom jalovinom), b) smeđesiva siltna glina, c) siva i žutosiva plastična glina, d) zelenkastosiva siltna glina do glinoviti silt. Unutar gline se nalazi u manjoj ili većoj količini kršje okolnih stijena i minerala. Prevladavaju zrna kvarca, manje feldspata, muskovita, limonita, ugljena i vrlo malo karbonata. Današnji strukturni sklop istraživanih naslaga glina rezultat je djelovanja mlađih pleistocenskih pokreta, koji su terene neznatno poremetili u vidu manjih povijanja lokalnog karaktera. Eksploatacija ciglarske gline u eksploatacijskom polju „Rečica“ obavlja se na tri radne etaže pomoću bagera sa utovarnom lopatom i kamiona. Kroz ljetne mjesec dobiva se potrebna količina sirovine iz ležišta, jer zimi eksploatacija nije moguća zbog velike količine vode.

### •Ležišta bentonitnih glina

Ležišta bentonitne gline mogu nastati hidrotermalnom alteracijom i halmirolizom. Ležišta nastala hidrotermalnom alteracijom su uglavnom bitno manja od bentonita nastalih halmirolizom i ograničena su na područja starih vulkanskih lukova, dok bentoniti nastali procesom halmirolize uglavnom na područja slatkovodnih i plitkomorskih okoliša, estuarija, laguna, alkalnih pustinja jezera i ugljenonosne bazene. Bentonitne gline u Hrvatskoj nalaze se u srednjoj Dalmaciji (Maovice-Štikovo), Moslavini (Gornja Jelenska) i Hrvatskom Zagorju (Bednja i Poljanska luka). Gline iz područja Gornja Jelenska i Bednja spadaju u najkvalitetnije bentonitne gline koje posjeduje Republika Hrvatska, a koristile su se najčešće u ljevarstvu. U badenskim naslagama nalazimo bentonitne gline u Banskome Brdu i Radoboju. Lokaliteti Maovice i Štikovo se nalaze u sjevernim padinama Svilaje koju pretežno izgrađuju stijene jure i krede. Pojavljuju se i unutar srednjotrijaskih sedimenata kod Donjeg Pazarišta u Lici. Dva sloja bentonitnih glina debljine 1,5-5,5 m zaliježu se u seriji marinskih sedimenata gornjeg malma (lemeške naslage) u kojoj se izmjenjuju slojevi vapnenca sa slučajevima radiolarijskih čertova. Bentonitne gline na području Gornje Jelenke nalaze se u području obodnih dijelova Moslavačke gore, gdje zaliježu u helvetskim slatkovodnim klastičnim sedimentima. Bentoniti izgrađuju tri sloja debljine do 1,2 m. Istraživano ležište Bednja nalazi se u neposrednoj blizini sela Šaša kraj Bednje u Hrvatskom Zagorju.

Bentonit zaliježe u obliku pločastog tijela debljine oko 10 m unutar krupnozrnatih slatkovodnih klastita donjeg do srednjeg miocena. Ležište bentonitne gline Poljanska Luka nalazi se kraj Podčetrtka u sjeverozapadnom dijelu Hrvatskog Zagorja. Dva sloja bentonitnih glina debljine 0,6-1,0 m zaliježu unutar tortonskih marinskih laporovitih naslaga. Reliktne strukture primarnih stijena dokazuju da su bentoniti svih lokaliteta nastali alteracijom vitroklastičnih, a u ležištu Bednja i kristaloklastično-vitroklastičnih i lapilnih tufova dacito andezitskog ili andezitskog sastava.

#### •Ležišta keramičke gline

U Hrvatskoj se kroz povijest pronalazila i eksploatirala brojna ležišta za potrebu keramičke industrije. U Hrvatskom Zagorju se nalaze ležišta pleistocenskih naslaga, a dva najpoznatija i najvrjednija su Dubrava i Bedekovčina. Gline iz ovih ležišta se primjenjuju za izradu fine keramike, zidnih i podnih obloga, pripremu isplake i smjesu za injektiranje. Ujednačenog su kemijskog sastava, a u mineralnom sastavu imaju montmorilonit i kaolinit. Po slavonskim planinama se rasprostire ležište na Papuku veličine približno 5 ha, a debljine slojeva oko 11 m. Što se tiče mineraloškog sastava prevladavaju kaoliniti, illiti i montmoriloniti. U Lici su najpoznatija ležišta Grgin brijeg, Rudopolje i Vrace. U ležištu Bađek, 10 km udaljenog od Gračaca razvijene su kaolinitne gline debljine 2-15 m, koje se upotrebljavaju u industriji grube keramike i ciglarstvu.

#### •Ležišta vatrostalne gline

Hrvatska posjeduje tek nekoliko istraženih i otkopanih ležišta vatrostalne gline. Osim Grahovljana u ostalim ležištima primarna mineralna sirovina za eksploataciju nije vatrostalna glina. Grahovljani se nalaze SI od Pakraca. Građa ležišta je jednostavna, u podini se nalaze kvarcni pijesci, te na njih slijedi horizont vatrostalnih glina, a u krovini se nalaze šljunci i pijesci. Sastav glina u svim varijetetima je jednak dok su mineralno zastupljeni illit, montmorilonit, kvarc, feldspat, tinjac. Smjesa glina iz Grahovljana koristila se u ljevaonici u Požegi.

#### ILOVAČA

Ilovače ima posvuda u prirodi - negdje više drugdje manje - od vrućih afričkih polupustinja do potpuno hladnih Zemljinih predjela. Mokra je ilovača plastičan materijal, gotovo vodonepropustan, koji možete oblikovati kako želite i ostaviti da se osuši. Dugo je vremena ilovača smatrana građevinskim materijalom za siromašne. Imućniji su gradili kuće od kamena. No, dok je kamen dobar izolator od topline, zimi je takvu kuću gotovo nemoguće zagrijati, za razliku od ilovače koja osigurava ugodan boravak po svakom vremenu. I trajnost je dobra. U Europi ima još mnogo očuvanih kuća starih nekoliko stotina godina sagrađenih isključivo od sirove ilovače. Nedavna ispitivanja 400 godina starih zidova pokazala su da se ilovača uopće nije izmijenila; bilo je dovoljno navlažiti je i ponovno upotrijebiti. Zapravo ne postoje još neki građevinski materijal takvih osobina. Zapaženo je da se ni slama, koja je umiješana u ilovaču, gotovo nije izmijenila kroz četiri stoljeća. Ilovači pripisuju različita svojstva: u podrumu, gdje je tlo od ilovače, krumpir nikad ne proklija, rane od opekotine zacijele navodno znatno brže ako stavite obloge od ilovače, a sladokusci tvrde da se kobasice mogu dobro prosušiti samo u sušionici sagrađenoj od ilovače. I za peć napravljenu od kocki ilovače kažu da troši manje drva i duže zadržava toplinu. Ilovača se najčešće primjenjuje pri gradnji kuća.

