

# Kvaliteta upotrebljivosti ambalaže od recikliranih papira

---

Cikoš, Lana

Master's thesis / Diplomski rad

2011

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:988953>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-10**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

**LANA CIKOŠ**

**KVALITETA UPOTREBLJIVOSTI  
AMBALAŽE OD RECIKLIRANIH PAPIRA**

**DIPLOMSKI RAD**

ZAGREB, 2011.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI SMJER  
MODUL: AMBALAŽA

**KVALITETA UPOTREBLJIVOSTI  
AMBALAŽE OD RECIKLIRANIH PAPIRA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof.dr.sc. DARKO BABIĆ

Student:

LANA CIKOŠ

ZAGREB, 2011.

**rješenje**

## SAŽETAK

Cilj diplomskog rada je ispitati kako se provodi kontrola kvalitete u hrvatskom poduzeću za proizvodnju ambalaže od oblikovane pulpe – Hartmann.

Teorijskim dijelom diplomskog rada opisane su vrste ambalaže i njene funkcije te karakteristike procesa pakiranja. Rad opisuje i postupak proizvodnje te proces kontrole kvalitete ambalaže od oblikovane pulpe. Proces kontrole kvalitete počinje ulaznom kontrolom, odnosno kontrolom sirovina. Nakon toga slijedi kontrola proizvodnog procesa koja obuhvaća analizu papirne mase, a na kraju slijedi kontrola gotovih proizvoda.

U eksperimentalnom dijelu rada provedena je kontrola kvalitete u vremenskom razdoblju od pet dana, kroz tri radne smjene, a izvedena je prema radnim uputama tvrtke. Dobiveni rezultati ubilježeni su u obrasce *Analiza mase* i *Analiza gotovih proizvoda*.

**Ključne riječi:** ambalaža od oblikovane pulpe, kontrola kvalitete, analiza mase, analiza gotovih proizvoda

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis is to examine how quality control is carried out in the Croatian company, the manufacturer of packaging from molded pulp – Hartmann.

Theoretical part of thesis describes the types of packaging and its functions and the characteristics of the packaging process. Also, the paper describes the production process and process of quality control of packaging from molded pulp. The process of quality control in Hartmann starts with input control, or control of raw materials. After that, there is a control of production process that includes analysis of paper pulp, and finally there is control of finished products.

Experimental part of thesis describes a process of quality control carried out in a seven days period, in three working shifts. Each analysis was conducted according to work instructions of the company. The results obtained were recorded in the forms of *Mass analysis* and *Analysis of finished products*.

**Key words:** molded pulp packaging, quality control, paper mass analysis, analysis of finished products

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
1.1. Prodajna ambalaža	1
1.2. Skupna (zbirna) ambalaža	2
1.3. Transportna ambalaža	2
1.4. Pakiranje	3
1.4.1. Priprema ambalaže za pakiranje	3
1.4.2. Odmjeravanje robe i punjenje ambalaže	3
1.4.3. Zatvaranje ambalaže	4
1.4.4. Završne radne operacije	4
<b>2. ZAHTJEVI AMBALAŽNE KVALITETE</b>	<b>6</b>
2.1. Zaštitna funkcija	6
2.1.1. Mehaničko-fizikalna zaštita	6
2.1.2. Zaštita od djelovanja kisika	7
2.1.3. Zaštita od djelovanja vlage	7
2.1.4. Zaštita od elektromagnetskog zračenja	8
2.1.5. Zaštita od mikroorganizama	8
2.1.6. Zaštita od vanjskih utjecaja	9
2.2. Skladišno-transportna funkcija	10
2.3. Prodajna funkcija	10
2.4. Uporabna funkcija	12
2.5. Ekološka funkcija	13
<b>3. AMBALAŽNI PROIZVODI OD OBLIKOVANE PULPE</b>	<b>14</b>
3.1. Osnovne sirovine za proizvodnju papirne mase	15
3.1.1. Novinski papir	15
3.1.2. Valoviti karton	16
3.1.3. Natron-papir	16
3.1.4. Drvenjača	17
3.1.5. Celuloza	18
3.2. Pomoćna sredstva u proizvodnji papirne mase	18
3.2.1. Punila	18
3.2.2. Keljiva	19
3.2.3. Boje	19
3.3. Proizvodnja ambalaže od oblikovane pulpe	19
<b>4. KONTROLA KVALITETE</b>	<b>24</b>
4.1. Ulazna kontrola sirovina i pomoćnih sredstava	24
4.1.1. Određivanje postotka vlage	25
4.1.2. Određivanje udjela mehaničkih nečistoća	25
4.2. Kontrola postupka	26
4.2.1. Kontrola u pulperu	26
4.2.1.1. Određivanje koncentracije mase	27
4.2.1.2. Određivanje stupnja razvlaknjenosti	28
4.2.1.3. Određivanje pH vrijednosti	29
4.2.1.4. Određivanje bjeline	29

