

MODIFIKACIJA INDUSTRIJSKEGA MEŠALNIKA PREMAZNIH MEŠANIC

MODIFICATION OF INDUSTRIAL MIXER FOR COLOUR COATINGS

▶ ▶ ▶ ▶ ▶ ▶ ▶ ▶ Maks PREGRAD¹, Igor PLAZL²

IZVLEČEK

V današnjem času nas vedno višje zahteve po večjem izkoristku proizvodnje, energije in časa, vedno višje kakovosti končnega produkta in neposredna konkurenca silijo v modernizacijo proizvodnih postopkov in postrojenj. Tudi v sodobni proizvodnji papirja se moramo prilagajati tem zahtevam. V raziskovalnem delu smo poskusili opredeliti smiselnost menjave tipa mešala v enem izmed dveh dispergatorjev premaznih mešanic in modernizacijo pogona mešala z namenom omogočiti doziranje suhega CMC, skrajšati čas mešanja posamezne šarže in zmanjšati porabo toplotne in električne energije v postopku priprave premazne mešanice. Z dosegom teh ciljev bi dobili možnost povečati produktivnost in kakovost papirja na samem papirnem stroju, predvsem pa na premaznem stroju. Za enakomerno kakovosten nanos premazne mešanice na osnovni papir po vsej širini in dolžini papirnega traku je zelo pomembna faza priprave premazne mešanice. Ker je premazna mešanica sestavljena iz večjega števila komponent, je najbolj pomembno, da vse komponente med seboj čim bolj idealno pomešamo v čim krajšem času, z najmanjšo porabo energije. Premazna mešanica, kot končni fazni produkt, mora biti čim bolj homogena. To dosežemo z izbiro primerne mešalnika (dispergatorja), tipa in pogona mešala. Staro, obrabljeno propellersko mešalo smo zamenjali s sodobnim vijačnim mešalom, posodobili smo regulacijo pogona mešala in namestili dodatne letve za preprečevanje nastanka lijaka. Z merjenjem rezultatov analiz pH, viskoznosti, vodne retencije in vsebnosti suhe snovi pred menjavo tipa mešala in po njej smo potrdili upravičenost investicije in smiselnost v posodobitev naslednjih faz proizvodnje.

Ključne besede: dispergator, mešalo, papir, premazna masa, premazni stroj.

ABSTRACT

Today increasing demands on better production, energy and time efficiency, higher quality of final product and direct competence in the market force the companies to constantly modernize their production processes. This is true also for the modern papermaking industry. In this research we investigated the viability of exchanging the stirrer in one of the two dispersing units for coating colours and modernisation of the stirrer drive in order to enable dosing of dry CMC, reduce the mixing time for individual batch and reduce the steam and electricity consumption during the preparation of coating colours. By achieving these goals we would also increase the productivity on paper and coating machine while also the paper quality produced on the coating machine would improve. The preparation of coating colour has an important influence in order to achieve an even coating layer of homogeneous quality across the whole paper width. Because the coating colour consists of several components it is very important that these components are being almost ideally mixed in shortest time possible and with least energy used. The final product, coating colour has to be as homogeneous as possible. This can be achieved by choosing the appropriate mixing machine (disperser), stirrer type and stirrers drive. The old propeller type stirrer was exchanged by a modern turbine type stirrer, the stirrer drive control was modernised and additional disturbing bars were mounted in order to prevent vortex formation. By measuring pH, viscosity, water retention and dry content before and after exchange of stirrer we established the justification of the investment and of further modernisation in the production process.

Keywords: disperser, mixer, paper, coating colour, coating machine.

