

# Svojstva materijala pisane baštine - mogućnosti u proučavanju stare knjige

---

**Delač, Filip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:142:731835>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**



*Repository / Repozitorij:*

[FFOS-repository - Repository of the Faculty of Humanities and Social Sciences Osijek](#)



Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku

Filozofski fakultet

Preddiplomski studij Informatologije

Filip Delač

Svojstva materijala pisane baštine –  
Mogućnosti u proučavanju stare knjige

Završni rad

Mentor izv. prof. dr. sc. Damir Hasenay

Komentor: dr. sc. Maja Krtalić

Osijek, 2011.

## Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Svojstva materijala pisane baštine .....	3
2.1. Papir .....	3
2.2. Svojstva papira.....	5
2.3. Uzroci propadanja papira.....	6
2.3.1. Unutarnji čimbenici propadanja.....	6
2.3.2. Vanjski čimbenici propadanja.....	8
2.3.3. Mehanički uzroci propadanja.....	8
2.3.4. Fizikalno-kemijski uzroci propadanja.....	9
2.3.4.1. Vlaga i toplina.....	9
2.3.4.2. Svjetlost.....	9
2.3.4.3. Mikrobiološka zagađenja.....	10
2.3.4.4. Kukci.....	10
2.3.4.5. Glodavci.....	11
2.3.4.6. Atmosfersko zagađenje.....	11
2.4. Pergament .....	11
2.4.1. Uzroci propadanja pergamenta .....	12
3. Mogućnosti u proučavanju stare knjige .....	13
3.1. Tehnike znanstvene analize .....	15
4. Zaključak.....	17
5. Literatura.....	18

## **Sažetak**

Pisana baština ljudske civilizacije, kao jedan od najvećih doprinosa ljudskom znanju i njegovom širenju, predstavlja izuzetno važno i plodno područje proučavanja. Kako bi se uopće shvatilo znanje, informacija, prijenos te usavršavanje i razvijanje istih nužno je razumjeti prirodu materijala na kojima su pisani, njihov nastanak, svojstva, procese starenja i propadanja te mogućnosti očuvanja. U ovom radu navedene su osnovne značajke, tj. svojstva materijala pisane baštine krenuvši od analize papira i njegovih svojstava preko vanjskih i unutarnjih čimbenika propadanja do fizikalno-kemijskih i mehaničkih oštećenja. Navedeno ima svrhu pružiti detaljnije informacije o samoj prirodi papira kako bi se u što jasnijem svjetlu prikazala važnost proučavanja i analiziranja papira i njegovih svojstva u području prevencije, zaštite, konzervacije i restauracije pisane baštine, posebice stare knjige. Također, rad navodi načine na koji se dobiva papir i pergament, kao dva najzastupljenija materijala tradicionalne pisane baštine, te je u njemu objašnjena sama struktura molekule celuloze i njezine karakteristike sa svrhom što boljeg razumijevanja procesa propadanja istih. Nadalje, u radu su navedene mogućnosti u proučavanju stare knjige korištenjem metoda znanstvene analize koje donose informacije kako i na koji način identificirati i potvrditi autentičnost i izvornost promatranog objekta pisane baštine. Poticaj za pisanje rada dolazi od želje za percipiranjem jedne šire slike položaja stare knjige u odnosu na svojstva koja posjeduje, te traženjem odgovora na pitanja koji su odnosi i što utječe na propadanje tradicionalne pisane baštine te postoje li mogućnosti ublažavanja i produžavanja vijeka trajanja kako materijalima tako i znanju sadržanom u tradicionalnoj pisanoj baštini.

**Ključne riječi:** stara knjiga, papir, pergament, pisana baština, znanstvena analiza

## 1. Uvod

Mogućnost očuvanja i produžavanje životnog vijeka pojedinih materijala predstavlja krajnji rezultat analize i proučavanja svojstava materijala nositelja pisane baštine. Važno je razumjeti prirodu materijala kako bi se informacije i znanje sadržano u starim knjigama i rukopisima što duže održalo i bilo upotrebljivo mnogima kojima su ta znanja potrebna. U ovom radu polazi se od osnovnih svojstava materijala pisane baštine, a ponajprije od papira i pergamenta iz razloga što su navedeni materijali najzastupljeniji od svih materijala pisane baštine. Papir je opisan i razmatran kroz njegova svojstva (mehanička, kemijska, optička...) te kroz pripadajuće uzroke propadanja. Također, pergament je opisan i razmatran, iako u manjoj mjeri, kroz svojstva i uzroke propadanja. Nadalje, u trećem poglavlju govori se o mogućnostima u proučavanju stare knjige i to kroz metode identifikacije i utvrđivanja autentičnosti kroz stilsku, povijesnu i znanstvenu analizu. Važan izvor za navedene analize jest djelo D. Reydena *Identifying the real thing*<sup>1</sup> koje donosi detaljnije obrađenu problematiku identifikacije i komparativne analize.