4.2.2.	<i>Kontrola u kadama</i>	30
4.2.3.	<i>Kontrola na stroju za oblikovanje</i>	30
4.2.4.	<i>Kontrola na preši</i>	31
4.2.5.	<i>Kontrola tiska</i>	31
4.3.	<i>Izlazna kontrola gotovih proizvoda</i>	32
4.3.1.	<i>Masa zračno suhog podloška</i>	32
4.3.2.	<i>Masa apsolutno suhog podloška</i>	32
4.3.3.	<i>Sadržaj vlage u podlošku</i>	33
4.3.4.	<i>Postotak suhe tvari</i>	33
4.3.5.	<i>Upijanje tinte</i>	34
4.3.6.	<i>Dimenzije podloška</i>	34
4.3.7.	<i>Crush test</i>	35
4.3.8.	<i>Dimenzije palete i broj komada podloška u paketu</i>	35
<b>5.</b>	<b>REZULTATI I KOMENTARI ISPITIVANJA</b>	<b>36</b>
5.1.	<i>Rezultati mjerenja papirne mase</i>	40
5.1.1.	<i>Analiza papirne mase u pulper kadi</i>	40
5.1.2.	<i>Analiza papirne mase u nivo kadi</i>	50
5.1.3.	<i>Analiza papirne mase na stroju za oblikovanje</i>	55
5.2.	<i>Rezultati praćenja kvalitete gotovih proizvoda</i>	62
5.2.1.	<i>Rezultati mjerenja mase zračno suhog proizvoda</i>	62
5.2.2.	<i>Rezultati mjerenja mase apsolutno suhog proizvoda</i>	70
5.2.3.	<i>Izračun vlage proizvoda</i>	77
5.2.4.	<i>Mjerenje dimenzija proizvoda</i>	84
<b>6.</b>	<b>ZAKLJUČAK</b>	<b>111</b>
	<b>LITERATURA</b>	<b>113</b>



## 1. UVOD

Danas je nemoguće zamisliti život bez ambalaže i pakiranja namirnica.

Ambalaža je zaštitni omot, paket, sanduk itd. u koji se oprema roba radi čuvanja ili prijevoza<sup>1</sup>. Prema funkciji u distribuciji roba, ambalažu dijelimo na:

- prodajnu ambalažu,
- skupnu (zbirnu) ambalažu i
- transportnu ambalažu.

### 1.1. PRODAJNA AMBALAŽA

*Prodajna ili primarna ambalaža* podrazumijeva ambalažu različitog oblika i veličine, napravljene od različitih materijala u koji se pakira, skladišti i prodaje bilo kakva vrsta robe i ona je neodvojiva od sadržaja koji se u njoj nalazi. Primarna ambalaža jest komercijalna ambalaža i ona prezentira robu pomoću deklaracije – podataka o sastavu, uvjetima čuvanja, roku trajanja, količini i načinu korištenja robe, ali i svojim vizualnim izgledom. Također, u primarnu ambalažu se ubrajaju i razne vrste tankih i fleksibilnih materijala koji se prilikom pakiranja formiraju u gotovu ambalažu, kao i sve vrste zatvarača i materijala za unutarnju zaštitu robe.



