

MODIFICIRANA

METODA MIKRO-MAKROPOROZNOSTI

Mikro-makroporoznost skupaj s tiskarsko absorpcijo je ena bistvenih lastnosti papirja, ki vpliva na kakovost tiska. Pove, kako so mikro- in makropore razdeljene skozi vso strukturo debeline papirnega medija. Omenjena razdeljenost por je odvisna od vrste papirja in pogojuje tehniko tiska.



Dosedanje izkušnje so pokazale, da odčitane vrednosti refleksij pri konstantnih valovnih dolžinah (490 in 570 nm) ne veljajo za vse papirje enako, zato so lahko izračunane vrednosti napačne, če ob vrednotenju MC-odtisa ne izmerimo celotnega spektra (od 360 do 740 nm). Do največjih odstopanj pride predvsem pri premazanem papirju, ker ne moremo natančno določiti, pri katerih valovnih dolžinah vzorec papirja dosega refleksijski minimum in maksimum.

Na kakovost odtisa, potiskanega v ofsetni tehniki tiska, vpliva več različnih dejavnikov, vendar sta med njimi najpomembnejši absorpcija tiskarske barve in vlažilne raztopine ter soodvisna mikro-makroporoznost papirja. Ta učinkuje že med tiskom, še bolj pa po njem (stabilizacija tiskarske barve, sušenje odtisa in odmazovanje).

Pri izdelavi papirja določimo površinske lastnosti papirja z različnimi premazi in dodatki, kot so klejiva, smole, optična belila itn. Pri tem je pomembna tudi gladkost površine papirja, ki je pri nepremazanih

papirjih dosežena s satiniranjem (strojnim glajenjem), pri premazanih papirjih pa z dodatnim glajenjem na kalandrih.

Pomembna je tudi hidrofilnost (absorpcija vode) površine papirja, saj pride papir v ofsetnem tisku najprej v stik z vlažilno raztopino in šele nato s tiskarsko barvo. Pri štiribarvnem ofsetnem tisku je torej zelo pomembno, da papir sprejme vlažilno raztopino s tiskovne forme in se do naslednjega odtisa tiskarske barve čim hitreje posuši. Zato mora imeti določeno hidrofilnost, ki pa ne sme biti prevelika ali premajhna. Papir mora biti za klasični ofsetni tisk (vlažilna raztopina) polno klejen.

Za ofsetni tisk naj bi se vsaj 30 odstotkov tiskarske barve absorbiralo v strukturo papirja.

Intenzivnost barve je odvisna od odprtosti oz. zaprtosti površine papirja, kar najbolje vidimo s prečnim prereзом papirja. Strukturo pri tem sestavljajo mikro- in makropore. Zadnje so samo na

površini ali neposredno pod zaprto gladko površino, mikropore pa sestavljajo od 80 do 90 odstotkov preostale debeline papirja. V idealnih razmerah makro- in mikropore ločuje ravna in gladka meja. Če je deformirana, potem lahko pride do težav pri tisku, saj je neenakomeren (tiskovna neenakomernost – motling).

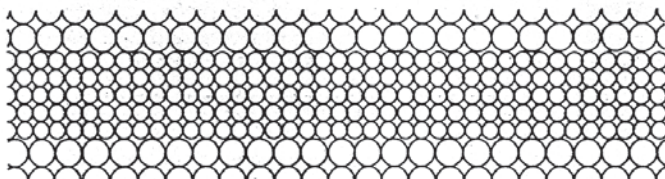
Pregled poroznosti glajenega papirja na podlagi prečnega prereza

Pri opazovanju prečnega prereza glajenega (satiniranega) naravnega in potiskanega papirja skozi mikroskop lahko ugotovimo, da presek papirja sestavljajo tri plasti:

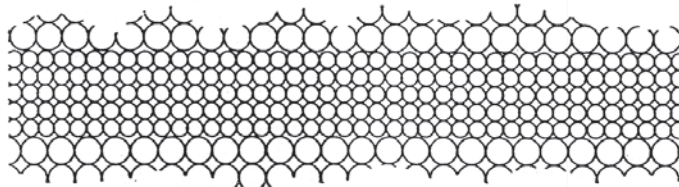
- zunanje pore
- notranje pore
- razdeljene zunanje pore

Plasti izkazujejo neenakomerno oblikovano razdelitev por med eno in drugo površino. Zunanje pore so v mikroobmočju večje v primerjavi z notranjimi porami. Tudi drugi testi potrjujejo, da so na

Slika 1: Gladka in ravna površina papirja z gladko mejo med zunanji in notranji porami.