## 2. Svojstva materijala pisane baštine

### 2.1. Papir

Papir kao materijal nositelj pisane baštine od izuma tiska zauzima njen najveći udio. Materijal je poznat svima onima koji su se susreli s knjigom, novinama i općenito informacijama pohranjenim na ovom mediju bilo putem tiska ili rukopisa. Papir je toliko zastupljen u svakodnevnom životu da se rijetko i promišlja kakvog je on sastava, na koji način se dobiva i postoji li samo jedna vrsta papira. Iako se papir može dobiti od sintetičkih vlakana, velika većina papira nastala je od vlakana celuloze koji se dobivaju od drveta. Sama definicija papira podrazumijeva „...prešani list vlakana, formiran prolaskom suspenzije vlakna kroz fino sito... Vlakno je obično celulozno, iako se papir

---

<sup>1</sup> Reyden, D. *Identifying the real thing*.

URL:[http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/identifying\\_the\\_real\\_thing.pdf](http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/identifying_the_real_thing.pdf) (2011-06-25)

može proizvesti, i proizvodi se, od vlakana različitih vrsta, kao što je stakleno, azbestno, vuneno, metalno vlakno i vlakno različitih sintetičkih polimera"<sup>2</sup>.

Kada je papir bio prvi put proizveden u Europi oko 1200. g., izvor nije bilo drvo već lanene i pamučne tkanine. Takva vrsta papira nije zahtijevala složene procese dobivanja, poput izdvajanja celuloze iz drveta, već je pamuk po sebi sadržavao veliku količinu celuloze. Tradicionalni kineski i japanski papir izrađivan je od celuloze lokalnih biljaka, a vjeruje se da je papir prvi put izrađen u Kini 105. g.

Papir je izrađivan od suspenzije vlakana u vodi. Dobivena suspenzija se lijevala na pravokutni okvir koji je na dnu imao sito kroz koje je otjecala voda. Prilikom sušenja, vlakna su se međusobno povezivala i tvorila list papira.

Celuloza je najvažniji sastojak papira. Prema definiciji, celuloza je bijela vlaknasta tvar, relativne gustoće oko 1.50, bez okusa i mirisa. Netopljiva je u vodi i u organskim otapalima, glavni je sastojak staničnih stijenki biljaka i najrašireniji je organski spoj u prirodi. To je polisaharid bruto formule  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , sastavljen od dugih nizova međusobno povezanih molekula disaharida celobioze<sup>3</sup>, a kemijski se razlikuje od škroba i ostalih polisaharida. U gotovo čistom stanju nalazi se u pamuku (98 %), a u drvu je ima od 40 % do 50 %, uz lignin i druge primjese.<sup>4</sup> Dakle, celuloza je građena od međusobno specifično povezanih molekula šećera glukoze koji drvetu daju njegovu prepoznatljivu čvrstoću. Glavna je komponenta biljne stanice i glavni građevni blok mnogih tekstila. Celuloza je prirodni polimer<sup>5</sup>, dugački lanac sastavljen od mnogo manjih molekula koje su prikazane na slici 1.

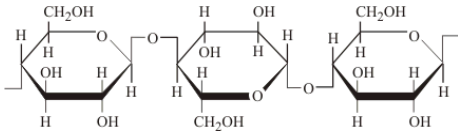
---

<sup>2</sup> Dadić, Vera; Sarić, Eleonora. Osnove zaštite bibliotečne građe. Zagreb: Hrvatsko bibliotekarsko društvo, 1973. Str. 15.

<sup>3</sup> Celobioza je disaharid koji se sastoji od dvije molekule glukoze povezane 1,4-β-glikozidnom vezom pri čemu je jedna molekula glukoze okrenuta za 180° u odnosu na drugu.

<sup>4</sup> Usp. Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu. URL: <http://www.ktf-split.hr/periodni/abc/o.html> (2011-07-14), Encyclopaedia Britannica. URL: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/101633/cellulose> (2011-08-30)

<sup>5</sup> Polimer je tvar sastavljena od molekula visoke relativne molekularne mase čija se struktura sastoji od višestruko ponavljanih jedinica niske relativne molekularne mase (monomera). Broj monomera je velik i često nije točno poznat. Jedna molekula polimera naziva se makromolekula.



Slika 1. Povezane molekule celuloze

Veza unutar molekule celuloze nastaje kada se OH skupine iz svake pojedinačne molekule spoje na način da se voda eliminira kombiniranjem navedenih –OH skupina i vodika (H). Dakle spajanjem dvije ovakve molekule nastaje disaharid pod nazivom celobioza. Nadalje, celuloza nastaje upravo ovakvim spajanjem mnoštva molekula u dugački lanac tvoreći polimer. Dužina može iznositi od samo nekoliko stotina molekula (npr. u pulpi) do 6000 u primjeru pamuka koji u svom sastavu sadrži najvišu količinu celuloze od svih biljaka.

U proizvodnji papira vrlo važnu ulogu ima lignin koji je zaslužan da biljka bude čvrsta i uspravna. Također, lignin je zaslužan za transport tekućina i regulaciju metabolizma biljke i omogućava rast u visinu. Upravo je ova komponenta lignina važna za proučavanje stare knjige jer lignin posjeduje, može se reći, kontrastna svojstva. Njegova korisnost i stabilnost odnosi se na biljke, ali ne i na papir. Ovaj kontrast se može objasniti mehaničkim procesom odvajanja lignina iz vlakana pri čemu se uloga lignina značajno mijenja. Lignin se ne može definirati kao jedinstvenu tvar već kao spoj više različitih tvari. Sve te tvari su složeni, amorfni, trodimenzionalni polimeri čije je zajedničko svojstvo fenil-propanska struktura, tj. benzenski prsten s bočnim lancem od tri ugljikova atoma. Lignin je u svojem neprerađenom obliku toliko složen da ga nitko nije uspio u potpunosti opisati i definirati. Upravo zbog svoje reaktivnosti zaslužan je za propadanje papira kao materijala, a time i gubitak mnogih vrijednih spisa i knjiga.