Slika 1 - Prodajna ambalaža

---

<sup>1</sup> Anić, V., Goldstein, I.; *Rječnik stranih riječi*; Novi liber; Zagreb, 2000.

## 1.2. SKUPNA (ZBIRNA) AMBALAŽA

*Skupna* ili *zbirna ambalaža* podrazumijeva ambalažu u kojoj se nalazi više jedinica proizvoda. Osnovna namjena ovakve ambalaže je skladištenje, ali vrlo često i transport. U veletrgovinama, skupna ambalaža vrlo često služi i kao prodajna. Skupnu ambalažu možemo smatrati i *sekundarnom ambalažom*. Za razliku od primarne ambalaže, kod sekundarne ambalaže namirnica nije u direktnom kontaktu s robom.



*Slika 2 - Skupna ambalaža u funkciji prodajne*

## 1.3. TRANSPORTNA AMBALAŽA

*Transportna ambalaža* jest ambalaža u kojoj se pakira više skupnih odnosno prodajnih jedinica. Proizvod upakiran u transportnu ambalažu predstavlja jednu transportnu jedinicu. Zadatak transportne ambalaže je osigurati zaštitu upakiranim sadržajima od mehaničko-fizikalnih opterećenja te atmosferskih utjecaja. Također, ona svojim oblikom i dimenzijama mora osigurati racionalnu manipulaciju, transport i skladištenje robe. Kako ova vrsta ambalaže ne dolazi u direktan kontakt s kupcima, njezin izgled nije presudan, no zbog radnika u transportu i skladištu, ambalaža mora sadržavati grafičke oznake za pravilno postupanje.



*Slika 3 - Različiti tipovi transportne ambalaže - kartonska kutija, euro paleta i kontejner*

## 1.4. PAKIRANJE

Proces pakiranja je znanost, umjetnosti i tehnologija zatvaranja ili zaštite proizvoda za distribuciju, skladištenje, prodaju i korištenje. Pakiranje se vrlo često odnosi i na proces projektiranja, procjenu i proizvodnju ambalaže. Pakiranje se može opisati kao složeni, ali koordinirani sustav pripremanja robe za transport, skladištenje, logistiku, prodaju i, na kraju, uporabu. Svaki proces pakiranja sastoji se od nekoliko radnih operacija:

- pripreme ambalaže za pakiranje,
- odmjeravanja robe i punjenja ambalaže,
- zatvaranja ambalaže i
- završnih radnih operacija.

### *1.4.1. Priprema ambalaže za pakiranje*

Priprema ambalaže za pakiranje ovisi o samoj njenoj konstrukciji te o stupnju mehanizacije procesa pakiranja.

Ako je ambalaža već potpuno oblikovana, priprema ambalaže je vrlo jednostavan proces: komad po komad ambalaže stavljamo na transportnu traku stroja za pakiranje i ona odlazi na punjenje, dok je složivu ambalažu prije pakiranja potrebno prostorno oblikovati. Suvremeni materijali i nove tehnologije omogućavaju proizvodnju ambalaže paralelno s procesom pakiranja (npr. proizvodnja i punjenje vrećica šećera, proizvodnja laminata za pakiranje kave i punjenje pakiranja). Takva proizvodnja smatra se onda prvom radnom operacijom u procesu pakiranja.

### *1.4.2. Odmjeravanje robe i punjenje ambalaže*

Odmjeravanje robe, najčešće je operacija koja prethodi pakiranju robe u ambalažu. Dakle, ovisno o vrsti robe, odmjeravanje se može provesti na osnovi volumena (tekućine, sipke i pastozne robe), mase (ukapljeni plinovi, sipke robe, lijekovi i sl.), broja komada (robe stabilnog oblika i manjih dimenzija) i odgovarajućeg tlaka (komprimirani plinovi).