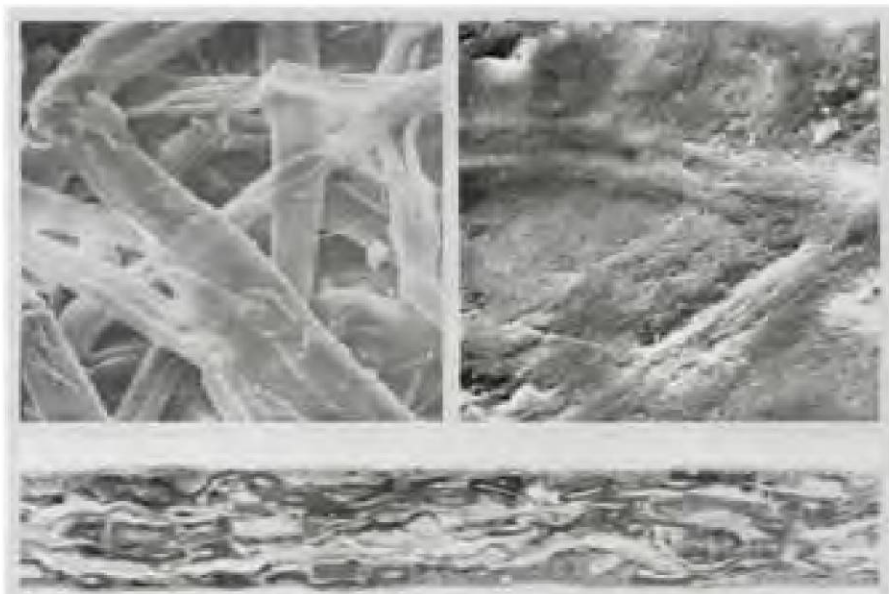
1 UVOD

V današnjem svetu si praktično ne moremo predstavljati stvari, ki je ne bi zapisali na list papirja oziroma je z njega prebrali. Postopki, načini in stroji za izdelavo papirja so se s časom postopoma razvijali od najbolj preprostih ročnih do današnjih visokotehnološko razvitih izdelav. Namen raziskovalnega dela, ki smo ga izvedli v Papirnici Vevče, d. o. o., je slediti spremembam in ugotavljanju razlik v sedmih najpogostejše uporabljenih premaznih mešanicah z laboratorijskimi analizami pH, vsebnosti

suhe snovi, viskoznosti in vodne retencije pred menjavo vrste mešala in po njej v dispergatorju premaznih mešanic. Prav tako smo sledili, kako menjava mešala vpliva na reološke lastnosti premazne mešanice na premaznem stroju. Z menjavo smo pričakovali bolj kakovostno pomešanje (dispergiranje) posameznih komponent, prihranek pri energiji zaradi krajšega časa mešanja in možnost uporabe suhega CMC, kar nam omogoča tako višjo teoretično koncentracijo premazne mešanice kot tudi prihranek pri sušenju premazanega papirja.

Premazovanje papirja

Premazovanje papirja je postopek nanašanja premazne mešanice, sestavljene iz pigmentov, veziv, pomožnih sredstev in drugih dodatkov na površino papirja. S tem naredimo površino papirja bolj gladko in enakomerno zaprto (slika 1). Prednost premazanega papirja je enakomernije navzemanje tiskarske barve. Količina nanosa je odvisna od zelene vrste papirja, zelene učinka in vrste oziroma tipa nanašanja premazne mešanice na papir. Kakovost



Slika 1: SEM posnetek nepremazanega in premazanega papirja ter prerez premazanega lista papirja [2]
 Figure 1: SEM micrograph of uncoated and coated paper and cross-section of coated paper [2]

premazanega papirja je odvisna od treh dejavnikov: kakovosti osnovnega papirja, sestave premazne mešanice in sistema premazovanja [1].

Premazovanje vpliva na lastnosti papirja, kot so (i) absorpcija tiskarske barve, (ii) sijaj, (iii) opaciteta in (iv) čvrstost površine, ki zmanjša prašenje [2].

Proces za pripravo premazne mešanice (premazna kuhinja) sestavljajo naprava za dispergiranje pigmentov, naprava za pripravo vodotopnih veziv, mešalniki za mešanje posameznih komponent, črpalke, merilne, tehtalne in dozirne naprave, sejalniki in filtri, zbiralni mešalniki za premazne mešanice in sistem za vodenje procesa. Pri dispergiranju premaznih mešanic ločimo tri faze: (i) prehod praškastih ali pastoznih pigmentov v tekočo, za prečrpavanje sposobno vodno suspenzijo, (ii) dodatek veziv v pigmentno disperzijo in homogeno vmešavanje posameznih komponent in (iii) nastavitvev pH-vrednosti in viskoznosti, uravnavanje gostote in sejanje premazne mešanice.

Pri pripravi premaznih mešanic moramo upoštevati predvsem dve pomembni zahtevi: (i) kakovost produkta oziroma želene lastnosti končnega izdelka in (ii) zmožnost uporabljene opreme.