#### ČERPIĆ

Čerpić je sušena nepečena opeka od glinenih materijala, ilovače i lesa. Prednost ovih zidova u odnosu na je građenje unaprijed pripremljenim elementima, mogućnost gradnje s prekidima i bez oplata. Čerpić je zanatski proizvod te mu je dimenzija bila dogovorna, ali se ipak razlikovala od kalupa do kalupa. Uobičajene su tri dimenzije, 28/14/7 cm, 30/15/8 cm i 40/15/10 cm. Smjesa za izradu čerpića priprema se jednako kao i smjesa za zidove od naboja: glinena zemlja, sječena slame ili piljevina i voda. Pri zidanju se kao vezivo upotrebljava glina (ilovača), a zidanje se vrši u vezovima kao kod klasične opeke, pri čemu su sljubnice minimalne, manje od 1 cm. Dimenzija zida ovisi o vezu te se kreće od 30 cm do 45 cm bez obloge. Nadvoji se izvode od drvenih greda ili pečene opeke. Pri izradi čerpića koristi se glinasta zemlja, ilovača ili les. Les ili prapor je

## *zemlja / glina / opeka* **o glini**

homogena, obično neslojevita, slabo okamenjena sedimentna stijena. Sadrži najčešće zrna veličine srednjeg i sitnog praha, a u manjoj mjeri sitnog pijeska i gline. Smatra se da prah potječe od muljeva preostalih nakon povlačenja voda i leda. Od minerala prevladavaju zrna kvarca. Čerpič se mogao raditi i „strojno“; postojala je kutija duboka petnaestak centimetara u kojoj se odjedanput moglo izraditi dvije opeke dimenzija 28/14/7 cm ili 30/15/8 cm koje se nabijalo ručnom prešom.

### TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

debljina zida 50 cm

- gustoća – 1600 – 2000 kg/m<sup>3</sup>
- toplinska vodljivosti – 0.91 W/mK
- koeficijent provodljivosti 1.39 W/M<sup>2</sup>k

### PREDNOSTI

- dobra toplinska izolacija
- netoksični materijal
- mogućnost recikliranja
- otpornost na požar
- dobar zvučni izolator
- niska cijena materijala i dopreme
- mogućnost da vlasnik sam izrađuje opeku

### NEDOSTACI

- zahtijeva vještinu izrade
- duža izrada konstrukcije
- gradnja ovisna o vremenu
- ograničena čvrstoća građevine
- mala otpornost na potres
- osjetljivost na vlagu

### PRIPREMA

Presudna karakteristika pogodnosti zemlje za izradu čerpiča je udio gline koja omogućava zbijenost i otpornost na vodu. Jednostavan test može se napraviti pomoću veće staklene posude i uzorka zemlje. Potrebno je veću šaku zemlje staviti u posudu koja se napuni vodom do vrha. Nakon 24 sata test gravitacijske separacije rezultira slojevitim izdvajanjem sastojaka zemlje sljedećim redoslijedom:

organski sastojci - nepoželjni

voda

glina – do 55%

mulj – 20 - 55%

pijesak – 40 - 80%

šljunak, kamenčići - prosijati



zemlja / glina / opeka  
Sam svoj majstor

Dobra stara iskustva

# ilove

Da biste proizveli prostorni metar pečene cigle,  
1000 kWh energije. Za istu količinu cigli od sirove  
cijeni može biti i veća ako c



Pred očima radoznalih promatrača, među kojima je b  
cigle.

730 SAM



# čča

kakvom se danas grade kuće, potrebno vam je oko  
ilovače treba najviše 2 do 5 kWh. Razlika u nabavnoj  
igle izrađujete sami na gradilištu.



lo i stručnjaka, student iz Bremena demonstrira oblikovanje

## zemlja / glina / opeka Sam svoj majstor



roliranje prozora u zidu od ilovače.



li sa žbukanjem nema problema.  
buka napravljena od ilovače  
zvrсно drži.



igle (30 x 30 cm) spajaju se  
nortom od ilovače.

Ilovača je zasigurno najstariji materijal. Dokazi za to postoje u svim dijelovima svijeta, gdje su pronađeni najstariji objekti iz tih materijala potisnuta je u drugi plan. Danas se njome je vrijeme ponovno zainteresirano zbog niske cijene, velike energetske učinkovitosti i neagresivnosti na okoliš.

Ilovače ima posvuda u prirodi, od više drugdje manje – od pustinja do potpuno hladnih područja. Nastala je raspadanjem stijena pod utjecajem kiše i snijega i, djelomično, pod utjecajem organskih tvari.

U prirodi je nalazimo u raznim oblicima čistoće, ovisno o količini vode. Kad je čišća, kaže se masna ilovača, sadrži uglavnom čestice pijeska i naziva se glina. U takvom slučaju upotrebljava u lončarstvu, kiparstvu i industriji. Posna, ili s višom količinom oksida, limonita, kremenika i drugih organskih tvari, naziva se ilovača i koristi se kao osnovna sirovina za izradu cigle.

Mokra je ilovača plastičan materijal, vodonepropustan, koji možete koristiti i ostaviti da se osuši. Toplota je oko 1, a specifična težina oko 2.

Dugo vremena ilovača je bila glavni materijal za siromašne građevine. No, kao dobar izolator od topline, zrakom gotovo nemoguće zagrijati, zrakom hladnoću koja osigurava ugodan život u takvom vremenu. I trajnost je dokazana – još mnogo očuvanih kuća starijih od tisuć godina sagrađenih isključivo od ilovače.

Nedavna ispitivanja 400 godina starih zidova pokazala su da se ilovača ne mijenja; bilo je dovoljno navlažiti i upotrijebiti. Ne zna se za još neke materijale takvih osobina. Zapravo, ni slama, koja je umiješana u ilovaču, nije izmijenila kroz četiri stoljeća.

Ilovači pripisuju različita svojstva materijalu, gdje je tlo od ilovače, koje se proklja, rane od opekotine zrakom, znatno brže ako stavite oblog od ilovače. Sladokusci tvrde da se kobasice mogu prosušiti samo u sušionici sagrađenoj od ilovače. I za peć napravljenu od ilovače kažu da troši manje drva i duvane plinu.

### ADOBE

Ilovača se najčešće primjenjuje u izradi kuća. Sve do pečene cigle poznate pod imenom adobom (španjolski naziv) cigle se sušene na suncu.

Adoba se dobivala slijedeći postupak: iskopana ilovača naslaže se na zemlju u kasnu jesen ili početkom zime, a sve do lijepih proljetnih dana. Nakon početka rada, gomila se razgrubi i omekšala, a zatim se počelo raditi.