Slika 2: Hrapava površina naravnega papirja z gladko mejo med zunanji in notranji porami.



površini zunanje pore večje kot v njihovi notranjosti ne le pri neglajenih papirjih, temveč tudi pri glajenih.

Zunanje, makropore (x) so torej samo na površini ali neposredno pod njo, notranje, mikropore (y) pa sestavljajo od 80 do 90 odstotkov debeline papirja. V slikah 1, 2 in 3 so grafično prikazane posamezne plasti por, in sicer večji krogi pomenijo zunanje pore, manjši pa notranje.

Tiskarska barva pronica skozi pore in večje ko so zunanje pore, bolj se bo tiskarska barva lahko navzela. Pri naravnem papirju ustrezajo zunanje pore po velikosti tiskovnim namenom, vendar je ustrezna namembnost dosežena z večjo hrapavostjo površine papirja, kot kaže slika 2.

Kot smo že omenili, le v idealnih razmerah zunanje in notranje pore ločuje ravna in gladka meja. Ravno površino najdemo po pravilu le v manj kot desetini debeline papirja in v manjšem območju velikih por, da se pri postopku tiskanja tiskarska barva lahko dobro navzame.

Notranje pore sprejemajo tekočo fazo tiskarske barve, torej veziva. Te pore lahko izboljšajo stabilizacijo tiskarske barve, zmanjšujejo njeno navzemanje in preprečujejo njeno prebijanje in filtracijo. Notranje pore zmanjšujejo tudi stisljivost papirja in tako vplivajo na enakomernost odtisa.

Velikost zunanjih por je 2 μm in več. Te sprejemajo trdno fazo v tiskarski barvi, torej barvne pigmente. Makropore pri tem opredeljujejo stisljivost papirja, ki je boljša, če je makropor več. Prav zato proizvodnja papirja teži k temu, da je na površini ali neposredno pod njo čim več makropor. Kljub temu pa jih ne sme biti preveč, ker lahko prihaja do filtracije pigmenta, slabe stabilizacije in prevelikega navzemanja in celo prebijanja tiskarske barve.

Tudi druge oblike in še posebno drugačne zgradbe mej med velikimi in malimi porami so lahko pri naravnih papirjih zanimive. Površina, kot je razvidna na sliki 2, izkazuje hrapavo površino z gladko mejo med porami. Pri visokem tisku se izkazuje zunanja površina hrapave plasti (plast velikih por) kot stisljiva. Zato in predvsem zaradi gladke notranje meje lahko pri ustrezni linijaturi rastra pričakujemo dobro kakovost odtisa.

Kot naslednji ekstremni primer razdelitve por kaže slika 3. Papir se izkazuje z gladko površino na zunanji strani, toda meja med velikimi in malimi porami je neenakomerna, kar je lahko vzrok za neenakomeren odtis.

Oblika por pri naravnem papirju ni krožna ali polkrožna. Pri papirju, ki vsebuje le dobro ohranjena vlakna, vemo, da prevladujejo z ekstremno podolgovatimi raznovrstnimi porami v obliki črke V in s spreminjajočimi prostimi prerezi, tako da se lahko razširijo ali pa hitro usmerijo k robu papirnega. Prav zato imajo ta vlakna nekaj prednosti, ker že ležijo v smeri teka vlaken. To pa omogoča večjo absorpcijo vpojne plasti, hkrati pa tudi večji dotok zraka. Pravokotno na normalno ravno površino lista je absorpcija za vodo, črnila, barve, pa seveda tudi za zrak v veliko primerih majhna. Na podlagi tega je razvidno, da v lesovinski osnovi naravnega papirja za tiskarske namene ni veliko finih snovi. Velike pore lahko sprejmejo pigmentne delce v tiskarski barvi, kot to pri naravnem papirju delajo zunanje pore. To pomeni, da jih lahko najdemo pri naravnem papirju, ki je izdelan brez napak, nadalje tudi pri mat premazanem papirju in npr. pri papirju s sorodnimi površinami. Velikost zunanjih por je 2 μm in več. Velike so kot majh-

