

Marjeta Černič*, Jedert Vodopivec**

TISKANA IN POSLIKANA KNJIGA 16. STOLETJA - LASTNOSTI PAPIRJA IN TISKA

Izvleček:

V Frančiškanskem samostanu v Novem mestu hranijo dragoceno knjižno zbirko tiskov 16. stoletja. Mednje sodi tiskana knjiga z ročno poslikanimi lesoreznimi ilustracijami, to je zeliščarka Hieronymusa Bocka »Kreutterbuch« J. Rihel oz. t. i. »Farmakopeja«, datirana z letnicama 1556-1572. Namen raziskave je bil opredeliti lastnosti papirja kot nosilca tiskane in poslikane knjige. Na osnovi standardnih in nekonvencionalnih metod preskušanja smo določili kemijske in fizikalne lastnosti strukture, optične in barvometrične lastnosti papirja in tiska glede na surovinsko sestavo in površinsko obdelavo papirja, lastnosti tiska in poslikave, in to z namenom opredelitve postopkov pri konserviranju in restavriranju tiskane in poslikane knjige kot dragocenega dokumenta za hrambo za čim daljše obdobje v prihodnosti. Na osnovi pregleda stanja in rezultatov preiskav je bil izveden postopek konserviranja in restavriranja knjižnega bloka, ki je vključeval suho čiščenje, ročno restavriranje raztrganin in manjkajočih delov ter končne knjižne vezave.

Ključne besede:

paper, tiskana knjiga 16. stoletja, nedestruktivne preiskave, kulturna dediščina.

Abstract:

Printed and Colored Book of the 16th Century - Properties of Paper And Print

The Franciscan monastery in Novo Mesto keeps a valuable book collection of prints from the 16th century. This includes a printed book with hand-painted illustration of herbalist Hieronymus Bock "Kreutterbuch" J. Rihel or the so-called Pharmacopeia, which dates to the years of 1556-1572. The purpose of this study was to define the properties of paper as the carrier of a printed and painted book. On the basis of standard and non-conventional methods of testing we have determined the chemical and physical properties of the structure, optical and colorimetric properties of paper and prints, depending on the composition and surface treatment of paper, and printing properties, to define procedures for conservation and restoration of such books, which are valuable documents and have to be stored for a longer period in the future. In a review of the status and results of investigations the process of conservation and restoration of book blocks was carried out and included dry cleaning, hand lacerations, and restoration of missing parts and final book binding.

Key words:

paper, printed book of the 16th century, non-destructive analysis, cultural heritage.

* Dr. Marjeta Černič, Inštitut za celulozo in papir Ljubljana, Bogišičeva 8, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.

** Izr. prof. dr. Jedert Vodopivec, vodja Centra za konserviranje in restavriranje, Arhiv Republike Slovenije, Zvezdarska 1, SI-1000 Ljubljana.

1. UVOD

Papir tudi v prihodnosti ostaja eden pomembnejših prenašalcev in nosilcev pisne in tiskane kulturne dediščine. Ohranjanje arhivskega gradiva na papirju je odvisno od kakovosti surovin, ki sestavljajo papir in zapis, od tehnologije izdelave nosilca in zapisa ter od načina uporabe in pogojev hranjenja dokumentnega gradiva. Z naravoslovnimi metodami danes odkrivamo vzroke razgradnje dokumentov in razvijamo metode za zaščito, konserviranje in restavriranje. Na dokumentih, ki imajo značaj kulturne dediščine, med katero sodi tudi dokumentno gradivo na papirju, lahko uporabimo le tiste konservatorske in restavratorske posege, ki so znanstveno potrjeni in praktično preskušeni. Naloga konservatorske stroke je izbrati postopek, s pomočjo katerega izboljšamo kemijsko in fizikalno stabilnost in povečamo trajnost dokumenta.

Namen raziskave je bil opredeliti lastnosti papirja kot nosilca tiskane in poslikane knjige »Farmakopeja«, ki je bila izdelana v obdobju med leti 1556 in 1572. Na osnovi standardnih in nekonvencionalnih metod preskušanja smo določili kemijske in fizikalne lastnosti strukture, optične in barvnometrične lastnosti papirja in tiska glede na surovinsko sestavo in površinsko obdelavo papirja, lastnosti tiska in poslikave, in to z namenom opredelitve postopkov pri konserviranju in restavriranju tiskane in poslikane knjige kot dragocenega dokumenta za hrambo za čim daljše obdobje v prihodnosti.

2. EKSPERIMENTALNI DEL

Izvedli smo primerjalno analizo posameznih listov papirja in opredelili kakovosti papirja kot nosilca tiskane in poslikane knjige Farmakopeja z namenom opredelitve postopkov pri konserviranju in restavriranju.

2.1 IZBOR VZORCEV IN METODE PRESKUŠANJA

Izvedli smo primerjalno analizo 5 vezi (leg) papirja v knjigi, kar pomeni petnajst listov papirja, ko smo vezi razvezali. Številka strani pomeni oznako dveh strani posameznega lista oz. vzorca papirja:

Vež 1: list 19-24, list 20-23, list 21-22.

Vež 2: list 25-30, list 26-29, list 27-28.

Vež 3: list 31-36, list 32-35, list 33-34.

Vež 4: list 37-42, list 38-41, list 39-40.

Vež 5: list 43-48, list 44-47, list 45-46.