## 2.2 Svojstva papira

Da bi istraživanje materijala pisane baštine bilo moguće, nužno je poznavati kemijska, fizikalna i optička svojstva papira i njihovu reakciju na vlažnost, temperaturu i zagađenja jer su upravo ona zaslužna za pokretanje niza mehanizama propadanja papira kao što su hidroliza i oksidacija koje će biti opisane dalje u tekstu.

### 2.3. Uzroci propadanja papira

Zaštita papira vrlo je složeno područje proučavanja jer propadanje papira uključuje mnoge čimbenike i strukturalne promjene papira koje ne moraju uvijek pripadati istom uzroku jer „različiti uzroci mogu proizvesti slične učinke, dok različiti učinci mogu biti rezultat sličnih uzroka.“<sup>6</sup>

Propadanje papira mogu uzrokovati unutarnji ili vanjski čimbenici fizičke, kemijske ili biološke prirode. Dakako, svi čimbenici mogu djelovati istodobno, ili u različitim vremenskim razdobljima isto kao i onda kada su stvoreni određeni uvjeti za njihov nastanak. Neosporno postojanje uzroka oštećenja papira su štete nastale na papiru vidljive golim okom.

#### 2.3.1. Unutarnji čimbenici oštećenja

Ovi uzroci oštećenja nalaze se u prirodnim svojstvima papira te u tvarima korištenim u njegovoj proizvodnji. Propadanje može biti uzrokovano izloženosti papira tvarima i reakcijama tijekom procesa njegove proizvodnje kao što su nečista voda, oksidacije metala i boja koje mogu izazvati nepopravljivu štetu. Papir kao takav neće sam automatski početi propadati zbog svojih unutarnjih čimbenika već je podložan vanjskim čimbenicima koji služe kao katalizator za daljnje propadanje. Često je slučaj da aditivi sadržani u papiru, pod utjecajem vanjskih čimbenika, mogu izazvati kiselu reakciju pod kojim se celuloza raspada (hidroliza celuloze) te se smanjuje mehanička čvrstoća papira. Nadalje, oksidacija lignina u papiru učinit će papir žutim. Kiselost papira i pripadajuće reakcije predstavljaju najozbiljniji uzrok propadanja papirne građe. Do početka 19. st. papir je ručno izrađivan od pamučnih krpa te je imao duga i mekana vlakna, pa su stoga knjige i napisani rukopisi često bijeli, kvalitetni i dugotrajni. Stoga jednu od pozitivnih

---

<sup>6</sup> Crespo, Carmen. The preservation and restoration of paper records and books: A RAMP study with guidelines. Paris: Unesco, 1985. str 21.



stvari za proučavanje stare knjige predstavljaju kvalitetni materijali koji su dugo održivi i trajniji i stoga su u mogućnosti biti analizirani i opisani. Međutim, industrijska revolucija mijenja način proizvodnje papira te se sve više koriste loši materijali i reaktivni kemijski aditivi koji povećavaju kiselost papira, slabe celulozne veze, pospješuju hidrolizu i oksidaciju te pogoduju krajnjem uništenju materijala. Nekoliko je važnijih istraživanja rezultiralo statističkim podacima o opsegu problema propadanja građe tiskane na kiselom papiru. Primjerice, procjenjuje se da je oko 80 milijuna knjiga pohranjenih u Sjevernoameričkim znanstvenim knjižnicama tiskano na kiselom papiru.“<sup>7</sup>

Kiselost papira, preciznije rečeno aktivitet (koncentraciju) vodikovih iona ( $H^+$ ) moguće je izraziti kao pH vrijednost, tj kao negativan dekadski logaritam aktiviteta (koncentracije)  $H^+$  iona u rasponu od 0 do 14, s time da broj 0 označava najveću kiselost, a broj 14 najveću bazičnost, dok broj 7 predstavlja neutralno stanje.

Povećana kiselost papira vrlo je nepovoljna jer je moguć njen prijelaz na druge materijale. Na primjer, ukoliko neutralni ili bazični papir dođu u kontakt s kiselim papirom on postaje također kiseo. Stoga je važno poznavati ovaj mehanizam kako ne bi došlo do većih oštećenja prilikom skladištenja i manipuliranja građom. Nažalost, učinci kiselosti se ne mogu na vrijeme primijetiti već onda kada je već kasno i kada je papir izgubio svoja svojstva raspadajući se i na najmanji pritisak.

Tinte kao sastavni dio papira također su zaslužne za njegovo propadanje jer sadrže kisele spojeve koji nepovoljno djeluju na papir. U stručnoj se literaturi navodi kako je „podrijetlo destruktivnog mehanizma tinte rezultat složenih preklapanja različitih procesa. Važnost u tom kontekstu ima prirodno starenje papira, sastav tinte i njihova sposobnost da međusobno kemijski reagiraju. Na reakcije između tinte i medija snažno utječe okoliš i uvjeti skladištenja, posebno temperatura i vlažnost ...“<sup>8</sup>. Također, znanstvenim eksperimentom utvrđeno je da tinta na bazi željeza ima zamjetan učinak na

---

<sup>7</sup> Fitzgerald, Rebecca. Brittle paper. 2001.