Dodavalo se malo pijeska i vode, a ne slame, kako se cigle ne bi lomile pri sušenju. Ako je nužno, dodavalo se i malo ilovače ili pak suhe ilovače ako je materijal previše mokar. U pravilu, masa mora biti toliko gusta da se može oblikovati bez mrvljenosti.



stariji građevinski  
je u svim dijelo-  
eni ostaci najsta-  
suvremenijih ma-  
lan, ali u posljed-  
teresirala i struč-  
lo malog utroška  
sivnog djelovanja

rirodi — negdje  
ručih afričkih po-  
ih Zemljinih pre-  
jem stijena pod  
elomično, talože-

zličitim stupnjevi-  
i vrsti primjesa.  
tj. s manje pri-  
tice alumosilikata  
obliku mnogo se  
arskim radionica-  
primjesa željez-  
nog pijeska i or-  
ča i pretežno slu-  
radu pečene ci-

materijal, gotovo  
e oblikovati kako  
Tehnički, tvrdoća  
a 2,4.

smatrana građe-  
ašne. Imućniji su  
, dok je kamen  
ni je takvu kuću  
za razliku od ilo-  
boravak po sva-  
ora. U Evropi ima  
rih nekoliko sto-  
ivo od sirove ilo-

dina starih zido-  
uopće nije izmi-  
žiti je i ponovno  
neki građevinski  
aženo je da se  
ilovaču, gotovo  
jeća.

ojstva: u podru-  
rumpir nikad ne  
acijele navodno  
ge od ilovače, a  
ice mogu dobro  
građenoj od ilo-  
od kocki ilovače  
že zadržava to-

njuje pri gradnji  
svuda se gradilo  
glom od ilovače

ćim postupkom:  
a gomilu, negdje  
me i tako ostavi-  
a. Dan-dva prije  
ne i navlaži kako  
ne miješati.

kratko nasiječe-  
bi raspucale pri  
se malo vode,  
asa premekana.  
ko plastična da  
enja, ali ne pre-

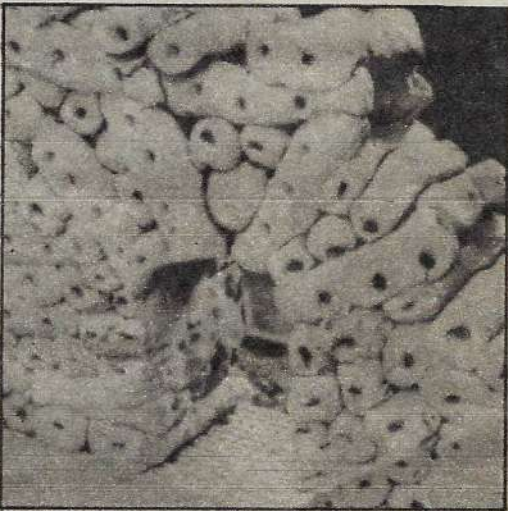
mekana da se ne bi oveća kocka deformirala  
pod vlastitom težinom.

Izmiješana ilovača na kraju se još izgnječi  
nogama ili drvenim batom tako da površina  
postane gotovo sjajna.

Cigle se oblikuju kalupom od drvenih daš-  
čica. Kalup ima samo bočne stranice. Postavi  
se na tlo ili na neku podlogu, a u njega se  
vještim pokretom nabaci ilovača i ugnječi, a  
višak se skine lopaticom. Nakon toga kalup se  
jednostavno podigne. Načinjena cigla ostaje  
na tlu, a na bok se okreće tek nakon nekoliko  
dana.

Ovako napravljene cigle mogu se upotrije-  
biti kad se osuše, za što u prosjeku treba oko  
2 tjedna.

Zidove od adobe valja graditi na čvrstom,  
vodoizoliranom temelju, kao što je red kame-  
nja. I žbuka se napravi od ilovače no treba  
dodati malo više pijeska. Kuća se može i ož-  
bukati istim materijalom ili cementom. Fizikalna  
svojstva takve gradnje su detaljno ispitana i  
potvrđena za jednokatne zgrade, iako je mo-  
guće graditi i veće, od 3 ili 4 kata.



**Zid sagrađen od hljepčica ilovače.  
Tako se gradilo prije prvog  
svjetskog rata.**

Na koje se još načine ilovača može danas  
upotrijebiti ili što se od nje može napraviti,  
treba tek utvrditi. Materijal je postojan, odličan  
je izolator, podnosi visoke temperature, jed-  
nostavan je za oblikovanje i, što je vrlo važno,  
ima ga posvuda u velikim količinama u besce-  
njen. Treba je samo iskopati i prevesti do že-  
ljenog mjesta.

Za razliku od drugih materijala kojima se  
služimo, ilovača se praktički ne troši: ono što  
vam više nije potrebno, možete upotrijebiti  
kao sirovinu za izradu novih cigli. Tako se  
ujedno rješava problem gomilanja otpada koji  
se vrlo teško uključuje u prirodan ciklus izmje-  
ne tvari, što jedan od najvećih problema naše  
civilizacije.

Stoljećima, sve do prapovijesti, čovjek je  
bio doslovno okružen uporabnim predmetima  
načinjenim od ilovače i gline. No, stare tehnike  
izrade pale su u zaborav, izuzev nekoliko os-  
novnih pravila. Nema gotovih recepata, pa ako  
se netko danas želi baviti ilovačom mora prou-  
čavati kako se to ranije radilo, ili eksperimen-  
tirati dok ne dođe do vlastitih saznanja.

SM785

SAM 731



**LEŽIŠTA UZORAKA: 01 - GRMOŠĆICA, 02 - MAKSIMIR, 03 - POPOVAČA, 04 - IVANIĆ GRAD, 05 - SLAVONSKI BROD, 06, 07 - LUMBARDA (KORČULA)**