Vzorci posameznih listov papirja smo klimatizirali v standardnih klimatskih pogojih po ISO 187, pri 23°C in 50-odstotni relativni vlagi. Izvedli smo meritve kemijskih, fizikalnih, optičnih in barvnometričnih lastnosti papirja, in to pri uporabi standardnih metod preskušanja kot tudi nekonvencionalnih tehnik mikroskopije in spektroskopije, s katerimi nismo poškodovali analiziranih vzorcev:

- kvalitativna mikroskopska analiza vlaken (v posameznih odpadlih koščkih) - merjenje z obarvanjem, v polarizirani svetlobi in v faznem kontrastu, pri 100-kratni povečavi na optičnem mikroskopu (metoda ICP - stereo mikroskop Wild);
- kvalitativna analiza prisotnosti lignina (metoda identifikacije s flouroglucinolom) in škroba v papirju (metoda identifikacije obarvanja z jodovico);
- kemijska sestava posameznih listov papirja iz posameznega veza, s spektroskopijo FTIR, z uporabo tehnike ATR;
- osnovne strukturne lastnosti papirja: gramatura (ISO 536), debelina in specifični volumen (ISO 534), prepustnost površine papirja (ISO 5636/2);
- optične lastnosti papirja: belina (ISO 2470), rumenost (DIN 6167), opaciteta in transparenta (ISO 2471), sipanje in absorpcija svetlobe (ISO 9416);
- barvnometrične lastnosti papirja: svetlost in barvne lastnosti (CIE L*a*b*);
- mikroskopski posnetki površine posameznih listov papirja, odtisa in poslikave - merjenje z refleksijo svetlobe pri 30-kratni povečavi (metoda ICP).

Analizo surovinske sestave smo izvedli na posameznih odpadlih majhnih delcih papirja posameznih listov, s kvalitativno analizo in spektroskopijo FTIR-ATR prisotnosti lignina, škroba in vsebnosti kalcijevega karbonata in kaolina. Izvedli smo analizo določanja posameznih fizikalnih lastnosti, s katerimi nismo poškodovali strukture lista papirja.

2.2 REZULTATI IN KOMENTAR

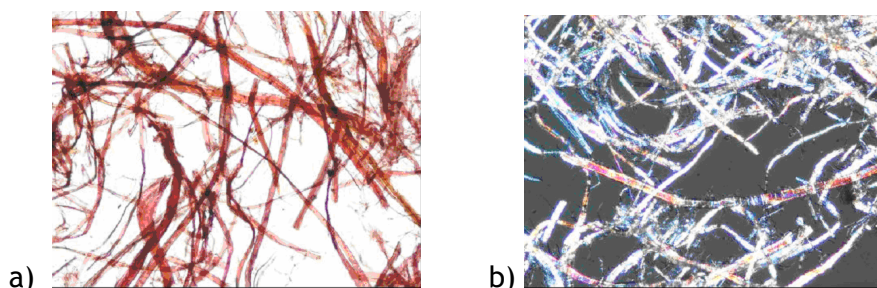
Rezultati meritev posameznih analiz so prikazani na mikroskopskih posnetkih vlaken, površine papirja in odtisa, posnetkih spektrov FTIR in na slikah od 1 do 11.

KVALITATIVNA MIKROSKOPSKA ANALIZA VLAKEN

Na vzorcih odpadlih koščkov posameznih listov papirja smo izvedli mikroskopsko analizo karakterizacije celuloznih vlaken, in sicer s pregledom na optičnem mikroskopu.

Izvedli smo analizo s standardno metodo obarvanja in posnetke v polarizirani svetlobi, ki je v zadnjem desetletju zelo uporabna metoda za karakterizacijo materialov tudi v restavratorsko-konservatorski stroki.

Tehnika osvetljevanja v polarizirani svetlobi poleg značilnih lastnosti vlaken pokaže tudi poškodbe, ki so posledica razgradnje vlaken in dodatkov pri izdelavi in kasnejši uporabi.



Slika 1: Mikroskopski posnetek celuloznih vlaken na listu 42 (100-kratna povečava): a) obarvanje graf C, in b) polarizirana svetloba

Ostanki delcev papirja so poškodovani, zaradi oteženega razvlaknjenja plasti vlaken v papirju in nečistoč (razkrojni produkti dodatkov in prašnih delcev), ki so se vezali v dolgem obdobju na vlakna in na površino, smo jih težje pripravili za mikroskopski pregled.

Rezultati (slika 1) so pokazali, da so celulozna vlakna delno poškodovana, vendar ostaja dolžina vlaken še vedno precejšnja. Vidni so razgrajeni delci posameznih vlaken oziroma fibrilov.

Primerjalna analiza vrste vlaken je pokazala, da so papirji izdelani v pretežni meri iz celuloznih vlaken lanu in konoplje, ki v primerjavi z vlakni bombaža dosegajo večjo dolžino in kristalinos, kar vpliva na boljšo trajnost in obstojnost v daljšem časovnem obdobju - rezultati preiskave to tudi potrjujejo.