URL: [http://faculty.msmmary.edu/fitzgerald/brittle\\_paper.htm](http://faculty.msmmary.edu/fitzgerald/brittle_paper.htm) (2011-07-27)

<sup>8</sup> Banik, Gerhard. Ink corrosion – Chemistry 1998.

URL: <http://ink-corrosion.org/ink-corrosion/ink-corrosion-chemmenue> (2011-07-27)

propadanje papira tj. da produžuje trajanje korozije i utječe na strukturu i čvrstoću celuloznih vlakana.<sup>9</sup>

### 2.3.2. Vanjski čimbenici oštećenja

Očito je da dokumente i papirnu građu ne možemo držati netaknutom u idealnim uvjetima bez svjetla, prašine, vlage i kukaca jer bi to bilo u suprotnosti onome za što su knjige i papirna građa namijenjeni. Stoga, njihovo se očuvanje mora temeljiti na dinamičkoj zaštiti kako bi se produžio životni vijek materijala stare baštine, a time i informacija koje sadrže. Vanjski čimbenici oštećenja mogu se svrstati u četiri skupine: mehanička, biološka, kemijska i klimatska ili pak izvanredne okolnosti kao što su požari, potresi, rat, poplave i sl.<sup>10</sup> Kako je već i prije navedeno, svi čimbenici ne djeluju, iako mogu, odvojeno, već se preklapaju te utječu i na unutarne čimbenike i tako pridonose složenosti njihova istraživanja. Bez obzira na njihovo podrijetlo, svi imaju štetan učinak na papirnu građu, pogoršavaju mehanička svojstva te ukupni vijek trajanja materijala.

### 2.3.3. Mehanički uzroci propadanja

Mehanički uzroci propadanja uključuju neispravno rukovanje dokumentima, neprimjerenu pohranu, udarce, trenja, kompresije od drugih materijala i sl. Rezultat mehaničkog oštećivanja dokumenta su pokidani listovi, pojava masnih otisaka prstiju, kidanje rubova dokumenta, lom zbog čestog korištenja itd. Sve navedeno lokalizirani su uzroci propadanja i nastaju uglavnom ljudskim djelovanjem na dokument što je moguće spriječiti informiranjem i poklanjanjem veće pažnje savjesnom rukovanju građom čime se mogu izbjeći moguća oštećenja ili potpuni gubitak objekta.

---

<sup>9</sup> Usp. Jablonský, Michal; Kazíková, Jana; Holúbková, Silvia. The effect of the iron-gall ink on permanence in paper by breaking length, degree of polymerisation and thermogravimetric stability of paper during accelerated ageing. *Acta Chimica Slovaca*, Vol.3, No.2, 2010, str. 65. vidi u popisu literature

<sup>10</sup> Usp. Viñas, V; Viñas, R. *Traditional restoration techniques: a RAMP study*. Paris: Unesco, 1988. str. 21.

#### 2.3.4. Fizikalno-kemijski uzroci propadanja

Fizikalno-kemijskim uzrocima propadanja pripadaju klimatski tj. mikroklimatski uvjeti kojima su dokumenti (knjige) izloženi. Tri osnovna klimatska čimbenika koja utječu na propadanje papira jesu: vlaga, temperatura i svjetlost.

##### 2.3.4.1. Vlaga i toplina

Apsolutna vlažnost zraka predstavlja određenu količinu vode u zraku izraženu kao odnos mase vode i volumena zraka koja se izražava u  $\text{g}/\text{m}^3$  tj.  $\text{g}\times\text{m}^{-3}$ . Za praćenje utjecaja vlage na propadanje papirne građe veću ulogu ima relativna vlažnost zraka koja pokazuje odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u određenom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju bi navedeni zrak na određenoj temperaturi mogao apsorbirati te bio zasićen. Povećanjem temperature zraka povećava se i njegova mogućnost apsorpcije vode, a kada dođe do zasićenja u kojem zrak više ne može apsorbirati vlagu tj. kada dosegne granicu rosišta, dolazi do stvaranja kondenzata. Kondenzirana vodena para iz zraka tada prelazi u tekuće stanje i samim tim uništava papirnu građu kemijski kroz proces hidrolize celuloze te mehanički kroz fizičku deformaciju materijala. Također, nastaju razne kiseline, omekšava se ljepilo i uvez, a kombinacije visoke vlage i temperature potiče razvoj mikroorganizama kao što su gljivice i bakterije. Dakako, i temperatura ima važnu ulogu kao ubrzivač kemijskih reakcija u kemijskoj strukturi papira, a samim tim dolazi do smanjenja vijeka trajanja papirne građe. Iako je navedena kao štetna, potrebna je određena količina vlage kako bi vlakna celuloze zadržala svoju fleksibilnost.