ne papirne pore, ki niso nikoli zaprte, in se lahko pri dodatni površinski obdelavi zmanjšujejo. Majhne pore, ki po tisku kot premične komponente penetrirajo v tiskarsko barvo, tvorijo pri naravnem papirju večje delce, kot so papirni delci v papirju. Od tu naprej so torej notranje pore. Struktura papirja z majhnimi porami – predpostavimo, da je zgradba materiala enaka – izkazuje majhno stisljivost, skupaj z velikimi porami pa dobro potiskljivost.

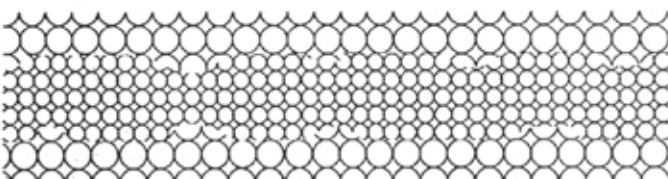
Microcontour (MC) – mikrokonturni test

Med aktivnostjo malih in velikih por obstaja razlika, na podlagi katere deluje MC-test. Francoska beseda contour pomeni obris (kontura). Za omenjeni test uporabljamo laboratorijsko testno barvo oznake Blau-violet Micro Contour test št. 3811, ki jo pustimo učinkovati na površini papirja dve minuti. V tem času testna barva prodira skozi fine pore, nato presežek barve odmažemo s pomočjo aparata GFL za odmazovanje in s tem je test končan. Če test izvajamo za tiskovni papir, vemo, da se testne površine lahko zelo različno obarvajo. V normalnem primeru, torej pri dobrem papirju, je površina enakomerno nanescena pa tudi enakomerno obarvana. Odtis merimo takoj po izdelavi, tako da je vrstni red merjenja enak vrstnemu redu izdelave.

Vrednotenje MC-odtisa na osnovi barvnih krivulj v diagramu

Pri navajanju merskih števil za velike in male pore moramo biti popolnoma prepričani, pri katerih valovnih dolžinah je barvni odtенок v maksimumu in minimumu

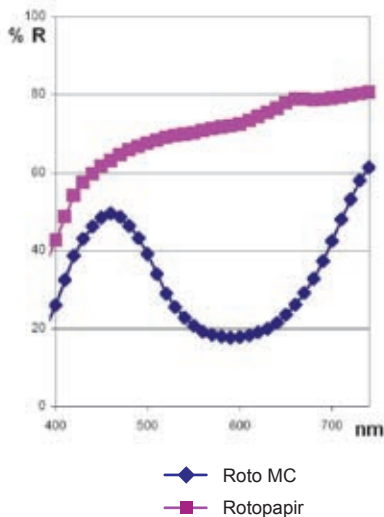
Slika 3: Gladka p. papirja z neenakomerno mejo med zunanjimi in notranjimi porami.



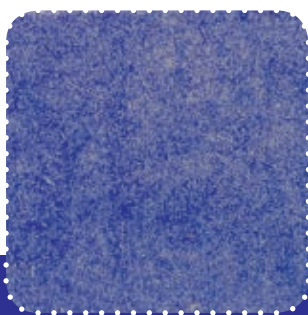
Slika 4: Aparat za odmazovanje odtisov GFL K&N tester, LetW Code 249.