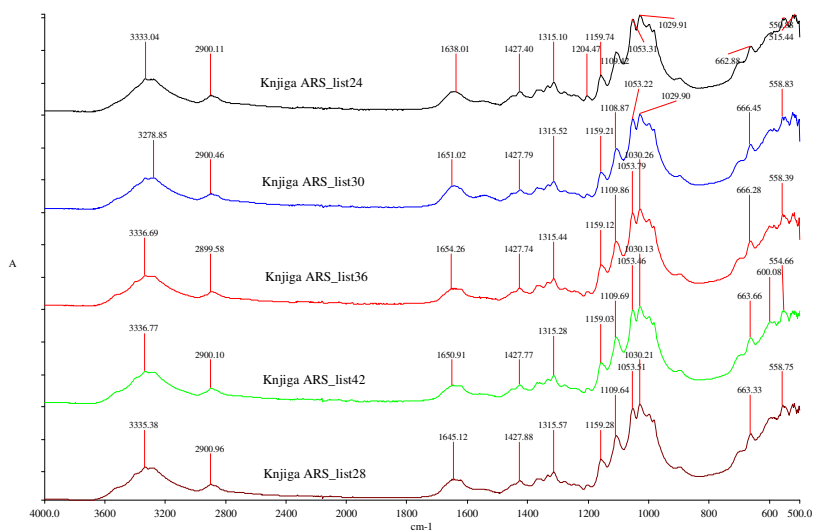
KEMIJSKE LASTNOSTI PAPIRJA

Rezultati kvalitativne karakterizacije prisotnosti lignina v papirju so pokazali, da noben od vzorcev ne vsebuje lignina. Na osnovi te ugotovitve lahko potrdimo, da so vsi papirji izdelani iz celuloznih vlaken, ki izhajajo iz enoletnih rastlin (lan, konoplja, bombaž).

Celulozna vlakna enoletnih rastlin in odpadnega tekstila so v obdobju od leta 1400 do 1800 predstavljala osnovno surovino za ročno izdelavo papirja.

Rezultati kvalitativne karakterizacije prisotnosti škroba v delcih papirja so pokazali, da papir vsebuje manjšo vsebnost škroba na površini papirja. Rezultati potrjujejo predhodno ugotovitev, da so papirji izdelani v postopku ročne izdelave papirja, delno posušeni in oplemeniteni s škrobno raztopino na površini.

Na petih listih papirja (list 24, 28, 30, 36 in 42) smo izvedli posnetke spektrov na spektroskopiji FTIR-ATR, primerjalno z referenčnimi vzorci polnil (kalcijev karbonat, kaolin) in dodatkov (škrob, želatina). Rezultati so prikazani na slikah 2 in 3.

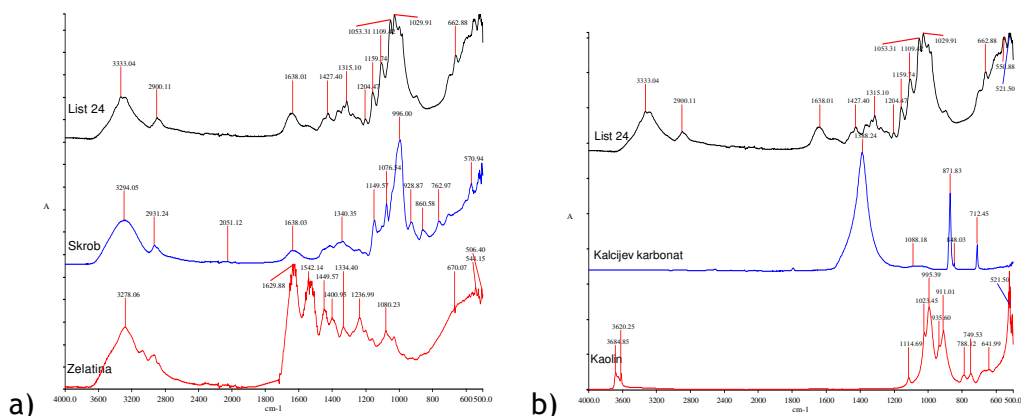


Slika 2: FTIR-ATR primerjalni spekter na posameznih listih papirja: list 24, 28, 30, 36 in 42

Rezultati posnetkov potrjujejo predhodne ugotovitve mikroskopske analize vlaken. Papirji so na zgornji strani površinsko oplemeniteni s škrobom. Vzorci papirja vsebujejo celulozna vlakna, pridobljena iz vlaken lanu, konoplje in bombaža. V papirjih nismo zasledili kaolina kot polnila.

V manjši meri lahko na površini papirja zasledimo prisotnost kalcijevega karbonata - verjetno je bil dodan sredstvu za površinsko oplemenitenje.

Kvalitativne analize prisotnosti želatine na površini papirja - želatina se je v zgodnjem obdobju ročne izdelave papirja (v letih od 1400 do 1800) uporabljala za površinsko oplemenitenje papirja - zaradi premajhne količine vzorca papirja nismo izvedli.



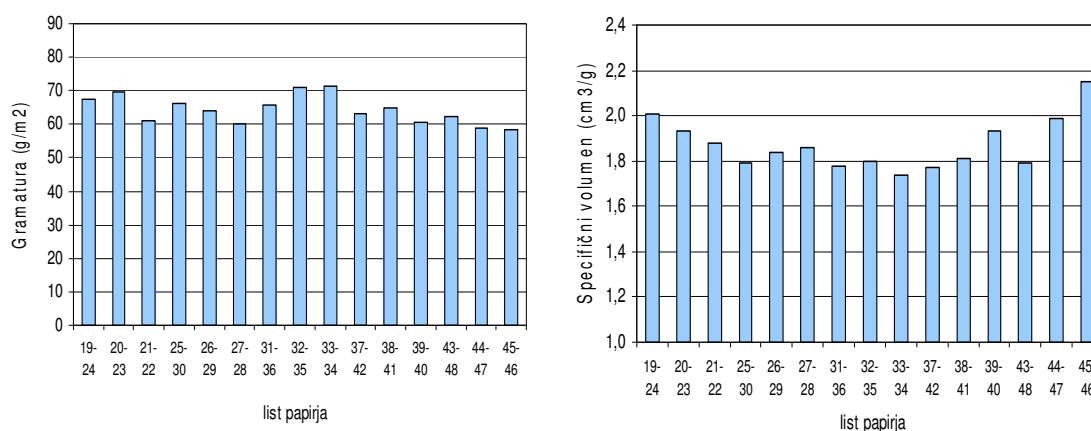
Slika 3: Primerjalni spekter FTIR-ATR za vzorec list 24: a) škrob in želatina, b) kalcijev karbonat in kaolin

pH površine papirja - pH vrednosti površine papirja so bile izmerjene z ravno ploščato elektrodo SEN TIX SUR in pH metrom INOLAB pH 720 v CKR Arhiva RS. Izmerjene vrednosti na posameznih listih so v slabo kislem področju med 5,6 do 6,2.