##### 2.3.4.2. Svjetlost

Svjetlost je elektromagnetno zračenje koje se može shvatiti kao skup čestica koji se nazivaju fotoni. Svjetlost ima dvojak karakter, ponaša se kao val i kao čestica, a samim tim prenosi određenu količinu energije koja je upravo važna zbog svojeg utjecaja na papirnu građu. Djelovanje svjetlosti na papirnu građu za rezultat ima izazivanje

ireverzibilnih kemijskih reakcija koje se nastavljaju i nakon izlaganja svjetlosnom djelovanju. Svjetlost prenosi energiju u obliku topline, a u prijašnjim je poglavljima jasno vidljiva uloga topline kao pojačivača i ubrzivača kemijskih reakcija. Nadalje, svjetlost ima kumulativno djelovanje tj. oštećenja se povećavaju sukladno izlaganju te se zbrajaju, a duže izlaganje svjetlosti slabog intenziteta imat će isti učinak kao i kratko izlaganje jakom intenzitetu.

#### 2.3.4.3 Mikrobiološka zagađenja

Plijesni kao stalno prisutni zagađivači predstavljaju velik problem u procesu oštećivanja građe, ali ukoliko se postupi prema pravilima mogu se, ako ne spriječiti onda znatno umanjiti oštećenja nastala njihovom aktivnošću. Uvjeti u kojima se razvija plijesan jesu tamna i vlažna mjesta, topla i neprovjetravana prostorija. Plijesan se ne može uništiti ni jednim sredstvom ili postupkom već je moguće samo stvoriti uvjete nepogodne za njen razvoj. To znači održavati plijesni u njihovom sporogenom obliku i ne dopustiti prelazak u vegetativni oblik u kojemu imaju sposobnost rasta, razmnožavanja i hranjenja te na taj način uništavanja građe.

#### 2.3.4.3. Kukci

Kukci su uzročnici brojnih vrsta oštećenja na knjigama i papirnoj građi. Različite vrste kukaca različito djeluju na građu, a i sam životni ciklus određuje im ulogu štetočine. Kukci su inače rijetko vidljivi, a izlaze noću i tokom mirnih razdoblja. Ukoliko se golim okom primijete kukci tada je krajnje vrijeme za dezinfekciju jer je njihova populacija u tom trenutku izrazito brojna. Poznati kukci koji uništavaju papirnu građu jesu srebrna ribica, knjiška uš, kućni moljac, crvotočine te žohari.

#### 2.3.4.4. Glodavci

Glodavci također spadaju u štetočine. Uglavnom se hrane kožom i ljepilom, prljaju papir i koriste ga za pravljenje gnijezda. Najčešće vrste su smeđi štakor, crni štakor, kućni miš i poljski miš.

#### 2.3.4.5. Atmosfersko zagađenje

Za materijale papirne građe izuzetno su štetni ispušni plinovi vozila i industrijsko zagađenje jer sadrže sumporov dioksid ( $\text{SO}_2$ ), sumporovodik ( $\text{H}_2\text{S}$ ) i dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$ ) koji su topljivi u vodi te stoga s vlagom iz zraka stvaraju kiselo okruženje koje je izuzetno štetno za papirnu građu.

#### 2.4. Pergament

Pergament je služio kao materijal za pisanje u Maloj Aziji još davne 200. godine prije Krista. Prema Pliniju, pergament je izmišljen u gradu Pergamu zbog velikog rivalstva poznatih knjižnica u Aleksandriji i Pergamu. Dakako, ekonomski čimbenik je također imao veliku važnost jer se nije morao uvoziti skupi papirus. Zbog jednostavnosti dobivanja, postupno je potisnuo papirus iz uporabe sve do 14. i 15. st. Malo se zna o dobivanju pergamenta, ali postupak je bio sličan onome koji su koristili redovnici u Srednjem vijeku.

Pergament se dobivao tako da su se teleća ili kozja koža tri dana natapale u vapnenoj vodi kako bi se što lakše odstranila masnoća, meso i dlake. Nadalje, tako očišćena koža se sušila se i glačala kako bi bila ujednačene debljine i kvalitete.

Prema svom sastavu, „koža se sastoji od proteinskih vlakana, mineralnih tvari, životinjskih masti, vode, manje količine pigmenata i ugljikovodika. U golicima (koža bez masnoće, dlaka i drugih primjesa op. a.) zaostaju uglavnom skleroproteini elastin i

kolagen, dok se druge tvari odstranjuju u toku priprema kože za štavljenje. Dakle, osnova kože je skleroprotein kolagen“<sup>11</sup>

Svojstva kože su, uz njenu izdržljivost i otpornost, imala odlučujući utjecaj na nastanak i oblik svitaka i formate knjiga. Stoga je u vidu proučavanja svojstva materijala pisane baštine izuzetno važna činjenica da je koža izdržljiva i dugotrajna jer na taj način duže vrijeme pruža mogućnost proučavanja i analiziranja. „Fiziološki, pergament je unutarnji sloj kože (dermis), a svaka strana ima drugačije osobine. Vanjski sloj, koji se i naziva koža, kompaktnija je i tamnije boje te zrnate na dodir. Ova strana je imala prednost za pisanje dok je unutarnji sloj bio bjelji i mesnatiji tj. bio je u kontaktu s masnijim dijelovima životinje.“<sup>12</sup>

Od svih elemenata koji čine živi dio kože u pergamentu su prisutni samo proteini koji nisu topljivi u vodi. Tako formirane grupe proteina tvore vlakna značajno dobrih fizičkih svojstava. Za razliku od papira, u kojemu su vlakna međusobno isprepletena, u pergamentu su vlakna povezana vodom te je jasno vidljiva uloga vode i relativne vlažnosti zraka na očuvanje pergamenta.