Dispergator in mešalnik

Za pripravo premaznih mešanic poznamo dva tipa dispergatorjev: (i) gnetilniki in (ii) dispergatorji z visokim številom vrtljajev. Gnetilniki se uporabljajo predvsem za dispergiranje pigmentov pri visokih gostotah, medtem ko se drugi v praksi pogosteje uporabljajo. Dispergatorji z visokim številom vrtljajev imajo posebno oblikovane rotorje, kar povzroča zelo velike strižne sile. Bistvena je tudi oblika posode, ki tudi pri nizkih vrtljajih

mešala preprečuje usedanje pigmentov.

Mešanje je ena važnejših industrijskih operacij. Z mešanjem dosežemo enotno sestavo, temperaturo, suspendiranje trdnih delcev in dispergiranje tekočine v tekočini oziroma, če želimo pospešiti snovni ali toplotni prenos. Glede na agregatno stanje snovi, ki jih lahko mešamo med seboj, poznamo več sistemov [3]. V tem raziskovalnem delu bomo obravnavali mešanje premazne mešanice v posodi z mešalom.

Staro mešalo vs novo mešalo

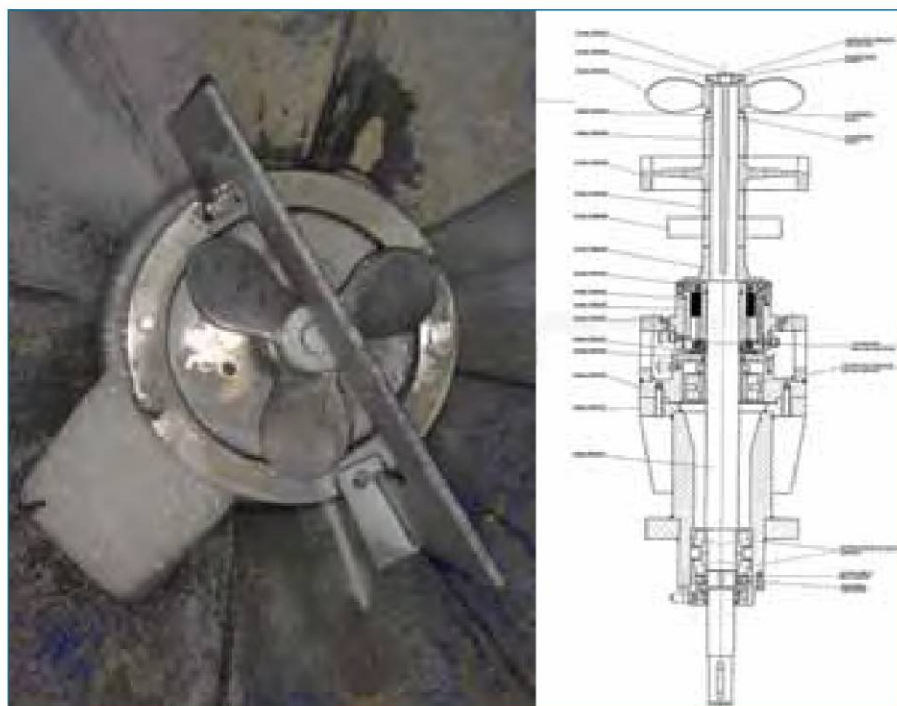
Staro mešalo ima značilno obliko propellerskih mešal (slika 2). Propeler potiska suspenzijo v tri smeri: (i) navpično na nazobčano ploščo pod mešalom, (ii) vodoravno proti steni

dispergatorja in (iii) poševno proti vrhu dispergatorja. Intenzivnost mešanja se tako porazdeli in pada tako z višanjem nivoja v dispergatorju kot tudi z višanjem koncentracije suspenzije. Največji problem predstavlja pomešanje na vrhu dispergatorja v času dodajanja pomožnih sredstev, saj je prihajalo do kopičenja pomožnih sredstev v visokih koncentracijah, ki pa niso sprejemljive. Potrebna je bila celostna posodobitev.

Novo mešalo ima obliko ladijskega vijaka (slika 3). Med vrtenjem vleče suspenzijo navpično prek mešala na rebrast disk pod mešalom. Suspenzijo zaradi potiska mešala in centrifugalne sile potisne ob steni dispergatorja navzgor. Na stožčastem delu stene dispergatorja so dodane navpične letve, ki preprečujejo nastanek lijaka in s tem povečujejo turbulenco suspenzije. Pomešanje komponent premazne mešanice je intenzivnejše. Bistvene izboljšave so bile narejene tudi na elektromotorju, predvsem z vgradnjo frekvenčnega pretvornika. Prav tako se lahko spreminja frekvenca. Vse te posodobitve pa omogočajo, da se za vsako premazno mešanico nastavi idealen režim mešanja.