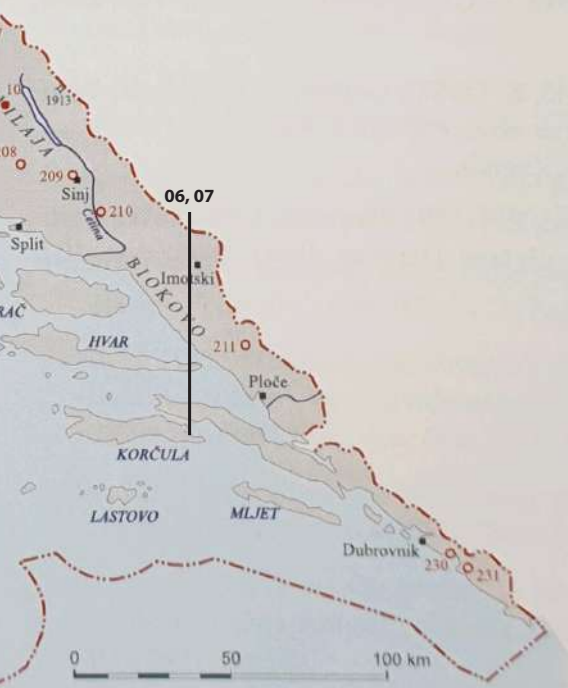
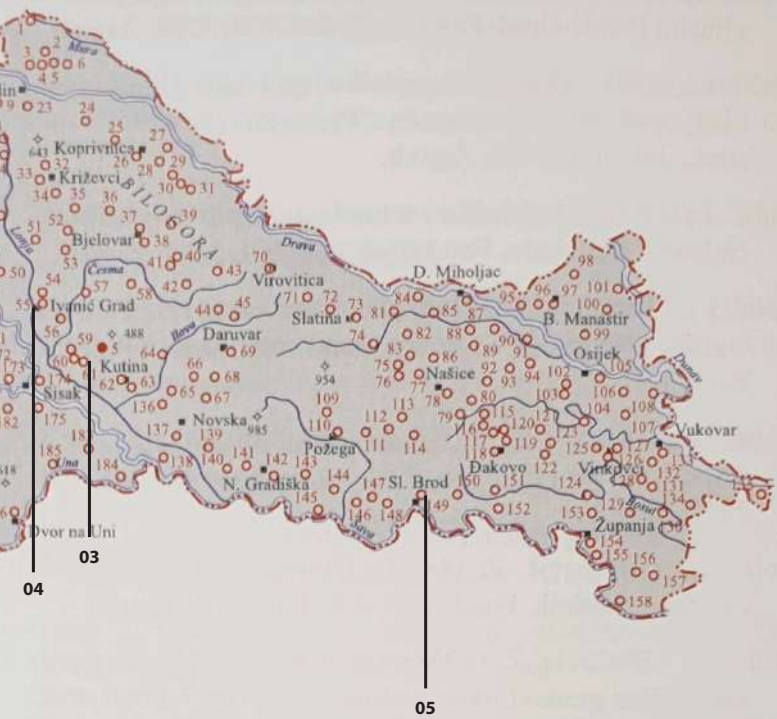
LEŽIŠTA I POJAVE BENTONITNIH GLINA (OZNAČENI ISPUNJENIM KRUGOVIMA):

1 - BEDNJA (VRBNO, ŠEPRUN, PURGA - MEDVEDI, ŠAŠA), 2 - POLJANSKA LUKA, 3 - VINAGORA. 4 - RADOBOJ, 5 - GORNJA JELENSKA (DRAGA, ŠIROKI JARAK, MUVRINSKI JARAK, OGNJILO), 6 - DONJE PAZARIŠTE, 7 - DIVOSELO. 8 - POTOČILO, 9 - ŠTIKOVO, 10 - MAOVICE

LEŽIŠTA CIGLARSKIH GLINA (OZNAČENA NEISPUNJENIM KRUGOVIMA):

1 BREZOVEC, 2 - ZASADBREG, 3 - ČREČAN, 4 - ŠENKOVEC, 5 - MIHOVLJAN, 6 - BELICA, 7 - ĐURMANEC, 8 - LEPOGLAVA, 9 - CERJE TUŽNO, 10 - HORVATSKA, 11 - HIJACINTEVO, 12 - VINIPOTOK. 13 - PODRUTE. 14 - ŠČEPANJE, 15 - DUBRAVA, 16 - BEDEKOVČINA, 17 - TUGONICA. 18 - GORNJA STUBICA, 19 - KRALJEVEC, 20 - DUBRAVA ŠUMA, 21 - POJATNO, 22 - BRDOVEC, 23 - TURČIN, 24 - LUDBREG, 25 - RASINJA, 26 - KOPRIVNICA, 27 - SIGETEC, 28 - KOPRIVNIČKI BREGI, 29 - NOVIGRAD PODRAVSKI, 30 - VIRJE, 31 - DURDEVAC, 32 - PIŠKOVEC, 33 - GUŠĆEROVEC, 34 - KRIŽEV-CI, 35 - SV. IVAN ŽABNO. 36 - ROVIŠĆE, 37, 38 - BJELOVAR, 39 - PAULOVAC, 40 - SEVERIN, 41 - BULINAC, 42 - VELIKI GRDEVAC, 43 - ZRINSKA, 44 - GRUBIŠNO POLJE, 45 - IVANOVO SELO, 46 - ZAGREB (GRMOŠĆICA), 47 - SESVETE, KRALJEVAČKI NOVAKI, 48 - SOBLINEC, 49 - SV. IVAN ZELINA, 50 - DUGO SELO, 51 - VRBOVEC, 52 - KAPELA, 53 - DUBRAVA, 54 - KLOŠTAR IVANIĆ, 55 - IVANIĆ-GRAD, 56 - BUNJANI, 57 - ČAZMA, 58 - IVANSKA, 59 - LUDINA, 60 - DONJA VLAHINIČKA, 61 - POPOVAČA, 62, 63 - KUTINA, 64 - GAREŠNICA. 65 - PAKRAČKA POLJANA. 66 - GOVEDE POLJE. 67 - FILIPOVAC. 68 - BADLJEVINA. 69 - DARUVAR, 70 - VIROVITICA, 71 - PČELIĆ. 72 - SLADOJEVCI, 73 - SLATINA, 74 - MIKLEUŠ, 75 - ČAČINCI, 76 - ORAHOVICA, 77 - FERİČANCI, 78 - NAŠICE, 79 - OSTROŠINCI, 80 - PODGORAČ, 81 - ČADAVICA, 82 - MILANOVAC, 83 - BARE SLAVONSKE, 84 - MOSLAVINA PODRAVSKA, 85 - KAPELA, 86 - BOKŠIĆ, 87 - DONJI MIHOLJAC, 88 - RADIKOVCI, 89 - ŠLJIVOŠEVCI, 90 - VETIŠKOVCI, 91 - VALPOVO, 92 - LIČANI, 93 - VUČKOVAC, 94 - BIZOVAC, 95 - BARANJSKO PETROVO SELO, 96 - PETLOVAC, 97 - BELI MANASTIR, 98 - KNEŽEVO, 99 - ČEMINAC, 100 - KNEŽEVI VINO-