#### 1.4.3. Zatvaranje ambalaže

Zatvaranje ambalaže radni je proces koji slijedi nakon njenog punjenja. Sredstva za zatvaranje ovise o samoj vrsti ambalaže i materijalu od kojeg je ona proizvedena, ali i o vrsti sadržaja koji se u nju pakira. Za zatvaranje različitih vrsta ambalaže, koriste se različiti zatvarači. Oni mogu biti od istovrsnih (npr. zatvaranje limenki) ili različitih (npr. zatvaranje staklenki) materijala.



Slika 4 - Zatvaranje Tetra Pak ambalaže

#### 1.4.4. Završne radne operacije

U završne radne operacije mogu se svrstati raznovrsni procesi, ali najčešće se pod tim pojmom podrazumijevaju kontrola pakiranja i etiketiranje.

Pod pojmom *kontrola kvalitete* nalaze se operacije poput kontrole količine pakirane robe i provjera kvalitete zatvaranja ambalaže. Kontrola se može raditi na svakom uzorku, ali i na nasumično odabranim uzorcima.

Pojam *etiketiranja* uključuje aplikaciju etiketa, vinjeta ili privjesnica na ambalažu u svrhu informiranja i estetike.



Slika 5 - Etiketa i privjesnica

Dominantna karakteristika u području ambalaže i pakiranja je uska specijalizacija sustava pakiranja i kvaliteta ambalaže. Ona treba biti motivirana s dva osnovna cilja:

- maksimalno očuvanje izvorne kvalitete proizvoda (namirnice) na duže vrijeme
- kvalitetno prilagođena ambalaža prema ukusu i željama potrošača.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Vujković, I., Galić, K., Vereš, M.; *Ambalaža za pakiranje namirnica*; Tectus; Zagreb, 2007.

## 2. ZAHTJEVI AMBALAŽNE KVALITETE

Pred ambalažu koja je namijenjena za pakiranje namirnica stavljeni su određeni zahtjevi. Ona mora ostvarivati sljedeće:

- zaštitnu funkciju,
- skladišno-transportnu funkciju,
- prodajnu funkciju,
- uporabnu funkciju,
- ekološku funkciju.

### 2.1. ZAŠTITNA FUNKCIJA

Svaka ambalaža mora štiti upakirani proizvod od trenutka pakiranja, tijekom transporta i skladištenja pa sve do prodaje, ali i uporabe. Tijekom cijelog tog procesa, ambalaža je izložena raznim utjecajima (mehaničko-fizikalni, kemijski i mikrobiološki) koji ni na koji način ne smiju smanjiti kvalitetu upakirane namirnice.

Ambalaža je namirnici dužna osigurati mehaničko-fizikalnu zaštitu, zaštitu od djelovanja kisika, vlage, elektromagnetskog zračenja, mikroorganizama i vanjskih utjecaja.

#### 2.1.1. Mehaničko-fizikalna zaštita

Ambalaža može namirnici osigurati mehaničko-fizikalnu zaštitu sljedećim postupcima:

- dobrim i pravilnim zatvaranjem ambalaže – onemogućava prodor prašine i nečistoća do namirnice,
- pravilnim skladištenjem – npr. skladištenje prehrambenih proizvoda s neprehrambenima može uzrokovati kontaminaciju i neupotrebljivost prehrambenih namirnica,
- pakiranjem namirnica u ambalažu koja na sebe može preuzeti i amortizirati mehanička naprezanja koja nastaju prilikom transporta, manipulacije i skladištenja robe.

### 2.1.2. *Zaštita od djelovanja kisika*

Zaštita od djelovanja kisika bitna je za namirnice koje su podložne reakcijama oksidacije. Takve namirnice pakiraju se u ambalažu koja mora osigurati održavanje vakuuma (atmosfera bez kisika) tj. ambalažu koja mora biti malo propusna ili potpuno nepropusna za plinove. Ti uvjeti postižu se odabirom materijala odgovarajućih svojstava i hermetičkim zatvaranjem ambalaže.