#### 2.4.1 Uzroci propadanja pergamenta

Općenito govoreći, može se reći da na pergament utječu isti čimbenici koji štete i celuloznim materijalima, ali što se tiče unutarnjeg sastava, pošto je tvoren od proteina, manje je podložan propadanju i sporiji je proces prirodnog starenja. Također, odlikuje se visokim stupnjem higroskopnosti, kao i celulozni materijali, a molekule vode drže vlakna zajedno i to onoliko dugo dok nije narušena njihova ravnoteža. Koža posjeduje svojstvo elastičnosti, ali ukoliko dođe do gubitka vode ona postaje tvrda, puca i raspada se. U suprotnom, ukoliko je prevelika izloženost vlazi, molekule vode pretvaraju kožu u želatinu, a samim tim je i ubrzan proces hidrolize i konačnog raspadanja kože. Nagle promjene temperature i vlažnosti su najgori neprijatelji pergamenta zbog njegove fizikalno – kemijske nestabilnosti te je stoga preporučljivo pergament čuvati na

---

<sup>11</sup> Dadić, Vera; Sarić, Eleonora. Osnove zaštite bibliotečne građe. Zagreb: Hrvatsko bibliotekarsko društvo, 1973. Str. 35.

<sup>12</sup> Usp. Viñas, V; Viñas, R. Traditional restoration techniques: a RAMP study. Paris: Unesco, 1988. str. 33.

temperaturi između 18 i 22 °C te 60 i 50 % relativne vlažnosti zraka. Propadanje zbog kemijskih uzroka rjeđe je nego kod papira, a problem kiselosti praktički ne postoji osim kod loše proizvedenog pergamenta.

Najčešći uzrok koji dovodi do žutila na pergamentu, češće nego kod papira, jest lužnatost. Višak vapna mogu uzrokovati pojedine bakterije te postojanje masnih kiselina koje nastaju zbog neispravnog procesa štavljenja kože uslijed netemeljitog uklanjanja masti i zagađenja. S obzirom na lužnatu prirodu kože, inhibirano je djelovanje mnogih mikroorganizama, ali usprkos tome ukoliko je okolina zagađena, razni kukci i mikroorganizmi mogu napasti pergament jer je izuzetno osjetljiv na površinske nečistoće.

### **3. Mogućnosti u proučavanju stare knjige**

Sve navedeno u prošlim poglavljima neće imati velike koristi za istraživače ako se znanje praktično ne primjeni u realnoj situaciji. Ponekad je potrebno mnogo truda i vještine kako bi se definirale određene promjene nastale na promatranom objektu, ali samo promatranje promjena bez cilja ne bi imalo velikog smisla. Stoga je važno znanja o svojstvima materijala stare pisane baštine upotrijebiti u mnoge druge svrhe tj. pružiti nove mogućnosti u proučavanju stare knjige.

Da bi se predmet proučavanja, u ovom slučaju stara knjiga, mogao identificirati, nužno je pristupiti istraživanju autentičnosti na mnogo načina. Tri važna načina proučavanja jesu:

- stilska analiza
- povijesna analiza
- znanstvena analiza<sup>13</sup>

Stilska analiza obuhvaća proučavanje neidentificiranog objekta uspoređivanjem s identificiranim, sličnim objektom. Ova vrsta analize dovodi do možebitnog otkrivanja mjesta, vremena i svrhe nastanka određenog proučavanog objekta. Dakako, kulture se u

---

<sup>13</sup> Reyden, D. Nav. dj.

svijetu razlikuju te je stoga moguće pretpostaviti da ukoliko objekt posjeduje specifične elemente neke geografske lokacije npr. kinesko pismo i ukrasi, tada je lakše objekt smjestiti u određeni prostor i time se približiti njegovoj krajnjoj identifikaciji. Nadalje, identificirajući stil kojim je određeni objekt npr. pisan, može se utvrditi prema strukturi rukopisa, veličini, dužini i obliku slova je li određeni objekt originalno autentično djelo, kopija ili krivotvorina.

Ponekad nije dovoljno samo promatrati određeni objekt kako bi se utvrdila njegova autentičnost već je potrebna i detaljnija povijesna analiza. Da bi objekt bio identificiran, mora biti izrađen od materijala te tehnikama koje su postojale u određenom vremenu. Na primjeru identifikacije stare knjige može se reći da je važan papir korišten u izradi, njegovo porijeklo, način izrade, uvez, koji je tekstil korišten i postoje li i drugi materijali korišteni prilikom izrade. Mnoštvo je faktora uključeno i važno je obuhvatiti i analizirati svakog od njih. Papir se dobiva od različitih biljaka i upravo različite biljke imaju različita svojstva svojih vlakana stoga je to jedan od mogućih pokazatelja mjesta i vremena nastanka određenog objekta. Također i dodaci papiru koji sprečavaju razlijevanje tinte, kao što su škrob i proteini, imaju svoju ulogu u identifikaciji ukoliko se nisu raspali pod utjecajem topline, svjetlosti i vlage.