2 EKSPERIMENTALNI DEL

Priprava analiznega vzorca je potekala v več korakih. Pomembno je namreč, da je odvzeti vzorec čim bolj homogen oziroma reprezentativen. Vzorec smo odvzeli na dveh mestih, in sicer v dispergatorju v premazni kuhinji in v premaznem stroju (pri iztoku iz korita). Le-te smo zadržali v dispergatorju. S primerno čisto in suho posodo smo nato odvzeli iz dispergatorja približno en liter premazne mešanice in jo odlili v 250-ml čisto in suho plastenko.

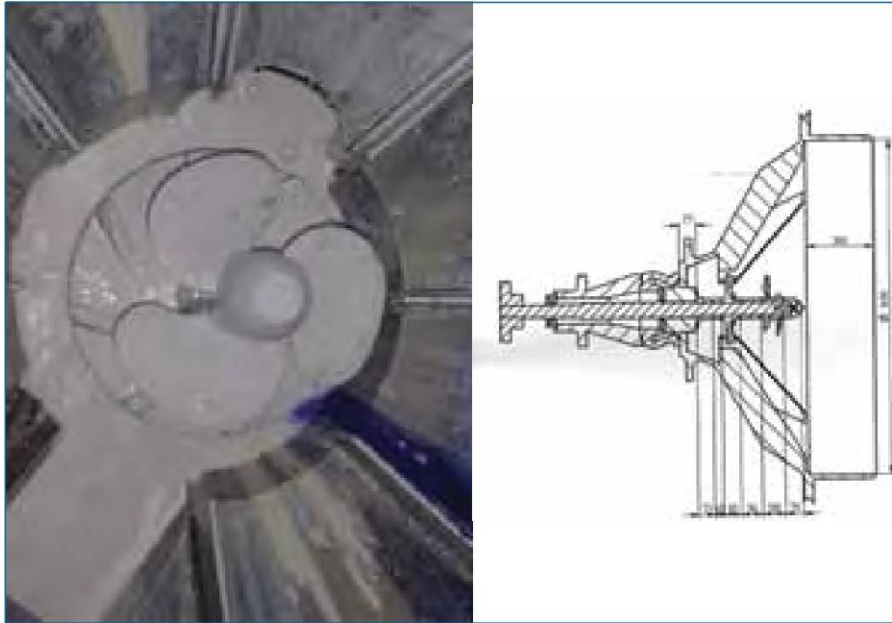


Slika 2: Staro mešalo [4]
 Figure 2: Old mixer [4]

Meritve pH smo izvajali na aparaturi proizvajalca Mettler Toledo, tip MP 220. Meritev vsebnosti suhe snovi v premazni mešanici smo izvajali na aparaturi proizvajalca Mettler Toledo, tip HR-83 Halogen. Viskoznost pigmentnih

suspenzij po Brookfieldu smo izmerili z viskozimetrom proizvajalca Anton Paar, tip DV-2P, vodno retencijo pa smo določili na aparaturi znamke Gistele Oy, tip GXX Abo Akademi Gravimetric Water Retention Meter.

Testirali smo enostransko premazan papir »sijajni etiketni papir«, ki ga proizvaja Papirnica Vevče. Sestava premazne mešanice je podana v tabeli 1. Nekaj osnovnih lastnosti: gramatura 80 g/m², debelina 65 µm, belina 93 %, opaciteta 88 %, gladkost po Bekku 1200 s. Papir ima dobro zaprto površino in visoko trdnost, uporablja pa se za etikete [4].