*Slika 6 - Vakuum pakiranje štiti namirnicu od prisustva kisika*

### 2.1.3. *Zaštita od djelovanja vlage*

Zaštitu od djelovanja vlage trebaju ambalažni materijali koji se vlaže (kvase) i prilikom toga se mijenjaju fizička svojstva ambalaže. Ako se govori o ambalaži izrađenoj od papira, kartona, drva ili tekstila, ovisno o količini vlage koja je doprla do materijala, u vrlo kratkom roku može doći do raspadanja ambalaže i gubitka proizvoda. Kada su u pitanju staklo, metali, polimerni i kombinirani materijali, ne može doći do raspadanja materijala u kratkom roku, ali gotovo svaki od materijala ima svoje mane. Tako se, kod metala, ako nisu pravilno tretirani, prilikom vlaženja javlja korozija, a kod polimernih materijala vlaga može izazvati probleme u preradi, i sl.



*Slika 7 - Staklena doza*

#### 2.1.4. Zaštita od elektromagnetskog zračenja

Elektromagnetska zračenja valnih duljina od 200 do 750nm mogu utjecati na promjene namirnica. Kako svako elektromagnetsko zračenje posjeduje određenu količinu energije, ta apsorbirana količina izazvat će kemijske promjene na namirnicama. Promjene se mogu očitovati u obliku promjene boje, pojave užglosti, gubitka hranjive vrijednosti, nastajanja kancerogenih spojeva, itd.

Zaštita od djelovanja elektromagnetskog zračenja osigurava se sljedećim tehnikama:

- uvođenjem UV apsorbera u strukturu samog materijala,
- bojenjem ambalažnog materijala u masi,
- grafičkom obradom površine ambalažnog materijala,
- prevlačenjem ambalažnog materijala nepropusnim slojevima,
- izradom kombiniranih ambalažnih materijala.



*Slika 8 - Tetra Pak ambalaža izvrsno štiti robu od elektromagnetskog zračenja*

#### 2.1.5. Zaštita od mikroorganizama

Za razvoj mikroorganizama<sup>3</sup> u namirnicama potrebni su određeni uvjeti: visoka relativna vlažnost zraka i odgovarajuća temperatura (za većinu mikroorganizama – 20 do 40°C). Ambalaža mora zaštititi lakopokvarljive namirnice<sup>4</sup> i to one koje se ne koriste u svježem stanju. Kvarenje takvih namirnica izazivaju mikroorganizmi koji su dospjeli u namirnicu ili ambalažu prilikom proizvodnje ili pakiranja. Zbog moguće kontaminacije,

---

<sup>3</sup>biol. mikroskopski sitan biljni ili životinjski organizam; mikrob - Anić, V., Goldstein, I.; *Rječnik stranih riječi*; Novi liber; Zagreb, 2000.

<sup>4</sup> lakopokvarljive namirnice – odlikuju se velikim udjelom vode (npr. meso, mlijeko, povrće...)



namirnice je potrebno konzervirati. Kako bi se osigurala zaštitna funkcija ambalaže od djelovanja mikroorganizama, ambalaža mora ispunjavati određene zahtjeve:

- mora biti nepropusna za mikroorganizme – kroz nju ne smiju prolaziti tvari koje mogu kontaminirati namirnicu,
- hermetički zatvorena,
- pogodna za konzerviranje – mora izdržati uvjete sterilizacije ili pasterizacije bez promjene svojstava.



*Slika 9 - Konzervirane namirnice zaštićene su od mikroorganizama*

#### *2.1.6. Zaštita od vanjskih utjecaja*

Zaštita od vanjskih utjecaja najčešće podrazumijeva zaštitu od topline. Kod različite temperature namirnice i okoline, toplina se prenosi kroz stijenku ambalažnog materijala. Prijenos ovisi o toplinskoj vodljivosti pojedinog materijala, njegovoj debljini i temperaturi same okoline. Izloži li se roba povišenoj temperaturi kroz dulji vremenski period, nijedan ambalažni materijal neće joj osigurati dovoljnu zaštitu i temperatura robe i okoline će se izjednačiti.