Nadalje, sam način izrade papira govori mnogo o njemu. „Rani papiri korišteni za izradu knjiga, oni iz 15., pa sve do 18. st., razlikuju se zbog svoje bogate teksture, sjaja i izdržljivosti. Ove kvalitete su rezultat korištenih vlakana, njihove pripreme te korištenih strojeva i metoda sušenja.“<sup>14</sup> Da bi se takav papir izradio, korištene su krpe od konoplje i lana razvrstane po svojoj kvaliteti. One svjetlije su bile prvenstveno korištene za izradu knjiga, ali su svoju primjenu našle i one lošije kvalitete. Na kraju 18. st. došlo je do promjena u načinu proizvodnje papira i to izumom hidraulične preše koja je uz veliki pritisak mogla odstraniti vlagu iz papira i na taj način ubrzati proces sušenja tvoreći papir koji je bio ravan i bez nabora. Također, pamuk je postao jedan od važnih sirovina u proizvodnji papira jer je bio neprovidan, mekši te je stvarao manji odsjaj. U 19. i 20. st. tehnologija proizvodnje papira sve više napreduje te raste potreba za papirom. Pokušavajući zadovoljiti potrebe, papirna industrija proizvodi jeftin i nekvalitetan papir

---

<sup>14</sup> Wootton, Mary; Munn, Jesse; Boone, Terry. Observations concerning the characteristics of handmade paper. The Library of Congress, 1999. str. 2.



za veliku primjenu dok se ručno rađeni papir koristi samo u posebne svrhe bilo umjetničkog ili drugog značaja.

Ponekad stilska i povijesna analiza nisu dovoljne da bi se objekt uistinu identificirao, nego je potreban i znanstveni pristup. Objekti se mogu podvrgnuti kvantitativnoj i kvalitativnoj analizi, destruktivnoj i ne-destruktivnoj, kemijskoj i fizičkoj te organskoj i anorganskoj analizi. Kvalitativna analiza otkriva koji su materijali prisutni u nekom objektu, bilo organski ili anorganski, a kvantitativna mjeri koliko je koji element zastupljen u analiziranom objektu. Nadalje, može se razlikovati destruktivna i ne-destruktivna analiza materijala. Destruktivna analiza implicira da se uzorak uzima iz analiziranog objekta i pri tom postupku objekt biva uništen, dok ne-destruktivna analiza ne uništava objekt već se objekt i uzorak kao takvi mogu koristiti i za daljnje analize. Kemijska analiza mjeri kemijska svojstva promatranog objekta uključujući i sastav i pH vrijednost, dok fizikalna analiza mjeri fizička svojstva kao što su sjaj i čvrstoća. Organska analiza identificira ugljikove spojeve, koji potječu od živih organizama i prisutni su u promatranom objektu, dok anorganska analizira elemente i spojeve koji proizlaze iz minerala.

### 3.1 Tehnike znanstvene analize

Tehnike znanstvene analize mogu se svrstati u nekoliko kategorija:

- Iluminacija
- Radiografija
- Mikroskopija
- Analiza elemenata
- Mjerenje sastava tvari<sup>15</sup>

Iluminacijom tj. osvijetljavanjem svjetlošću određene valne duljine može se utvrditi morfologija promatranog objekta. Npr. crvenim ili žutim filtrima mogu se

---

<sup>15</sup> Usp. Reyden, D. Nav. dj.

prepoznati zapisi skriveni ispod mrlja, a različitim monokromnim svjetlima mogu se vidjeti zapisi ispod glazura te se na taj način može doći do novih informacija i znanja. Korištenjem određenog svijetla mogu se prepoznati boje, oblici i veličine, površinski premazi, isto kao i tehnike izrade, teksture i štete na površini papira. Također, mogu se prepoznati različiti vodeni žigovi i pečati, a sa stajališta zaštite građe može se doći do informacija o vrsti plijesni i vrsti papira te prepoznati raspored vlakana što pokazuje kako je kalup bio okrenut prilikom lijevanja pulpe. Ultraljubičastim svjetlom mogu se vidjeti promjene u elementarnom sastavu na površini objekta. Također, mogu se prepoznati određena ljepila, lakovi i oštećenja koja nisu vidljiva golim okom.

Radiografijom se pomoću X-zraka mogu otkriti promjene u gustoći materijala na način da se vidi struktura objekta i prepoznaju mogući različiti slojevi objekta koji nisu vidljivi golim okom.

Mikroskopija je vrlo jednostavna i učinkovita metoda ispitivanja predmeta kojom se mogu utvrditi vrsta i porijeklo određenog materijala. Često je potrebno i jače povećanje kako bi se razjasnila priroda medija, slojevi premaza, veličina i oblik čestice, tip i opseg oštećenja. Skeniranje elektronskim mikroskopom pruža vrlo uvećan prikaz uzorka (nekoliko tisuća puta) i od iznimne je koristi u morfološkim i topografskim analizama uzorka.

Mnogo je različitih vrsta uređaja za kvantitativnu i kvalitativnu analizu elemenata materijala koji analiziraju i organske i anorganske komponente kao što su: *scanning electron microscopy* (SEM), *elemental dispersive spectroscopy* (EDS), *Fourier-Transform-IR spectroscopy* (FT-IR), *Gas Chromatograph Mass Spectroscopy* (GCMS), *Thin-Layer Chromatography* (TLC), *X-Ray Diffraction* (XRD) i *X-Ray Fluorescence* (XRF).<sup>16</sup> Nakon različite interakcije elemenata dobiva se grafikon mjerenja koji služi kao „otisak prsta“ ukoliko se radi o nepoznatom elementu, a taj otisak se tada uspoređuje s materijalima koji su poznati i imaju iste „otiske“.