GRADI, 101 - ZMAJEVAC, 102 - ČEPIN, 103 - VLADISLAVCI, 104 - LANKA, 105 - OSIJEK, 106 - SARVAŠ, 107 - BOBOTA, 108 - DALJ, 109 - TORANJ, 110 - POŽEGA, 111 - JAKŠIĆ, 112 - GRABARJE, 113 - BEKTEŠ, 114 - ČAGLIN, 115 - BRAČEVCI, 116 - DRENJE, 117 - ĐAKOVAČKA SATNICA, 118, 119 - ĐAKOVO, 120 - GORJANSKI IVANOVCI, 121 - SEMELJCI, 122 - STARI MIKANOVCI, 123 - MRZOVIĆ, 124 - CERNA, 125 - JARMINA, 126 - DILJ I, 127 - DILJ II, 128 - STARI JANKOVCI, 129 - SRIJEMSKE LAZE, 130 - PETROVCI, 131 - VUKOVAR, 132 - OTOK, 133 - NIJEMCI, 134 - TOVARNIK, 135 - LLOK, 136 - LIPOVLJANI, 137 - NOVSKA, 138 - JASENOVAC, 139 - RAJIĆ, 140 - OKUČANI, 141 - MEDARI, 142 - NOVA GRADIŠKA, REŠETARI, 143 - OŠTRI VRH, 144 - NOVA KAPELA, 145 - BOK JANKOVAC, 146 - ORIOVAC, 147 - STUPNIK, STARI SLATINIK, 148 - JELAS POLJE, 149 - SLAVONSKI BROD, 150 - GARČIN, 151 - ČAJKOVCI, 152 - VELIKA KOPANICA, 153 - GRADIŠTE, 154 - ŽUPANJA, 155 - BOŠNJACI, 156 - VRBANJA, 157 - SOLJANI, 158 - GUNJA, 159 - BOBOVICA, 160 - SVETA HELENA, 161 - GALGOVO, 162 - DONJA REKA, JASTREBARSKO, 163 - ZDENČINA, 164 - OZALJ, 165 - KARLOVAC, 166 REČICA, 167 - PISAROVINA, 168 - MRACLIN, 169 - MRACLINSKA POLJANA, 170 - TUROPOLJE, 171 - LEKENIČKA POLJANA, 172 - ŽAŽINA, 173 - JAZVENIK, 174 - SISAK, 175 - KANAK, 176 - KRNJAK, 177 - VOJNIĆ, 178 - TRSTENICA, 179 - GVOZD, 180 - GLINA, 181 - BANSKI GRABOVAC, 182 - PETRINJA, 183 - ŠAŠ, 184 - HRVATSKA DUBICA, 185 - HRVATSKA KOSTAJNICA, 186 - DVOR NA UNI, 187 - KUPJAK, 188 - VRBOVSKO, 189 - OGULIN, 190 - SALOPEKI, 191 - OŠTARIJSKE RAVNICE, 192 - ČAMEROVAC, 193 - BRINJE, 194 - PLAŠKI, 195 - OTOČAC, 196 - DONJE PAZARIŠTE, 197 - GORNJE PAZARIŠTE, 198 - PERUŠIĆ, 199 - KORENICA, 200 - BUNIĆ, 201 - TOLIĆ, 202 GOSPIĆ, 203 - RUDOPOLJE, 204 - VRACE, 205 - SRB, 206 - STRMICA, DRONJKOVA GLAVICA, 207 - VRPOLJE, 208 - VRBA, 209 - SINJ, 210 - STRMEN DOLAC, 211 - VRGORAC, 212 - MONTE, 213 - VALICA, 214 - MARINČIĆI, 215 - NOVA VAS, 216 - CAMPO LONGO, TURNINA, 217 - SJENOKOŠA I, SJENOKOŠA II, 218 - PADULJ, 219 - POMER, 220 - MIRNA, 221 - NOVAKI, 222 - BERAM, 223 - ROČ, 224 - BORUT, 225 - CEROVLJE, 226 - PODPIČAN, 227 - BRIBIR, 228 - NIN, GRBE I, GRBE II, 229 - DUBRAVICE, 230 - MLINI, 231 - USKOPLJE, 232 - MELINE, 233 - BRBINJ

Marković, S., 2002. Hrvatske mineralne sirovine, Zagreb

## zemlja / glina / opeka obrtnik

**Lidia Boševski:** Priroda je Lidijino temeljno nadahnuće. Po prirodi hoda, fotografira, iz prirode skuplja, otiskuje u glinu pa u prirodu vraća... To je jedan beskonačan proces interakcije započet kada je otkrila glinu. Sama radi svoj materijal od kojeg poslije modelira. Glini dodaje papir, piljevinu, željezni i manganov oksid, pijesak, pepeo, čeličnu prašnu koju skuplja ispod strojeva... Čak i lavu, ali je s njom štedljiva jer je nema puno. Osim prirodnih pigmenata, druge boje ne koristi. U procesu proizvodnje nema apsolutno ničeg sintetičkog. "Stekla sam svijest da je sve to zemlja, puna metala i kristala, sve to raste zajedno, i sve se onda kasnije može vratiti prirodi..."; kaže. Željela je da se ta rasuta, ali permanentna aktivnost pretvori u zaokruženu cjelinu. Svaki se detalj izabrane teksture iz prirode fotografira, otiskuje mu se negativ u glini, a nakon pečenja otiskuje se pozitiv, a original se vraća u prirodu. U izradi reljefa pomažu joj i "kistovi" od grančica, idealni za izradu sitnih točkica i crta. "Za razliku od mnogih keramičara, ja ne koristim lončarsko kolo za oblikovanje gline iako iznimno cijenim tu tehniku. Draže mi je raditi rukama. Uostalom, glina se, dok je oblikujem, ponaša kao živo biće i ja uživam u toj "suradnji" s njom. Uživam u potrazi za glinom, a nje ima posvuda, samo je treba pronaći. Imam svoja tajna nalazišta u Maksimiru, na Sljemenu, u okolici Karlovca... Najdraža mi je glina s Paga, koja ima specifičnu žutozelenkastu boju masline, jako je podatna i lako se miješa s drugim glinama. Inače, mnogi ne znaju da glina dolazi u cijelom spektru boja, od bijele, ružičaste, ljubičaste i narančaste pa sve do crne. Svaka je drugačija užitak je istraživati kako se ponaša pri pečenju." Kad su u tekućem stanju, dodaje im razne prirodne elemente poput mahovine, morskih algi, spužvi, sjemenki... Tako dobiva neobične i unikatne strukture. Također, eksperimentira i s glazurama kojima dodaje pijesak, usitnjeni granit, granule željezne rude...



UZORCI PRIRODNIH MATERIJALA  
<https://www.mrvica.hr/lidia-bosevski/>



UZORCI ZEMLJANIH MATERIJALA  
<https://www.mrvica.hr/lidia-bosevski/>





URADCI IZ ATELJEA

<https://web.facebook.com/profile.php?id=100050303807289&sk=photos>



URADCI IZ ATELJEA

<https://web.facebook.com/profile.php?id=100050303807289&sk=photos>



URADCI IZ ATELJEA

<https://web.facebook.com/profile.php?id=100050303807289&sk=photos>



URADCI IZ ATELJEA

<https://web.facebook.com/profile.php?id=100050303807289&sk=photos>

zemlja / glina / opeka

## 01 - Grmošćica



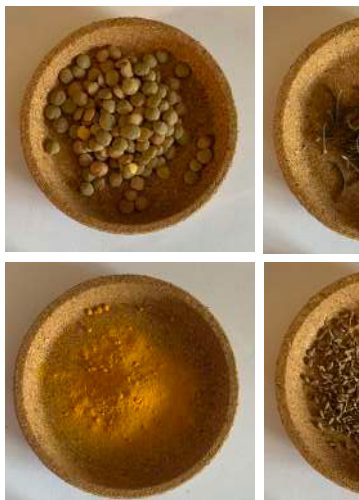
2.) GRUMEN GLINE



4.) PLOČASTI UZORCI



5.) OKRUGLI UZORCI



6.) PRIRODNI DODACI ZA UTISKIVANJE



1.) ISKOPAVANJE GLINE



3.) OBLIKOVANJE





zemlja / glina / opeka

## 01 - Grmoščica



Korištena glina primjer je najkvalitetnijeg takvog tla od svih uzoraka. Uzeta je s bivšeg glinokopa park-šume Grmoščica. Svojim plastičnošću omogućava lagano oblikovanje i zauzimanje željene forme što se vidi i iz eksperimenta. Ideja je bila testirati utiskivanje te isprobati 3 različita načina sušenja(pečenje u keramičkoj peći, pečenje u običnoj pećnici te sušenje na zraku) kod 3 približno jednake pločice. Međutim, savjetovanjem s kiparicom, saznala sam da nije preporučljivo prirodnu nerafiniranu glinu peći u keramičkim pećima, a pečenje u običnoj pećnici i sušenje na zraku imaju jednak učinak, samo što je u pećnici proces brži. Na kraju su sve tri pločice (te svi kolutići) osušene na sobnoj temperaturi. Nakon sušenja poprimili su dobru čvrstoću, oblik se zadržao te su lomljive samo pod većim pritiskom.