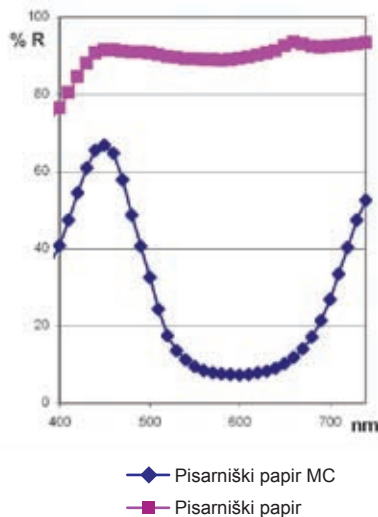
Vzorec: rotopapir



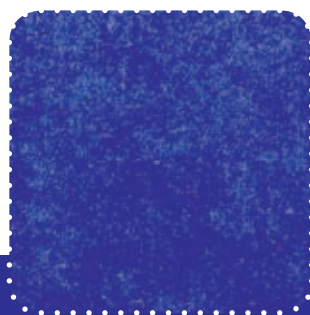
Slika 5: Barvne krivulje rotopapirja v MC-diagramu s pripadajočim odtisom.



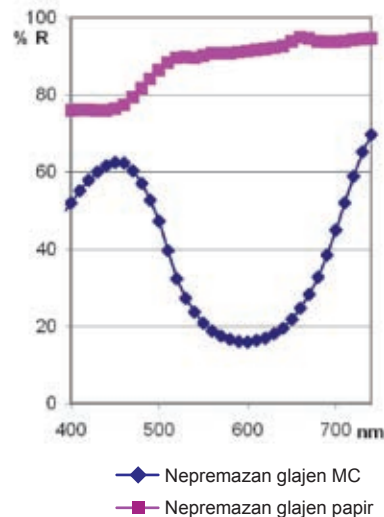
Vzorec: pisarniški papir



Slika 6: Barvne krivulje običajnega pisarniškega papirja v MC-diagramu s pripadajočim odtisom.



Vzorec: nepremazan glajen papir



Slika 7: Barvne krivulje nepremazanega glajenega papirja v MC-diagramu s pripadajočim odtisom.



mu. Če uporabljamo za merjenje spektrofotometer, ki ima vgrajene ustrezne filtre (filtre za nastavitve komplementarnih barv), potem merimo samo pri 490 nm za mikropore in 570 nm za makropore in pri tem uporabljamo komplementarni rumen filter (komplementarna vijoličasti je rumena barva).

Novorazvita metoda za vrednotenje mikro- in makroporoznosti papirja

Dosedanje izkušnje so pokazale, da so lahko izračunane vrednosti za mikro- in makropore pri različnih vrstah papirjev napačne, če ne izmerimo celotnega spektra pri barvnometričnem vrednotenju odtisa. Do največjih odstopanj pride predvsem pri premazanih papirjih, ker ne moremo natančno določiti, pri katerih valovnih dolžinah vzorec papirja dosega minimum in maksimum refleksije.

S premazom dosežemo zaprtost površine papirja, kar pomeni, da papir vsebuje manj makropor in veliko več mikropor. Zaradi tega pride bolj do izraza osnova

papirja, ki pri merjenju vpliva na premike maksimuma in minimuma valovnih dolžin reflektirane svetlobe MC-odtisa, to pa posledično na spremembo izračunanega razmerja mikro-makroporoznosti.

Izračun mikro-makroporoznosti za premazani papir (primer)

Iz diagramov 2, 3, 4 in 5 je razvidno, da se barvne krivulje papirjev kot MC-odtiso zelo spreminjajo glede na različno vrsto papirja in soodvisnosti njihove površinske obdelave. Prav tako se barvno spreminjajo pripadajoči MC-odtisi. Bolj ko je papir površinsko obdelan (glajen) in premazan, tem manjše so razlike med krivuljami (min. in maks.), pri tem pa MC-odtis postaja svetlejši.