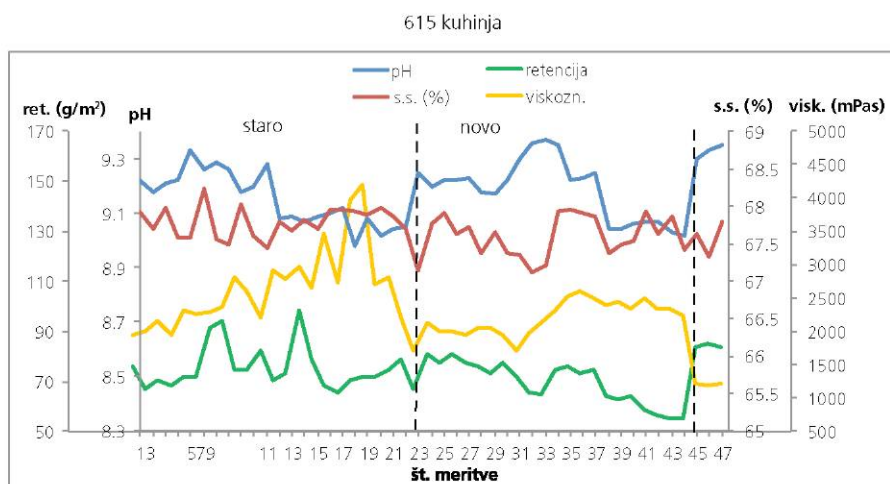


Slika 3: Novo mešalo [4]
Figure 3: New mixer [4]

Tabela 1: Sestava premazne mešanice
Table 1: Composition of coating mixture

Vrsta papirja →	Etiketni papir	
	Tiskovna stran (TS)	Hrbtna stran (HS)
Vrsta komponente ↓		
Karbonati*	35–80	60–100
Kaolini*	20–65	10–40
CMC*	0–0,4	0,7–0,8
Veziva*	10–15	13–18
Optično belilo*	0,08–0,6	0
Dispergirno sredstvo*	0,1–0,8	0,07–0,25
Suha snov [%]	67–69	52–58
pH	9–9,2	9–9,2
Viskoznost [mPas]	1200–1800	200–550

*Delov na 100 delov pigmenta



Slika 4: Prikaz vrednosti vodne retencije, pH, vsebnosti suhe snovi in viskoznosti za posamezne meritve. Odjemno mesto: premazna kuhinja.

Figure 4: Values for water retention, pH, dry content and viscosity for the individual measurements. Sampling spot: coating kitchen.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Sijajni etiketni papir (SEP) – tiskovna stran (TS)

Vrsta papirja s premazno mešanico SEP-TS na sliki 4 se v Papirnici Vevče največ proizvaja, zato imamo tudi največ meritev. Glede na to, da pred menjavo mešala ni bilo sprememb v recepturi premazne mešanice, opazimo kar precejšnja nihanja v rezultatih meritev. Na prvi pogled so nihanja na sliki 4 tudi po menjavi mešala, vendar moramo upoštevati, da so tu že korekcije recepture za optimizacijo pogojev mešanja z novim mešalom. Rezultate moramo gledati po sklopih oziroma datumih odvzema vzorcev. Tako vidimo, da so se nihanja zmanjšala. Relativna odstopanja od predpisanih vrednosti pri starem mešalu so bila: vsebnost suhe snovi ± 1 %, viskoznost do ± 25 %, pH 1,5 % in retencija 18 %. Pri novem mešalu je nihanja številčno težje opredeliti zaradi korekcij recepture, je pa iz grafa razvidno, da so bistveno manjša. Glavni namen menjave mešala je bila možnost vmešavanja suhega CMC (granulata). Čeprav imamo malo meritev, takoj opazimo bistvene spremembe v rezultatih meritev. Najbolj opazna sta padec viskoznosti in porast vodne retencije. Nekoliko se poveča tudi vsebnost suhe snovi, kar je bil tudi namen. Pri premaznih mešaninah za tiskovno stran se je delež CMC pri suhem doziranju zmanjšal za 40 do 50 % za doseganje enakih rezultatov, medtem ko je pri premaznih mešaninah za hrbtno stran delež CMC ostal enak.

Sijajni etiketni papir (SEP) – hrbtna stran (HS)

Na sliki 5 vidimo, da so pri premaznih mešaninah SEP/HS nihanja meritev manjša že pri starem mešalu. To je posledica tega, da ima premazna mešanica precej nižjo vsebnost suhe snovi in s tem tudi precej nižjo viskoznost. Zaradi tega se mešanica v dispergatorju vseeno boljše pomeša. Relativna odstopanja od predpisane vrednosti so bila največja pri viskoznosti do 20 % in retenciji do 6,5 %. Spremembe pri meritvah od 35 do 38 so posledica korekcije recepture premazne mešanice.