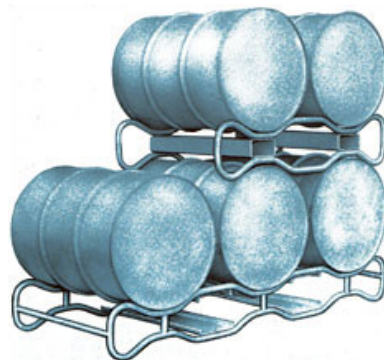
*Slika 10 - Ekspandirani polistiren je zbog svojih svojstava dobar izolator topline*

Zato se zaštita od vanjskih utjecaja mora realizirati skladištenjem, manipulacijom, transportom i prodajom u propisanim temperaturnim uvjetima. Da bi proizvođači osigurali pravilno rukovanje upakiranim proizvodom, na svakom se proizvodu nalaze upute i uvjeti čuvanja određene namirnice.

## 2.2. SKLADIŠNO-TRANSPORTNA FUNKCIJA

Ambalaža mora omogućiti racionalno korištenje transportnog prostora. Iz tog razloga oblik i dimenzije transportne ambalaže potrebno je prilagoditi obliku i dimenzijama namirnice i ambalaže u koju je ona upakirana. Takvim postupcima, omogućava se racionalizacija skladištenja i transporta.

Najpogodniji oblik za pakiranje je oblik kvadra jer je tako upakiranim proizvodima najlakše manipulirati tj. najpogodnije se iskorištava prostor transportnih vozila i skladišta. Ostalim oblicima ambalaže iskorištenje prostora puno je manje, a postoji i mogućnost da se prilikom slaganja dobije nestabilna cjelina koja se može lako urušiti.



*Slika 11 - Rješenje za skladištenje ambalaže cilindričnog oblika*

## 2.3. PRODAJNA FUNKCIJA

Prilikom kreiranja ambalaže potrebno je obratiti pozornost na ekonomičnost tj. povećanje produktivnosti. Ekonomičnost raste ako se volumen ambalaže i namirnice koja je u njoj pakirana povećava. No, u današnje vrijeme, namirnice se prodaju kao prodajne jedinice i zbog toga se povećava količina ambalaže. Zbog toga je ambalažu u potpunosti potrebno prilagoditi potencijalnom kupcu i njegovoj kupovnoj moći. To znači da će

proizvođač, ako se pokaže opravdanim, ambalažu napraviti u nekoliko veličina kako bi kupac mogao odabrati ono što je dostatno njegovim potrebama.

Kod kreiranja ambalaže, ali i samog pakiranja, potrebno je obratiti pozornost i na konzistentnost jednom otvorene robe. Zato je kupcu potrebno osigurati i uporabne funkcije ambalaže tj. zatvaranje već otvorene ambalaže, ali i prilagoditi količinu namirnice unutar ambalaže kako bi se mogla potrošiti odjednom (npr. za jedan obrok).



*Slika 12 - Ambalaža prilagođena potrebama kupaca*

Osim prodajnih funkcija koje se vežu isključivo uz namirnicu, njenu količinu i sl., jedna od bitnih stavki je i vizualni izgled proizvoda, tj. ambalaže. Svi elementi olikovanja ambalaže, od odabira materijala, do prostornog i grafičkog oblikovanja moraju biti pažljivo odabrani i zajedno ukomponirani. Oni kod kupca stvaraju osjećaj povjerenja, odnosno stvaraju dojam „must have“ proizvoda<sup>5</sup>. Naravno, izgled ambalaže ne smije se bitno razlikovati od svojstava proizvoda jer se kupac tada osjeća prevareno i takav proizvod više ne kupuje.

---

<sup>5</sup> „must have“ proizvod – proizvod kakvog se mora imati

## 2.4. UPORABNA FUNKCIJA

Prvi zahtjev kod ostvarivanja uporabnih funkcija jest osigurati jednostavno otvaranje i sigurno rukovanje ambalažom kako bi se izbjegle moguće ozljede. Ako je ambalaži za otvaranje potrebno pomagalo, proizvođač je dužan osigurati ga uz pakovanje. Također, kod pakiranja koja se ne mogu potrošiti odjednom, dizajner ambalaže dužan je osigurati i zatvaranje iste.