Najprej moramo določiti valovno dolžino λ oziroma pri kateri dosega vzorec minimume in maksimume refleksije tako za papir kot odtis (Excel). Iz navedenega primera je razvidno, da glajen naravni papir dosega minimum pri 490 nm in maksimum pri 570 nm. Za izračun uporabimo naslednjo enačbo:

- ↗ $\Delta R_{570} - \Delta R_{490}$ kot mersko število za zunanje makropore (x) in
- ↗ ΔR_{490} kot mersko število za notranje mikropore (y)

Za druge vrste papirja moramo najprej izmeriti refleksijo (R) nepotiskanega papirja in nato še refleksijo MC-odtisa v barvnem spektru od 360 do 740 nm ter ga okarakterizirati z barvnima krivuljama v diagramu MC-testa. Za merjenje lahko uporabimo vsak spektrofotometer, ki omogoča merjenje refleksije (R) po navedenih valovnih dolžinah v koraku po 10 nm.

IZRAČUN (meritve iz tabele 1.)

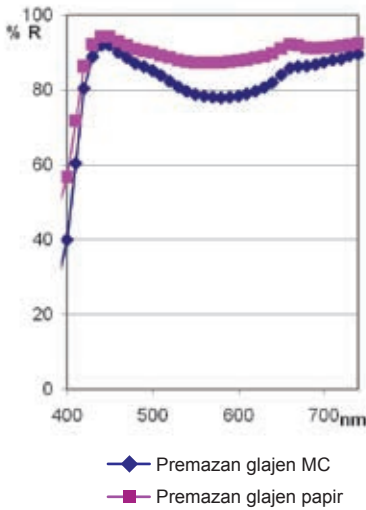
Odtis1 = 58.75
 Papir1 = 79.29
 Odtis2 = 13.58
 Papir2 = 74.01

Notranje mikropore y
 delta R1 450 = papir 1 - odtis 1
 20,54

delta R2 600
 delta R2 600 = papir 2 - odtis 2
 60,43

Zunanje makropore x
 delta R2 - delta R1(notranje pore y)
 39,89

Vzorec: premazan glajen papir



Slika 8: Barvne krivulje premazanega glajenega papirja s pripadajočim odtisom.



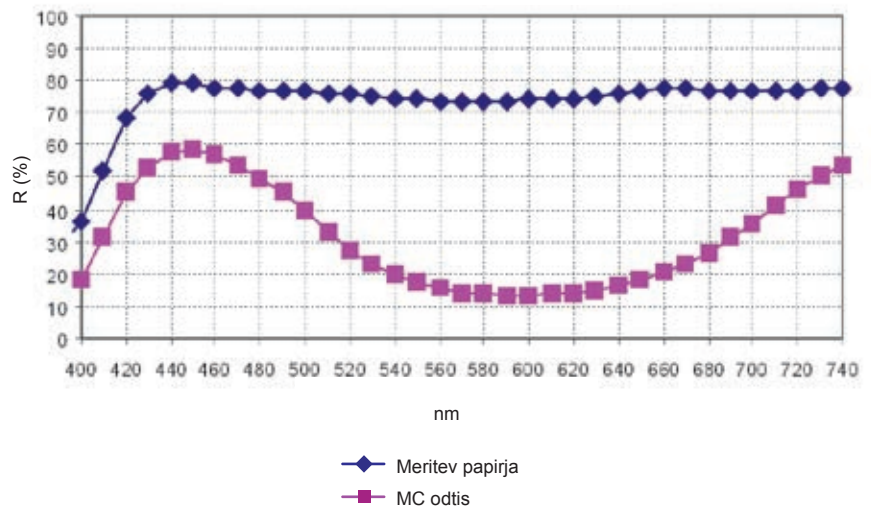
Sklep

Makropore so samo na površini ali neposredno pod zaprto gladko površino, pri čemer pa mikropore sestavljajo od 80 do 90 odstotkov preostale debeline papirja. V idealnih razmerah ločuje makro- in mikropore ravna in gladka meja. Če je ta deformirana, potem lahko pride do težav pri tisku, saj je neenakomeren (tiskarska neenakomernost – motling).