*Nina Milina, Marin Ponjević isp 2122 Protić, Spudić*



zemlja / glina / opeka

## 02 - Maksimir



1.) NALAZISTE



4.) FORMIRANJE LOPTICA



6.) SUŠENJE PLOČICA





2.) UZORCITLA



3.) OBLIKOVANJE



5.) PLOCASTI UZORCI



*zemlja / glina / opeka*

## **02 - Maksimir**



Korištena glina primjer je manje čistog i kvalitetnog tla. Uzorci su uzimani u parku Maksimir, s četiri različite lokacije. Potom su također oblikovane pločice koje su nakon sušenja imale istu boju, teksturu i postojanost premda su uzete od naizgled malo drugačijih tala Maksimira. U usporedbi s glinom Grmoščice, maksimirska glina vidno je niže kvalitete te je krhkija, kao što možemo vidjeti na jednoj od pločica.

*Nina Milina, Marin Ponjević isp 2122 Protić, Spudić*



*zemlja / glina / opeka*  
**03 - Popovača**



1.) BLATO



2.) GLINA



5.) PRIPREME-NAMAKANJE





3.) PILJEVINA



4.) VODA



6.) MIJESAVNJE GLINE I PILJEVINE S VODOM



7.) STAVLJANJE SMJESE U KALUP



Prateći upute za izradu tradicionalne opeke od blata (čerpića) dobivena su dva uzorka materijala. Jedan je nastao miješanjem namakane smjese zemlje i gline s piljevinom a drugi sa slamom u omjerima kako je navedeno u uputama. Oba uzorka su pokazala određene prednosti i mane, tako je uzorak nastao primjesom piljevine lakši za oblikovati, ali se sporije suši i krhkiji je, no tu treba napomenuti da je sa relativno malim dodatkom vode on ponovno iskoristiv. S druge strane, uzorak nastao miješanjem smjese sa slamom je kompaktniji, ali i teže se oblikuje i brzo suši pa je time i smanjena njegova mogućnost ponovnog oblikovanja nakon nekog vremena.





zemlja / glina / opeka  
04 - Ivanić Grad



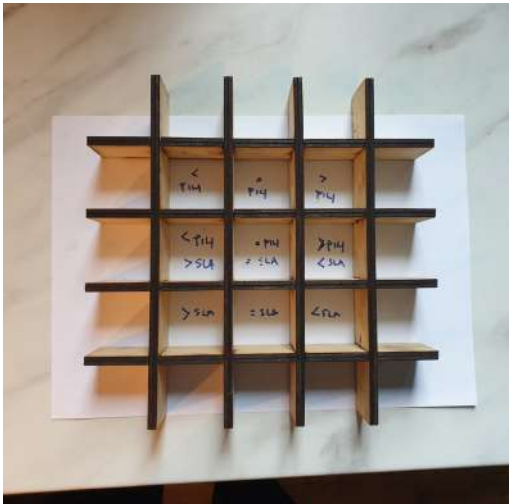
1.) ISKOP



3.) SASTOJCI-GLINA, PILJEVINA, VODA



5.) MIJEŠANJE GLINE S RAZLIČITIM OMJERIMA PILJEVINE



7.) KALUP



2.) GLINA



4.) PRIPREME-NAMAKANJE



6.) UZORCI RAZLIČITOG OMJERA PILJEVINE



8.) UZORCI NABIJENI U KALUPU



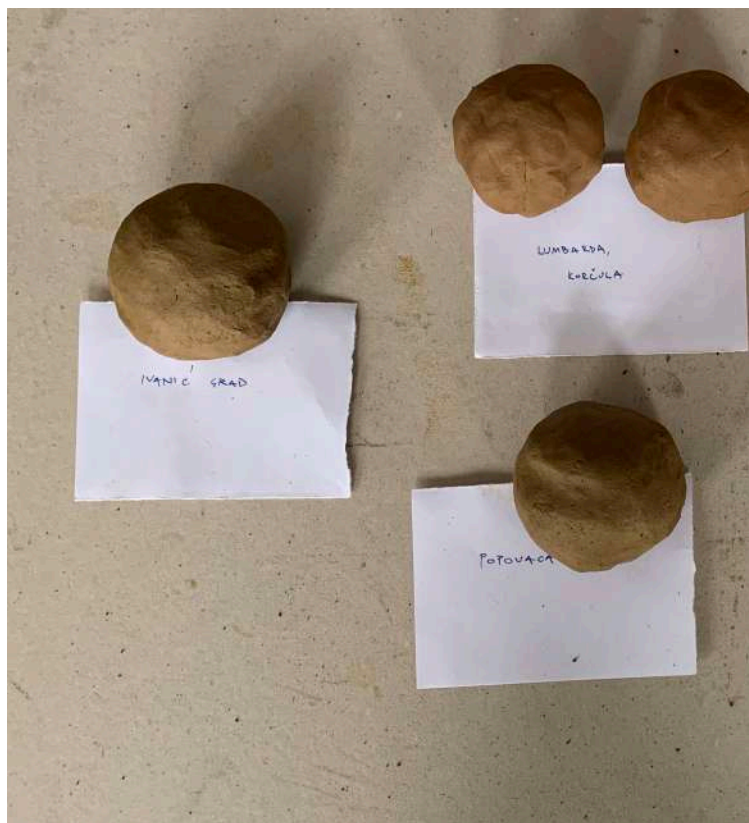
Uzorci nastali eksperimentom omjera piljevine i slame pokazuju širok spektar različitih svojstava dobivenih zavisno o omjerima korištenih komponenti. Ta svojstva se najbolje primjećuju na ekstremima. Tako je uzorak koji sadrži najveći omjer slame naspram vezivnog materijala jako čvrst, no iznimno ga je teško modelirati zbog krutosti dodanog materijala. S druge strane, uzorak s najvećim omjerom piljevine je specifičan jer je najlakše zauzeo oblik, ali bilo mu je potrebno više vremena za sušenje. Konačni rezultat je lomljiv zbog premalo vezivnog materijala u strukturi. Kao što se može pretpostaviti, uzorci sa malom primjesom piljevine i slame su krhki i slabije povezani, ali se lakše modeliraju. Suprotno očekivanjima, smjesa sa jednakom količinom piljevine i slame nije dala najbolji rezultat jer se u njemu očituju i prednosti, ali i mane oba materijala. Stoga su najbolji uzorci u kojim su korištena oba materijala u različitim omjerima, gdje blagu prednost treba dati piljevini zbog lakšeg oblikovanja konačnog oblika.