Sijajni etiketni papir (SEP) – tiskovna stran (TS) – hrbtna stran (HS)

Primerjava reoloških lastnosti premazne mešanice med premazno kuhinjo in premaznim strojem pokaže nekaj zanimivih ugotovitev (sliki 6 in 7). Zaradi dodatnega pomešanja premazne mešanice od dispergatorja prek sistema cevovodov,

črpalk, shranjevalnih in delovnih posod do premaznega stroja se nihanja v meritvah nekoliko zmanjšajo. Kljub temu je opazno znatno izboljšanje v ponovljivosti rezultatov meritev po menjavi mešala. Glede na premazno kuhinjo zaznamo spremembe v rezultatih meritev pri starem in novem

mešalu, ki so posledica redčenja premazne mešanice s tesnilno vodo črpalk in robnih šob na premaznem stroju. Največja razlika nastane pri vsebnosti suhe snovi, ki se zniža za približno 2 % absolutne vrednosti, in pri viskoznosti, ki pade celo pod predpisano vrednost. Večja nihanja so vidna pri

premaznih mešanicah za tiskovno stran, kar je pričakovano glede na višjo vsebnost suhe snovi. Premazne mešanice z nižjo vsebnostjo suhe snovi so že bolj pomešane tudi pri starem mešalu. Kljub temu vidimo, da se ponovljivost rezultatov meritev izboljša pri obeh vrstah premaznih mešanic tudi na premaznem stroju.

4 ZAKLJUČKI

S posodobitvijo mešala smo dosegli kar nekaj izboljšav: (i) možnost doziranja suhega CMC, (ii) zmanjšanje porabe električne in toplotne energije ter (iii) homogenost premazne mešanice. CMC mora imeti za suho doziranje zelo fino granulacijo, saj se pri bolj grobi granulaciji čas vmešanja bistveno poveča. Za doseganje enakih lastnosti premazne mešanice lahko doziram manjšo količino CMC, posledično manj Sterocola, kar pomeni dodatne prihranke. Postopoma se bo zamenjalo doziranje CMC v tekočem stanju s suhim CMC tudi pri vseh drugih vrstah papirjev. Z menjavo mešala se je izboljšala homogenost premazne mešanice. Rezultati so bistveno bolj ponovljivi, nihanja pa niso več tako izrazita. Doprinos k manjši porabi energije zaradi menjave mešala je še v teku.

Manjši efekt od pričakovanega je časovna priprava šarže, vendar je tukaj še veliko možnosti izboljšav z optimizacijo same recepture.

Edina negativna posledica menjave mešala je tvorba koagulantov premazne mešanice pri doziranju NaOH. Tvorba koagulantov je bila prisotna že pri starem mešalu, vendar v bistveno manjšem obsegu, ki ni povzročal težav v nadaljnjem procesu premazovanja. Tukaj pa je prihajalo do mašenja filtrov in povečevanja časa mešanja. Raztopino NaOH smo morali razredčiti, kar pa nam je povzročilo dodatno delo in dodatno količino vode v premazno mešanico.

Kljub temu pa celotno oceno menjave mešala lahko opišemo kot pozitivno, saj so se že sedaj pokazale določene pozitivne lastnosti. Z dodatno optimizacijo in razvojem celotnega postopka priprave premazne mešanice pa se prej omenjeni nevšečnosti lahko izognemo.

5 LITERATURA

- [1] BONAČ, S., Tehnologija papirja, Ljubljana, 1985, založba PSI tiska in papirja.
- [2] IGLIČ, B., Oplemenitenje papirja, Ljubljana, 1988, založba PSI tiska in papirja.
- [3] Interno gradivo Papirnice Vevče.
- [4] PALTAKARI, J., Pigment Coating and Surface Sizing of Paper, Department of Forest Products Technology, Helsinki University of Technology, Paperi ja Puu Oy, Helsinki, 2009.

¹Papirnica Vevče, d. o. o. Papirniška pot 25, SI-1261 Ljubljana-Dobrunje
²prof. dr., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Aškerčeva cesta 5, SI-1000 Ljubljana