OSNOVNE STRUKTURNE LASTNOSTI PAPIRJA

Gramatura, debelina, specifični volumen, prepustnost zraka

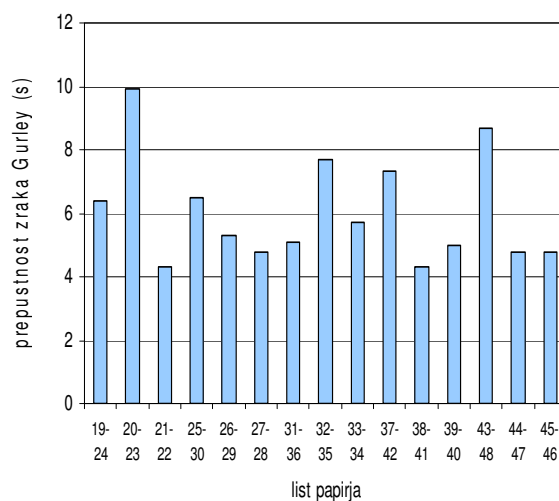
Strukturne lastnosti papirja so opredeljene z gramaturo, debelino in voluminoznostjo, ki jo določa specifični volumen, izražen v cm^3 na enoto mase 1 g in je izračunan iz meritev gramature in debeline. Dosežene vrednosti so prikazane na sliki 4.



Slika 4: Dosežene vrednosti za gramaturo in specifičen volumen dvojnega lista papirja

Dosežene vrednosti za gramaturo posameznega lista papirja (slika 1) se nahajajo v področju med 58 do 72 g/m^2 . Dosežene vrednosti so 20 do 30 g/m^2 nižje kot pri današnjih vrstah grafičnih papirjev za izdelavo knjige. Nihanje med vzorci je precejšnje, tudi do 15 g/m^2 , kar lahko pripišemo razlikam v postopku pri ročni izdelavi papirja. Dosežene vrednosti za debelino so v območju med 100 μm in 135 μm , pri čemer so opazne večje razlike med posameznimi listi papirja, kar potrjujejo tudi dosežene vrednosti za voluminoznost papirja (prikazano na sliki 4), ki se nahajajo v področju od 1,65 do 2,15 cm^3/g . Vsi listi papirja dosegajo vrednosti specifičnega volumna, s katerimi označujemo voluminozne vrste papirja, primerne za izdelavo knjige, v področju od 1,5 do 1,8 cm^3/g .

Prepustnost zraka po metodi Gurley je merilo za čas, ki je potreben za prehod 100 ml zraka skozi strukturo papirnega lista - višje ko so časovne vrednosti, bolj je struktura površine zaprta. Dosežene vrednosti, prikazane na sliki 5, kažejo, da vsi vzorci papirja dosegajo vrednosti od 5 do 10 sekund, kar pomeni, da je struktura in površina papirja propustna na zrak in precej dovzetna za učinkovanje zunanjih dejavnikov.



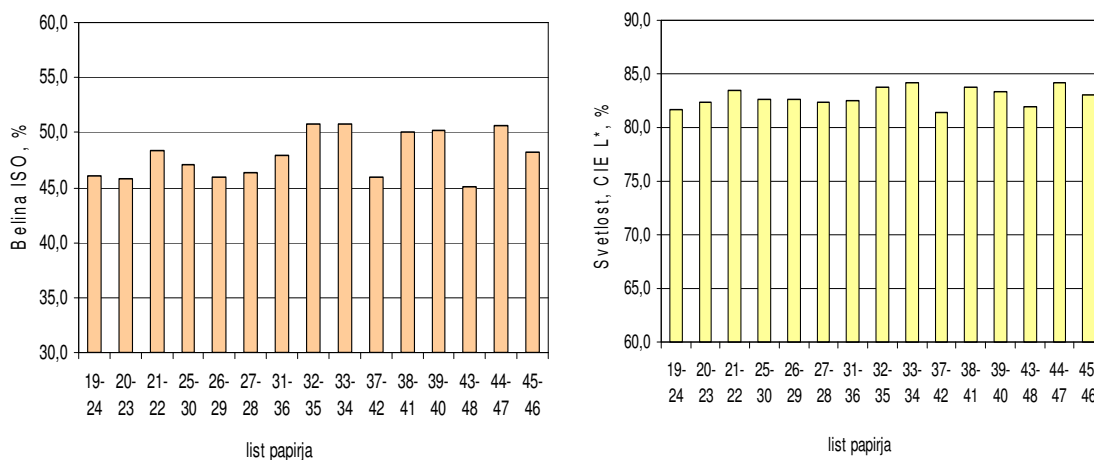
Slika 5: Dosežene vrednosti za prepustnost zraka v papirju (metoda Gurley)

OPTIČNE IN BARVNOMETRIČNE LASTNOSTI PAPIRJA

Belina in svetlost

Izmerili smo belino in barvnometrične lastnosti papirja na vseh izbranih listih, na spektrofotometru DataColor. Izbrani vzorci ne dosegajo vrednosti optičnih lastnosti današnjih vrst papirja, vrednosti beline so zaradi razgradnje vlaken in dodatkov precej nižje. Dosežene vrednosti so pri vseh listih papirja od 45 do 51 %. Primerjalno so najnižje vrednosti dosežene na listih 19-24, 26-28, 43-48, to je na papirjih, ki vsebujejo več vidnih madežev, kar kaže na pogostejšo uporabo, primerjalno glede na liste, ki so bolj ohranjeni.