Mjerenje sastava tvari polazi od prakse mjerenja i uočavanja kemijskih i fizikalnih svojstava materijala te njihove promjene uslijed izloženosti oksidaciji, hidrolizi i

---

<sup>16</sup> Isto.

mehaničkoj sili. Svojstva koja se mogu obilježiti jesu boja, sjaj, neprozirnost, snaga, kiselost i stupanj polimerizacije.

#### **4. Zaključak**

U proučavanju stare knjige vrlo važnu ulogu zauzima, ne samo proučavanje njenog sadržaja, već analiza i proučavanje materijala na kojemu je sadržaj pohranjen. Štoviše, informacije koje materijal pruža mogu utjecati i na tumačenje sadržaja poput identifikacije, porijekla, starosti i sl. Proučavanje svojstava materijala pisane baštine vrlo je kompleksno područje znanosti. Nužno je obuhvatiti što je moguće više uzroka propadanja, vanjskih i unutarnjih čimbenika oštećenja, protok vremena i prirodno starenje materijala, kako bi krajnji rezultat identifikacije i procjene oštećenosti, i sukladno tome planiranje zaštite i moguće restauracije ili migracije sadržaja na drugi medij, bio što kvalitetniji. Papir i pergament dva su najzastupljenija materijala stare pisane baštine, a njihova svojstva, način izrade, kvaliteta izvornog materijala te uvjeti pohrane i korištenja utječu na životni vijek promatranog objekta, a time i na mogućnost njegovog proučavanja te neminovnog gubitka informacija i sadržanog znanja. Da bi se što kvalitetnije moglo pristupiti analizi nužna je interdisciplinarnost i to znanstvenika iz različitih, naizgled nespojivih grana znanosti poput fizike, kemije, biologije, povijesti, umjetnosti itd., kako bi svojim radom doprinijeli očuvanju znanja te zaštitili i produžili životni vijek pisane baštine i to prvenstveno one stare i vrijedne. Dakako, svi naponi koji se vode kako bi stara pisana baština bila očuvana što dulje vrijeme i pružila informacije svima kojima je potrebna, imaju za zadatak svoje očuvanje temeljiti na dinamičkoj zaštiti, a ne dokumente i papirnu građu držati netaknute u idealnim uvjetima jer bi tada zaštita postala sama sebi svrhom. Nadalje, ono što je također važno spomenuti je mogućnost proučavanja stare knjige i utvrđivanje njene autentičnosti kroz vidove stilske, povijesne i znanstvene analize. Identifikacija stare knjige i proučavanje svojstava njenih materijala ima veliku važnost jer direktno utječe na rad znanstvenika koji se bave njenim sadržajem. Na primjer, istraživanje porijekla i identifikacija mogućeg autora neke od starih neidentificiranih knjiga direktno utječe na znanstvene radove koji su a priori rađeni o

nepoznatoj knjizi, a time pobija ili potvrđuje znanstvene hipoteze i otvara vrata za nova istraživanja. Navedene analize osvjetljavaju mogući nastanak, izvorno područje ili predviđaju vijek trajanja stare pisane baštine. Naravno, sve su to samo mogućnosti, ali za ostvarivanje je potrebno mnogo truda, želje i ljubavi prema staroj pisanoj baštini.

## 5. Literatura

Banik, Gerhard. Ink corrosion – Chemistry 1998.

URL: <http://ink-corrosion.org/ink-corrosion/ink-corrosion-chemmenu> (2011-07-27)

Crespo, Carmen. The preservation and restoration of paper records and books: A RAMP study with guidelines. Paris: Unesco, 1985.

Dadić, Vera; Sarić, Eleonora. Osnove zaštite bibliotečne građe. Zagreb: Hrvatsko bibliotekarsko društvo, 1973.

Encyclopaedia Britannica. URL:

<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/101633/cellulose> (2011-08-30)

Fitzgerald, Rebecca. Brittle paper, 2001.

URL: [http://faculty.msmar.edu/fitzgerald/brittle\\_paper.htm](http://faculty.msmar.edu/fitzgerald/brittle_paper.htm) (2011-07-27)

Jablonský, Michal; Kazíková, Jana; Holúbková, Silvia. The effect of the iron-gall ink on permanence in paper by breaking length, degree of polymerisation and thermogravimetric stability of paper during accelerated ageing. // Acta Chemica Slovaca, 3, 2 (2010), 63 – 73.

Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu.

URL: <http://www.ktf-split.hr/periodni/abc/o.html> (2011-08-02)

Reyden, D. Identifying the real thing.

URL:[http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/identifying\\_the\\_real\\_thing.pdf](http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/identifying_the_real_thing.pdf)

(2011-06-25)

Viñas, V; Viñas, R. Traditional restoration techniques: a RAMP study. Paris: Unesco, 1988.

Wootton, Mary; Munn, Jesse; Boone, Terry. Observations concerning the characteristics of handmade paper. **Washington?**: The Library of Congress, 1999.