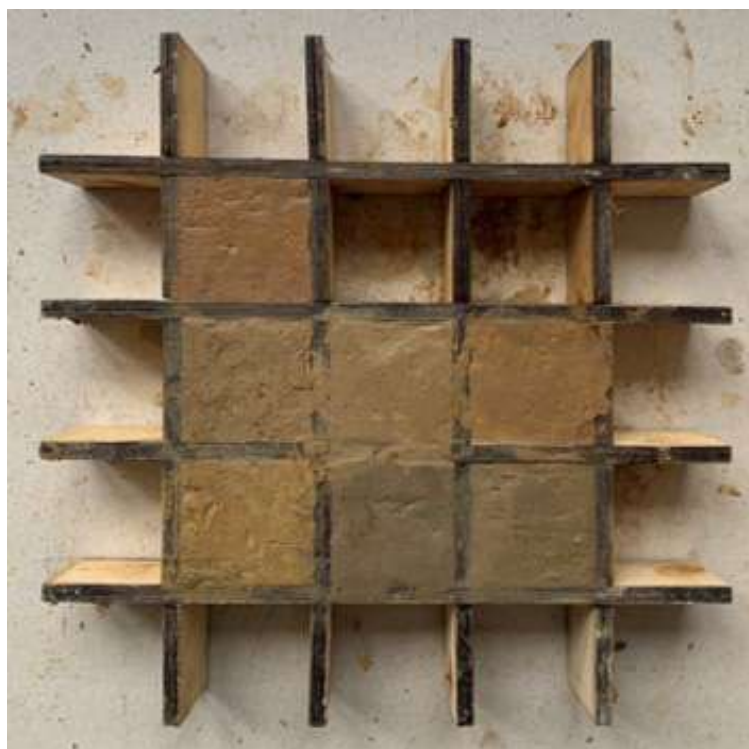


*zemlja / glina / opeka*

**01 - Grmoščica, 02 - Maksimir, 03 - Poovača,  
04 - Ivanić Grad, 05 - Slavonski Brod, 06, 07-  
Lumbarda, Korčula**

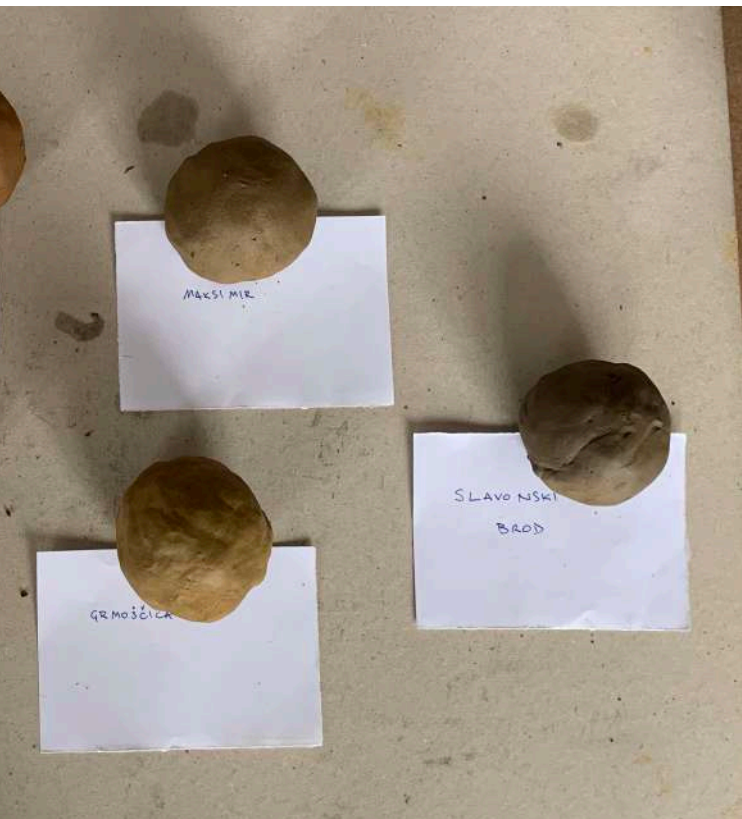


1.) SVI DOSAD PRIKUPLJENI UZORCI



2.) PRIKUPLJENI UZORCI S RAZLIČITIH LOKACIJA POSTAVLJENI U KALUPE





*zemlja / glina / opeka*

**01 - Grmošćica, 02 - Maksimir, 03 - Poovača,  
04 - Ivanić Grad, 05 - Slavonski Brod, 06, 07 -  
Lumbarda, Korčula**

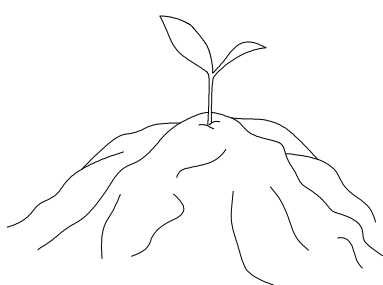
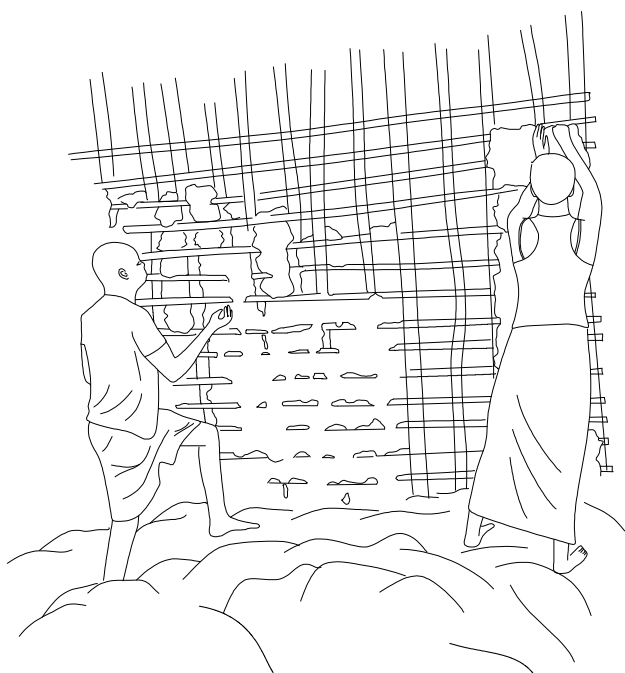


U identičnim uvjetima i kalupima sabrani su svi sakupljeni uzorci. Nakon sušenja su izgubili djelić volumena. Pravilnost kocaka i oština rubova dokaz su da se zaista radi o tlu s velikim udjelom gline. Zanimjiv je različiti spektar boja dobivenih uzoraka, ovisan o različitosti lokacija.