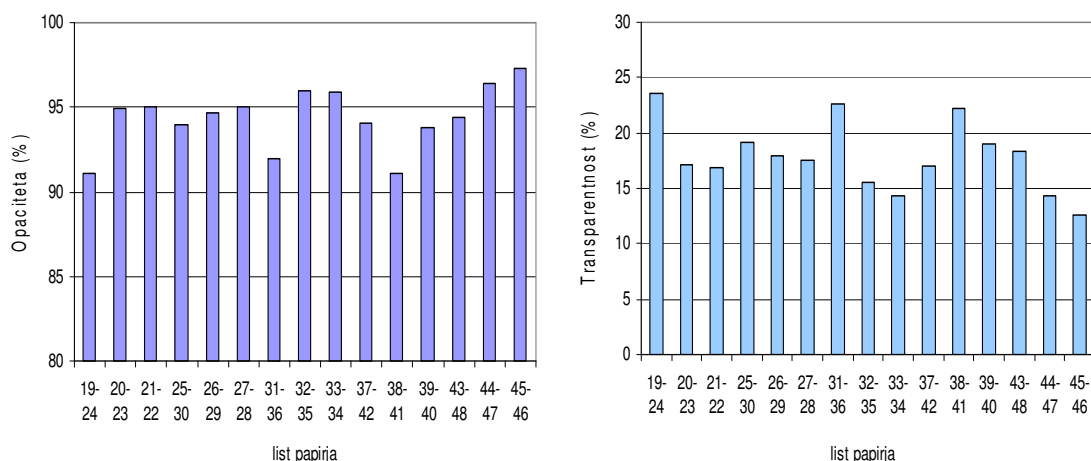
Dosežene vrednosti za svetlost (CIE L*) potrjujejo vrednosti za belino in rumenost. Svetlost se nahaja v področju od 82 % pri slabše ohranjenih papirjih do 84 % pri listih papirja boljše kakovosti.



Slika 6: Dosežene vrednosti za belino in CIE L* svetlost papirja

Opaciteta, transparentnost, sipanje in absorpcija svetlobe

Opaciteta je merilo neprosojnosti papirja, ki mora biti pri tiskanih izdelkih višja od 90 %. Višja opaciteta je posledica višjih vrednosti sipanja svetlobe, merjeno po metodi Kubelka-Munk, kar je ugodno za boljšo kakovost odtisa. Opaciteta je odvisna od surovinske sestave, predvsem od kakovosti uporabljenih vlaken v papirju. Rezultati meritev so prikazani na sliki 7.



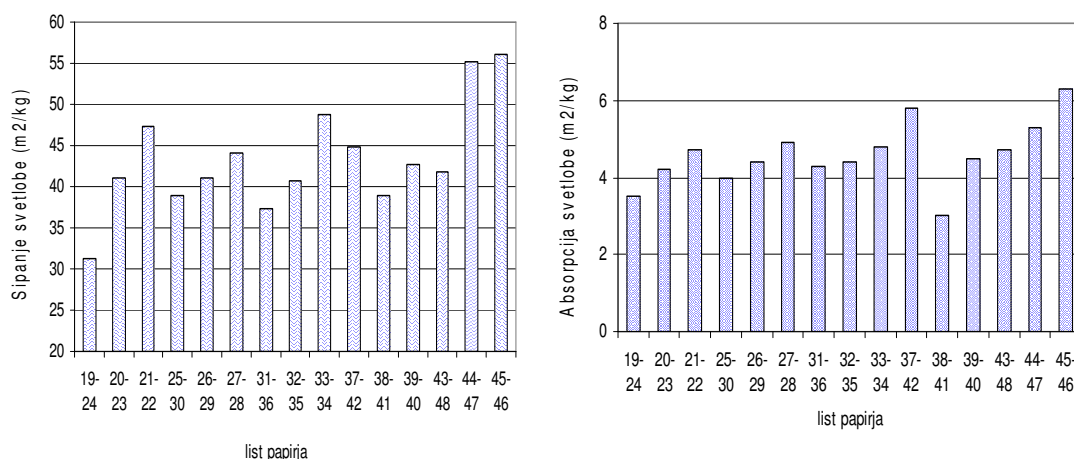
Slika 7: Dosežene vrednosti za opaciteto in transparentnost papirja

Dosežene vrednosti za opaciteto zelo nihajo, so v področju od 91 do 97 %, medtem ko so vrednosti za transparentno od 12 do 24 % - odvisne so od osnovne gramature, voluminoznosti in stopnje poškodovanosti posameznega lista papirja.

Dosežene vrednosti koeficienta sipanja svetlobe kažejo na velike razlike med listi papirja; papirji s slabšo opaciteto dosegajo nižje vrednosti sipanja svetlobe, kar vpliva na slabši izgled potiskanega papirja.