Velikost makropor (x) je 2 µm in več. Makropore sprejemajo trdno fazo v tiskarski barvi, torej barvne pigmente, opredeljujejo tudi stisljivost papirja, ki je boljša, če je makropor več. Glede na to želimo, da je na površini ali neposredno pod njo čim več makropor. Če jih je preveč, tudi ni dobro, ker prihaja do filtracije pigmenta, slabe stabilizacije in prevelikega navzemanja in celo prebijanja tiskarske barve.

Mikropore (y) sprejemajo tekočo fazo tiskarske barve, torej veziva. Mikropore lahko izboljšajo stabilizacijo tiskarske barve, zmanjšujejo njeno navzemanje in

Vzorec 1
Zgoraj (A)



Slika 9: Grafični prikaz meritev tabele 1.

preprečujejo njeno prebijanje in filtracijo. Mikropore zmanjšujejo stisljivost papirja in tako vplivajo na enakomernost odtisa.

Nova, modificirana metoda za določanje mikro- in makroporoznosti je zagotovo bolj natančna kot dosedanja, ko smo minimume in maksimume refleksij merili pri vsem papirju in istih valovnih dolžinah.

Mikro-makroporoznosti ne moremo izračunati pri vsem papirju enako. To velja še zlasti za premazane, glajene papirje, pri katerih je odstopanje največje. Za vsako vrsto papirja moramo najprej izmeriti barvno refleksijo (R) papirja in MC-odtisa, in sicer od 360 do 740 nm. Na podlagi tega določimo, pri kateri valovni dolžini vzorec papirja dosega svoj maksimum in minimum refleksije papirja in MC-odtisa. Dobljene številčne vrednosti vnesemo v enačbo in izračunamo mikro- (y) in makro- (x) poroznost.

Mikro-makroporoznost je torej razmerje med mikro- in makroporami v papirju, ki morajo biti v ustreznem ravnotežju glede na tehniko tiska. Kolikšno je to razmerje, pa je odvisno tudi od vrste papirja in tehnike tiska.

Literatura:

1. Marjeta Črnič, Leopold Scheicher: *Micro-macro porosity of printing paper - Mikro-makro poroznost papira za tisk*, Zbornik radova/9. mednarodno svetovanje tiskarstva, dizajna i grafičkih komunikacija, Blaž Baromić, Lovran, Hrvatska/Croatia, 15.-16. rujna 2005. - Zagreb: Grafički fakultet, Sveučilišta; Senj: Ogranak Matice

hrvatske; Ljubljana: Inštitut za celulozo in papir, 2005. - ISBN 953-96020-4-1., str. 285-288.

2. Dr. George Vamos*, Klara Helyes**, Dr. Hannah Mattyus***: *Investigations on the pore structure of coated papers, Conf. Coating for the 80S held 19-20, November 1980*
3. Dr. Erhard Liebert: *Bedruckbarkeits - Teste gestern, heute, morgen, Wochenblatt fuer Papierfabrikation 20-1976*

Val. dolžina	Meritev papirja	MC-odtis
360	33,54	17,02
370	29,11	13,84
380	25,96	11,50
390	28,59	12,83
400	36,23	18,22
410	52,46	31,37
420	68,70	45,22
430	76,00	53,12
440	79,10	57,62
450	79,29	58,75
460	78,01	57,36
470	77,28	54,02
480	76,67	49,52
490	76,53	45,06
500	76,49	39,96
510	76,30	33,32
520	75,97	26,98
530	75,32	22,86
540	74,63	19,82
550	74,12	17,28
560	73,74	15,44
570	73,50	14,44
580	73,45	13,94
590	73,68	13,62
600	74,01	13,58
610	74,23	13,84
620	74,53	14,40
630	75,03	15,24
640	75,75	16,51
650	77,02	18,36
660	78,01	20,72
670	77,66	23,48
680	77,01	26,85
690	76,85	31,13
700	76,84	35,90
710	76,86	41,00
720	77,00	45,96
730	77,41	50,57
740	77,79	53,92

Tabela 1: Meritve primera izračuna.