*Nina Milina, Marin Ponjević isp 2122 Protić, Spudić*



Poznavanje zemlje kao jedan od najelementarnijih i najrasprostranjenijih prirodnih elemenata staro je koliko i čovječanstvo. Ona je temelj za sve druge materijalne fenomene. Zemlja je svugdje oko nas. I najsiromašniji krajevi koji nemaju baš ništa imaju zemlju. Kao iznimno rasprostranjeni resurs daje širok spektar mogućnosti što sve može biti jer sama po sebi već puno toga jest. Svakodnevno svjedočimo negativnim posljedicama konstantnog nastojanja da stvorimo nešto trajno, izdržljivo, vječno, a već sljedećeg dana nestaje u oblaku dima i postaje otpadom. Gradnja zemljom uklonila bi razne po okoliš štetne utjecaje koje građenje standardiziranim materijalima poput čelika betona i stakla sa sobom nosi. Umjesto visokih temperatura i teških postrojenja potrebnih za proizvodnju i gradnju standardnim materijalima, za napraviti kuću od zemlje potrebna je samo ljudska snaga. Tu je najveća prednost zemlje kao građevinskog materijala; ona, iako je trajne i čvrsta, je u svojim oblicima iznimno jednostavna za korištenje i fleksibilna u primjeni, a prije svega posjeduje iznimno svojstvo reciklabilnosti. Možda je vrijeme da ponovno damo priliku zemlji da nam pruži utočište koje ćemo joj kasnije vratiti. I tako bezbroj puta, bez da izgubi svoja svojstva i kvalitetu. Takvome odnosu prema materijalu bismo trebali težiti. Što bi nam mogao značiti povratak gradnji materijalom koji je tako nepravedno zapostavljen? Povratak zaboravljenim vrijednostima zajednice, gradnji u apsolutno vlastitom angažmanu koja u sebi nosi ogroman kreativni i socijalni potencijal. Potencijal zemlje kao materijala odavno je prepoznat i prihvaćen u graditeljstvu, samim time treba postaviti naglasak na potrebu buđenja interesa za umiruće graditeljsko nasljeđe te njegovo ponovno upotrebljavanje i nadograđivanje sukladno današnjem vremenu.





## *spekulacije o materijalu* **zemlja / glina / opeka**

Zemlja je jedan od najrasprostranjenijih materijala i u prošlosti jedan od vodećih građevinskih materijala tamo gdje je ima u izobilju, što je zasigurno naše područje. Zemlja je prirodni i dostupni materijal koji čak i u građevinarstvu puno daje a malo traži. Baveći se temom zemlje, ušli smo duboko u srž tog sveprisutnog materijala i uvidjeli koliko je zapravo stvaran i potentan. Razvojem modernih tehnologija dugi niz godina, zemljana je arhitektura bila potpuno potisnuta i smatrana tehnikom prošlosti. Iako je gradnja zemljom tradicionalna tehnika, brojne su greške koje se prenose sa koljena na koljeno, što je još jedan razlog da se na temu zemljane arhitekture sve više i više educira te da se uvede primena modernih saznanja i tehnika. Potrebno je širiti i jačati svijest o vrlinama zemljane arhitekture i značaju nasljeđa kojeg imamo u izobilju jer je zaista vrijedna moguća tehnika gradnje i rekonstrukcije objekata. Uprkos uvriježenom mišljenju, kuće od prirodnih i recikliranih materijala, pa tako i od zemlje, postojane su u skoro svim vremenskim uvjetima, osim prilikom velikih poplava. Također, ovakve kuće su zdravije jer njihovi zidovi izgrađeni od prirodnih materijala zaista dišu. Zimi griju, a ljeti hlade. Otporne su i na požar i na sve druge izazove okoline. Najbolje karakteristike dobijaju se kombiniranjem s ostalim prirodnim ili recikliranim materijalima kao što je slama (u svrhu izolacije). I posljednje, njihova izgradnja je u prosjeku bar za četvrtinu jeftinija od gradnje standardnih kuća. Zapravo, najskuplji dio ovog procesa je ljudska snaga, uz pretpostavku da materijal nalazimo na samome zemljištu, recimo na primjer od iskapanja za temelje. Prije početka gradnje zemljom, neophodno je napraviti određene testove da bi se utvrdilo o kakvoj zemlji je riječ i kakve su njene karakteristike. Važno je koristiti zemlju koja nije iz ogranskog, površinskog sloja, već iz dubine od minimalno jedan metar ispod površine. Za svaki uzorak zemlje potrebno je zapisati mjesto, datum i dubinu sa koje je uzet. Testovi se sastoje od njenog promatranja i dodira, ispiranja vodom, mirisanja i pranja ruku kako bismo utvrdili prisustvo gline i mulja. Formiraju se pločice čime se utvrđuje otpornost uzorka i postotak skupljanja gline. Utvrđuje se kakva je zemlja na raspolaganju i koja njena svojstva treba korigirati u skladu sa željenim rezultatima. Ukoliko zemlja ima previše gline, ljepljiva je i pri sušenju puca, te joj se dodaju neki od stabilizatora u odgovarajućem postotku, što se opet utvrđuje terenskim testovima. Zemlja se može koristiti u gradnji na bezbroj načina. Može se koristiti kao ispuna dok je konstrukcija od nekog drugog, poželjno prirodnog materijala, ali isto tako može biti i noseći, konstruktivni materijal. Idealna je za kombiniranje sa drugim prirodnim ili recikliranim materijalima gdje se ti materijali međusobno nadopunjuju. Najrasprostranjenije tehnike su naboj, monolitni zidovi koji se prave tako što se zemlja nabija sloj po sloj u pokretnoj oplati, zatim čerpić, cigle od nepečene zemlje koje se suše na suncu, i pleter, drvena struktura u koju se plete granje, šiblje i slično, a vezuje blatnim malterima. Pored klasičnih zidova, čerpičem se mogu zidati najrazličitije forme, od lukova, sve do svodova i kupola. Dakle, kuće od zemlje mogu biti raznih oblika jer zemlja kao materijal u oblikovnom smislu daje velike slobode. Jedini je uvjet da se ne ide previše u visinu. Ovakve kuće su obično prizemne ili sa jednim do dva kata. U vrijeme sve veće svijesti o energetskej efikasnosti, važan faktor nije samo ponašanje materijala nakon ugradnje, već i energija koja se utroši u njegovoj proizvodnji. Zemlja kao takva ne troši energiju za proizvodnju, osim ljudske snage. Ne proizvodi gotovo nikakav negativan CO2 otisak za razliku od pečene opeke za čiji je postupak potrebno utrošiti ogromne količine energije. A ono što je danas od izuzetne važnosti, upotpunosti se reciklirati.