Svaki proizvođač, dužan je potrošaču dati informacije o otvaranju ambalaže, pripremanju i načinu konzumiranja namirnice koja se nalazi unutar nje te o pravilnom odlaganju iskorištene ambalaže.

U današnjem vremenu, sve više pažnje se posvećuje ekologiji pa proizvođači ambalaže svojim potrošačima omogućuju ponovno korištenje iskorištene ambalaže u svrhu minimiziranja nastajanja otpada, ali i kao koristan dodatak u domaćinstvu.



*prijemnik*

## 2.5. EKOLOŠKA FUNKCIJA

Ekološka funkcija pojavila se osamdesetih i devedesetih godina prošlog stoljeća, kao posljedica brige za zaštitu okoliša i životne sredine. Zbog toga se donosi sve veći broj zakona vezanih uz ekologiju.

Ekološka funkcija u proizvodnji i korištenju ambalaže može se povećati na razne načine: pakiranjem robe u ambalažu izrađenu od recikliranog materijala ili ambalažu koja se može reciklirati, uporabom biorazgradivih materijala, korištenjem jestive ambalaže, smanjenjem uporabe sirovina i materijala, minimalnom uporabom energije te ograničavanjem onečišćenja prirodnog okoliša.

Kod kvalitetne ambalaže, sve navedene funkcije moraju biti ostvarene i međusobno usklađene, a moraju biti i usklađene sa zakonskim normama i regulativama.



*Slika 14 - Prirodna i jestiva ambalaža*

### 3. AMBALAŽNI PROIZVODI OD OBLIKOVANE PULPE

Proces oblikovanja pulpe, jednako kao i proces izrade papira, potječe iz doba antike. Pretpostavka kaže da su majstori civilizacija ranog Orijenta, Egipta, Grčke i Rima koji su se bavili proizvodnjom papira, vrlo brzo otkrili prednosti koje se javljaju prilikom utiskivanja u napravljeni materijal. Smatra se da su artefakti na zidovima i stropovima napravljeni upravo na taj način.

Na prijelazu u dvadeseto stoljeće, s brzim razvojem papirne industrije, jednokratni proizvodi od oblikovane pulpe pronašli su put prema komercijalnoj ambalaži kao zaštita krhkim robama (npr. jaja, žarulje). Ekonomičnost je ove neglamurozne proizvode zadržala na tržištu i postižu značajan komercijalni interes.

Ovakvi proizvodi osjetljivi su na vodu, no njihova prednost je niska cijena. Osjetljivost na vodu može im se smanjiti mijenjanjem recepture prilikom proizvodnje, ali i primjenom odgovarajućih prevlaka s unutarnje ili vanjske strane ambalaže. Tako oblikovani proizvodi najčešće se upotrebljavaju u prehrambenoj industriji (kutije za jaja, podlošci za voće, povrće i sl.), ali i u industriji pri pakiranju tehničkih roba te kao medicinski „pribor“.

Osnovne sirovine koje se koriste u pripremi papirne mase za ovu vrstu ambalaže su:

- novinski papir,
- otpadni valoviti karton,
- natron papir,
- drvenjača, i u posebnim slučajevima
- celuloza.

Uz osnovne sirovine, u proizvodnji se u papirnu masu dodaju i određena pomoćna sredstva:

- punila,
- ljepila,
- boje i
- drugo.

Mnogi dodaci daju veću vrijednost proizvodima. Spajajući vlakna koja su različito tretirana, moguće je dobiti veću čvrstoću i izdržljivost proizvoda, povećati vodootpornost, regulirati biorazgradivost proizvoda nakon ili tijekom uporabe i sl. Koloidni kolofonij ili emulzija voska obično se dodaju u papirnu masu kako bi se hidrofilna vlakana pretvorilo u vodootporna. Fluorokarbonati u kombinaciji s kationskim dodacima mogu smanjiti površinsku napetost i tako osigurati zaštitu od ulja. U masu se pored navedenog dodaju i gnojiva, bojila, tvari za usporavanje gorenja i modificirani škrob, kako bi se dobila neka posebna željena svojstva i efekti.