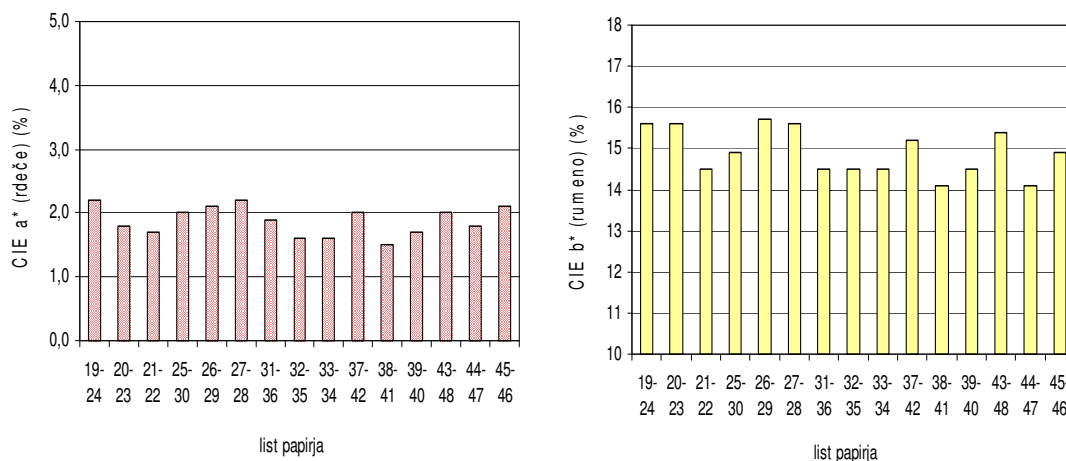
Dosežene vrednosti koeficienta sipanja svetlobe so od 30 do 55 m²/g - današnje vrste celuloznih vlaken dosegajo vrednosti od 50-60 m²/g. Listi papirja, ki dosegajo vrednosti nižje od 40 m²/g, kažejo na precejšnjo poškodovanost vlaken in papirja. Dosežene vrednosti koeficienta absorpcije svetlobe so pri vseh papirjih od 3 do 6 m²/g.

Med listi papirja ni tako velikih razlik kot pri vrednostih sipanja svetlobe. Meritve sipanja in absorpcije svetlobe v papirnem listu so se pokazale kot dobro merilo za vrednotenje stopnje poškodovanosti papirja.



Slika 8: Dosežene vrednosti za opaciteto papirja - vpliv sipanja in absorpcije svetlobe po metodi Kubelka-Munk

Izvedli smo vrednotenje *barvometričnih lastnosti*, ki se v današnjem obdobju pogosto uporabljajo za karakterizacijo izdelkov na papirju. Izmerili smo barvo na osnovi sistema CIE, v skladu s standardom ISO 13655 in ISO 12647-2. Rezultati meritev svetlosti in barvnih koordinat v ploščinskem sistemu prikazovanja barve so prikazani na slikah 6 in 9.



Slika 9: Dosežene vrednosti za barvometrične lastnosti papirja, CIE a*, rdeče in rumeno obarvanje

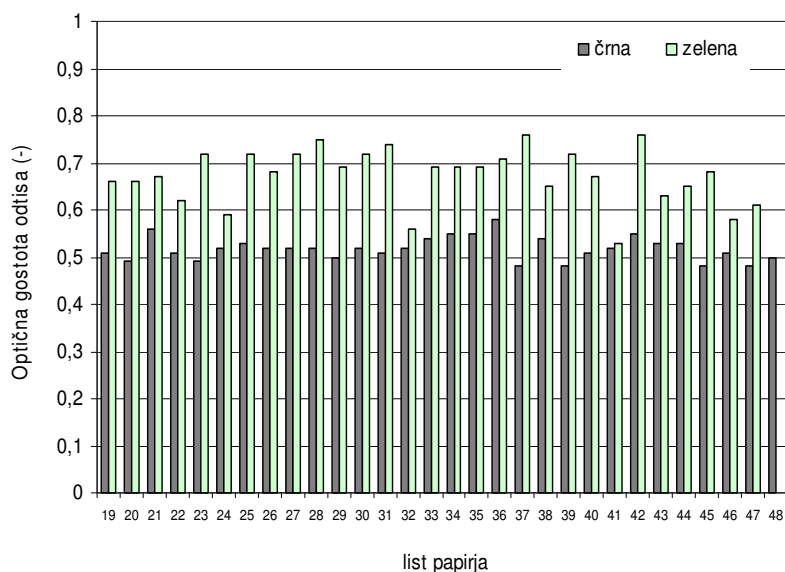
Pozitivne vrednosti na osi +a/-a kažejo zelo malo rdečkasto obarvano površino papirja - vrednosti so nizke, od 1 do 2, višje so na bolj poškodovanih listih. Dosežene vrednosti barve na osi +b/-b kažejo, da so listi papirja rumenkasto obarvani - dosežajo vrednosti od 14 do 16 - višje vrednosti so dosežene na bolj poškodovanih listih. Dobro kakovost papirja ocenjujemo, če vrednosti za rumenost ne presegajo od 10 do 15, najvišje so na papirjih, pri katerih je belina najnižja, ker so bili več v uporabi.

LASTNOSTI TISKA IN POSLIKAVE

Knjiga »Farmakopeja« je tiskana v črno-beli tehniki s poslikavami risb zeliščnih rastlin v zeleni, rumeni in rdeči barvi. Na osnovi vizualnega pregleda vzorčnih listov potiskanega in poslikanega papirja smo ugotovili, da so zapisi in risbe tiskani v črni barvi (prvotna tehnika visokega tiska - litografije), medtem ko je obarvanje na vseh slikah izvedeno ročno, za vsako risbo posebej.