608 kuhinja

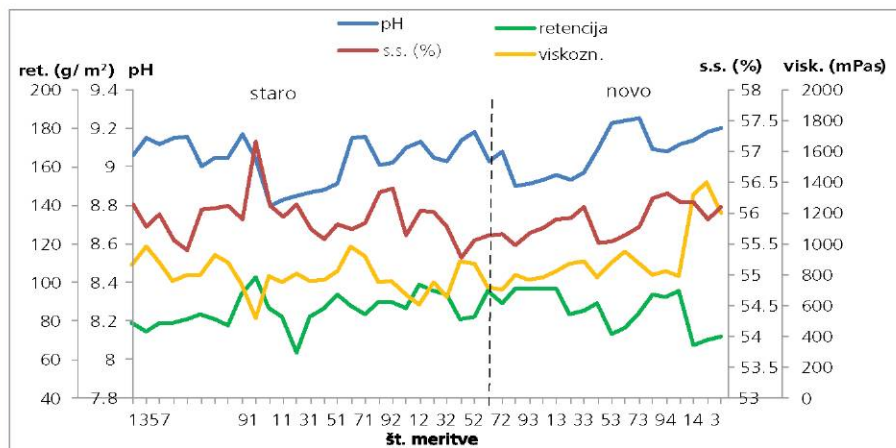
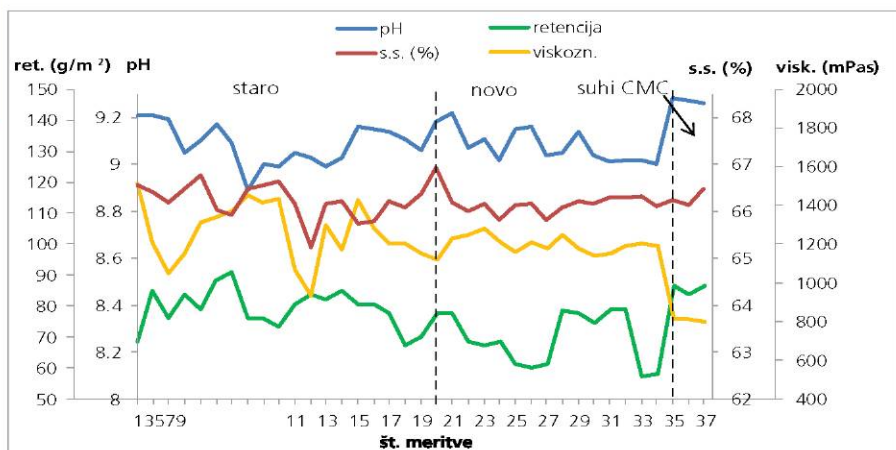


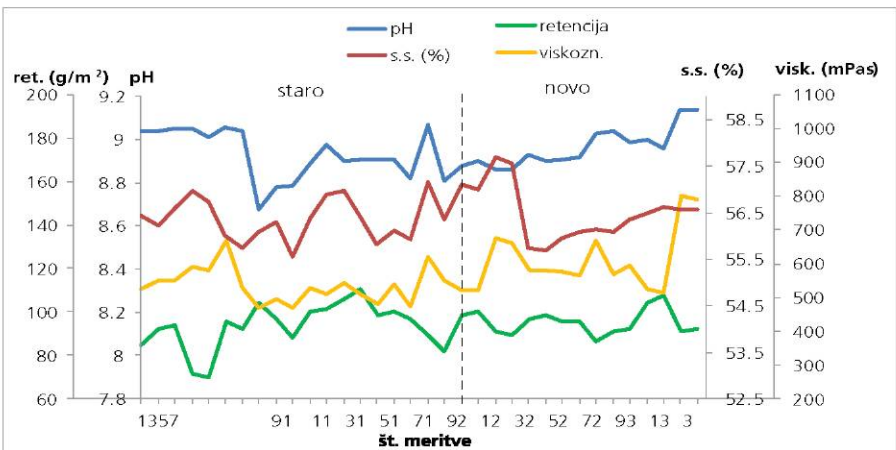
Figure 5: Prikaz vrednosti vodne retencije, pH, vsebnosti suhe snovi in viskoznosti za posamezne meritve. Odvzemno mesto: premazna kuhinja.
 Figure 5: Values for water retention, pH, dry content and viscosity for the individual measurements. Sampling spot: coating kitchen.

615 PRS



Slika 6: Prikaz vrednosti vodne retencije, pH, vsebnosti suhe snovi in viskoznosti za posamezne meritve. Odvzemno mesto: premazni stroj.
 Figure 6: Values for water retention, pH, dry content and viscosity for the individual measurements. Sampling spot: coating machine.

608 prs



Slika 7: Prikaz vrednosti vodne retencije, pH, vsebnosti suhe snovi in viskoznosti za posamezne meritve. Odvzemno mesto: premazni stroj.
 Figure 7: Values for water retention, pH, dry content and viscosity for the individual measurements. Sampling spot: coating machine.