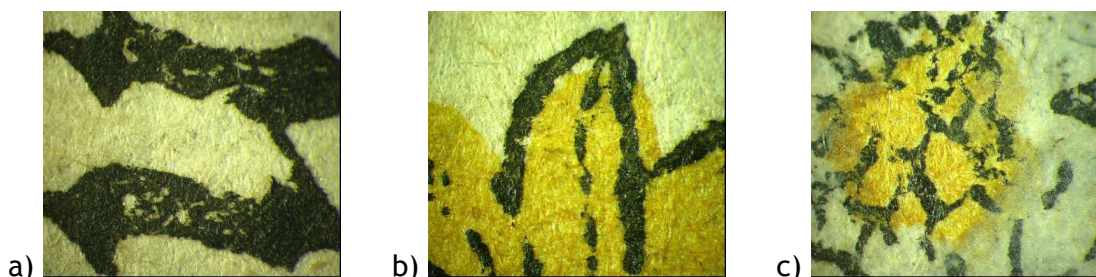
Na vseh potiskanih in poslikanih vzorčnih listih papirja v knjigi, z oznako od 1 do 48, smo izvedli meritve optične gostote tiska - črke m in K, srednje velikosti in poslikave v zelenem tonu barve, na spektrofotometru Machbet, RD 918. Rezultati povprečnih vrednosti meritev so prikazani na sliki 10. Zahteve za optično gostoto tiska D pri klasičnih tehnikah tiska so okrog 1. Dosežene vrednosti tiskanih črk v knjigi dosegajo vrednosti optične gostote le od 0,48 do 0,58, kar kaže, da kakovost tiskanih črk ni ustrezna. Nekoliko višje vrednosti optične gostote so dosežene na zelenih obarvanih površinah, in sicer od 0,60 do 0,80.

Rezultati kažejo, da je potrebno pri obnavljanju dragocenega tiskanega gradiva uporabljati konservatorsko-restavratorske postopke, s katerimi se ne bodo poslabšale grafične lastnosti tiskane knjige.



Slika 10: Dosežene vrednosti za optično gostoto tiska in poslikave

Mikroskopski posnetki površine papirja, tiskanih črk in poslikave so izvedeni pri merjenju z refleksijo svetlobe pri 30-kratni povečavi na optičnem mikroskopu (metoda ICP - stereo mikroskop Wild) in prikazani na sliki 11.



Slika 11: Mikroskopski posnetki tiska in poslikave (30-kratna povečava): list 19, list 36, list 41

Posnetki kažejo, da črna tiskarska barva ne prekriva v celoti površine papirja, zato so tudi dosežene vrednosti optične gostote črnih tiskanih črk precej slabše od zelenih, vendar med posameznimi listi ni večjih razlik. Tudi poslikave, izvedene z barvo, so podobne kakovosti.

3. ZAKLJUČEK

Na osnovi doseženih rezultatov kvalitativne analize vlakninske sestave in dodatkov, analize strukturnih lastnosti, optičnih in barvnometričnih lastnosti, kemijske analize s spektroskopijo FTIR in mikroskopskih posnetkov izbranih listov papirja iz originala tiskane in poslikane knjige lahko ugotovimo naslednje:

- Analiza standardnih in nekonvencionalnih tehnik mikroskopije in spektroskopije je potrdila razliko med izbranimi listi papirja iz knjige (slabše in boljše kakovosti).
- Vsi listi papirja so ročne izdelave, izdelani v pretežni meri iz celuloznih vlaken lanu in konoplje, delno iz bombaža. V primerjavi z vlakni bombaža dosegajo celulozna vlakna lanu večjo dolžino in kristalinos, kar vpliva na boljše trajnost in obstojnost v daljšem časovnem obdobju. To potrjuje tudi splošna ocena kakovosti tiskane knjige. Na površini papirja je prisotna manjša vsebnost škroba, ki je bila verjetno nanesena pri oplemenitju s škrobno raztopino, in sicer pred pričetkom postopka tiskanja in slikanja.
- Karakterizacija površine papirja s spektroskopijo FTIR je potrdila kvalitativno mikroskopsko analizo vlaken in površinsko oplemenitje s škrobno raztopino in dodatkom kalcijevega karbonata.
- Strukturne lastnosti papirja, ki so opredeljene z gramaturo, debelino in specifičnim volumnom, kažejo precejšnje, do 20-odstotne razlike med posameznimi listi, ki so predvsem posledica uporabe različnih vrst vlaken pri ročni izdelavi papirja. Kljub nizki gramaturi je voluminoznost zelo visoka, kar kaže, da posamezni list papirja sestoji iz številnih plasti kakovostnih vlaken, medvlakenska povezava v strukturi papirja pa je zelo dobra. Kljub precejšnji degradaciji vlaken in vsebnosti nečistoč, ki povezavo zmanjšujejo, so listi papirja dobro ohranjeni.

- Optične in barvnometrične lastnosti so primerne za karakterizacijo vizualnih sprememb lastnosti papirja pri razgradnji sestavin v papirju. Slabše ohranjeni listi papirja dosegajo nižje vrednosti za belino, svetlost, opaciteto in sipanje svetlobe, medtem ko so vrednosti za transparentnost in rumenost povišane.
- Uporaba mikroskopskih tehnik v presevani in odsevani svetlobi je primerna ter koristna pri opredelitvi celotne kakovosti papirnega lista glede na surovinsko sestavo in opredelitev razgradnih produktov v daljšem časovnem obdobju.

Primerjalna analiza posameznih listov papirja v knjigi »Farmakopeja« je pokazala, da med vzorci ni večjih razlik v surovinski sestavi, strukturnih lastnostih, optičnih in barvnometričnih lastnostih. Papirji so ročne izdelave, potiskani s podobno vrsto tiskarske črne barve in poslikani s podobnimi barvami v zelenem, rumenem in rdečem odtenku. Slabša kakovost je dosežena na posameznih listih, ki so bili primerjalno večkrat v uporabi. Za ohranjanje kakovosti papirja in celotne knjige smo predlagali zaščito s specialnimi vrstami papirja, kartona in lepenke, ki ustrezajo kakovosti za trajno in arhivsko gradivo, pri hranjenju v ustreznih enakomernih klimatskih pogojih.

4. LITERATURA

- Baker, M., Van den Reyden D., Ravenel, N. *FTIR Analysis of Coated Papers. The Book and Paper Group Annual 8 (1989).*
- Barrett, T. D. & Mosier C. *The role of gelatin in paper permanence. JAIC 1995, Volume 34, Number 3, Article 2, str. 173-186.*
- Barrett, T. D. *Early European papers/contemporary conservation papers. A report on research undertaken from fall 1984 through fall 1987. The paper conservator. Volume 13, 1989. Institute of Paper Conservation, 1989. ISSN 0309-4227.*
- Browning, B. L. *Analysis of Paper. Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1977.*
- Burgess, H. D. & Binnie N.E. *The development of a research approach to the scientific study of cellulosic and ligneous materials. JAIC 1990, Volume 29, Number 2, Article 3, str. 133-152.*
- Černič Letnar, M., Vodopivec J. *Influence of Paper Raw Materials and Technological Conditions of Paper Manufacture on Paper Ageing. Restaurator 18 (1997), str. 73-91.*
- Černič, M., Ivanuš, A., Demšar, A. *Karakterizacija lastnosti papirja : Arhiv Republike Slovenije "Farmakopeja 53/07": poročilo o rezultatih raziskave. Ljubljana: Inštitut za celulozo in papir, 2007, 22 str, A1-13, B1-10, C1-10 f.*
- Engeldrum, P. G. *A Theory of Image Quality: The Image Quality Circle. The Journal of Imaging Science and Technology, 5 (2004), str. 447-457.*
- Feller, R. L. *Aspects of chemical research in conservation: the deterioration process. JAIC 1994, Volume 33, Number 2, Article 2, str. 91-99.*
- <http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v08/bp08-01.html>, 22. 2. 2008.
- Jerele, I., Pevec, F., Vodopivec, J. *Flores in colores : barviti dokumenti kulturne dediščine 16. stoletja na Dolenjskem = colourful documents of 16th century culture in Lower Carniola: knjige iz Frančiškanskega samostana Novo mesto : znanstvena monografija. Ljubljana: Brat Frančišek, 2010, 141 str.*

- *Mc Crone, W.C. Polarized light microscopy in conservation: A personal perspective. JAIC 1994, Volume 33, Number 2, Article 3, str. 101-114.*
- *Stanley, T. Digital video microscopy: A practical visual analysis technique for the conservator. JAIC, Volume 39, Number 2, article 2.*
- *Vodopivec, J., Černič, M., Grkman, S., Avguštin Florjanovič, B. ARS: konserviranje in restavriranje Bockove Kreutterbuch. V: Jerele, I., Pevec, F., Vodopivec, J. Flores in colores : barviti dokumenti kulturne dediščine 16. stoletja na Dolenjskem = colourful documents of 16th century culture in Lower Carniola : knjige iz Frančiškanskega samostana Novo mesto : znanstvena monografija. Ljubljana: Brat Frančišek, 2010, str. 103-117.*

SUMMARY

PRINTED AND COLORED BOOK OF THE 16TH CENTURY - PROPERTIES OF PAPER AND PRINT

Also in the future, paper remains one of the most important carriers of written and printed cultural heritage. Preserving archives on paper depends on the quality of materials constituting paper and the record, on the technology of carrier and record production and on the manner of user and storage conditions of records.

Today we discover reasons of records degradation with naturalistic methods and develop methods for protection, conservation and restoration. For documents, which have archival value, we can use only those conservation and restoration methods, which are scientifically validated and tested in practice.

The task of the conservation profession is to choose a procedure which will improve the chemical and physical stability of the records and increase its permanence. The Franciscan monastery in Novo Mesto keeps a valuable book collection of prints from the 16th century. This includes a printed book with hand-painted illustration of herbalist Hieronymus Bock "Kreutterbuch" J. Rihel or so-called Pharmacopoeia which dates to the years of 1556-1572.

The purpose of this study was to define the properties of paper as the carrier of printed and painted paper. On the basis of standard and non-conventional methods of testing we have determined the chemical and physical properties of the structure, and optical and colorimetric properties of paper and prints, depending on the composition and surface treatment of paper and printing, to define procedures for conservation and restoration of books printed and painted as a valuable document, for storage for a longer period in the future.

Comparative analysis of the individual sheets of paper in the book "Pharmacopoeia" showed that among them there are no significant differences in the composition, structure, optical and colorimetric properties. Papers are handmade and printed with a similar type of printing color in black and painted with similar colors in green, yellow and red hue.

Application of microscopic techniques in transition and reflected light is appropriate and useful for defining the quality of a paper sheet according to the composition and identification of degradation products over time.

The deterioration of quality is achieved on the leaves, which have been used several times in comparison. In a review of the status and results of investigations the process of conservation and restoration of book blocks was carried out, which includes dry cleaning, hand lacerations, and restoration of missing parts and final book binding.

In order to maintain quality of the paper and the whole book, we proposed the protection with special kinds of paper to match the quality of permanent and archival materials kept in the appropriate uniform climatic conditions.