Osim kemikalija, postoje dodaci koji se ne dodaju u masu, već na gotove proizvode. To su proizvodi koji se ne koriste jednokratno. Oni se dodatno prešaju i na njih se apliciraju termoskupljajuće folije (npr. za prehrambene proizvode pogodne za pripremu u mikrovalnoj ili konvekcijskoj pećnici), etikete, otisci (npr. kutije za jaja) i sl.

### 3.1. OSNOVNE SIROVINE ZA PROIZVODNJU PAPIRNE MASE

#### 3.1.1. *Novinski papir*

Novinski papir se najčešće proizvodi od drvenih ostataka nastalih:

- pročešljavanjem šuma – grane i mala stabla koja se odstranjuju da bi se olakšao rast velikih i jačih stabala u nekoj šumi,
- ostataka u pilanama – grane i ostali ostaci koji nastaju kod piljenja trupaca,
- recikliranjem starog, već upotrebljenog novinskog papira iz kojeg je odstranjena tinta.



*Slika 15 - Novinski papir*

Za proizvodnju novinskog papira koristi se od 82 do 85% bijele drvenjače i 15 do 18% nebijeljene celuloze. U pulpi novinskog papira gotovo da i nema ljepila, a upotrebljavaju se najjeftinija punila.

Zbog visokog sadržaja drvenjače, novinski papir sadrži i mnogo lignina. Lignin je u prisustvu zraka nepostojan tj. lako oksidira. Zbog toga je novinski papir često žućkaste boje i izrazito nepostojan.

### *3.1.2. Valoviti karton*

Valoviti karton je ambalažni materijal sastavljen od dvije osnovne komponente – ravnim i valovitim slojem – kombinirane na različite načine. To je jedan od najčešće upotrebljavanih ambalažnih materijala. Sirovine za proizvodnju valovite ljepenke ovise o zahtjevima same ambalaže i robe koja je u nju pakirana, a moguće sirovine su: natron-papir, šrenc-papir, papir od slame i polucelulozni papir.



*Slika 16 - Valoviti karton*

### *3.1.3. Natron-papir*

Natron-papir se proizvodi od bijeljene ili nebijeljene sulfatne celuloze pa je prema tome bijele ili smeđe boje. Ovakva celuloza ima dugačka vlakna pa je natron-papir papir velike čvrstoće na kidanje i probijanje i vrlo je žilav. Zbog svojih dobrih svojstava koristi se za proizvodnju tzv. natron-vreća, izolaciju električnih vodova, proizvodnju ravnih slojeva valovitog kartona te užadi manje čvrstoće.





*Slika 17 - Natron-papir*

#### *3.1.4. Drvenjača*

Proces dobivanja drvenjače kao sirovine podrazumijeva mehaničko raščlanjivanje drvene mase brušenjem na fina vlakanca. Prema načinu pripreme drvenjača se dijeli na:

- bijelu drvenjaču – dobivena čisto mehaničkim postupkom i zadržava "bijelu" boju drveta,
- smeđu drvenjaču – dobivena mehaničko-termičkim postupkom, boja joj je smeđa, a potječe od lignina te
- kemijsku drvenjaču – nastaje mehaničko-termičko-kemijskim postupkom i izbjeljivanjem se uklanja njena tamna boja.

U proizvodnji papirne mase koriste se vlakanca crnogoričnih biljaka: smreke, jele i bora, a od bjelogoričnih vrsta: topola, bukva i jasen.

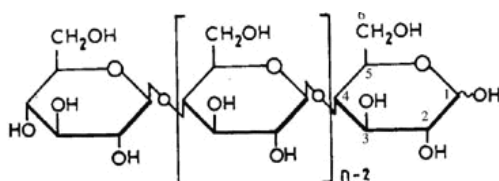


*Slika 18 – Drvenjača*

### 3.1.5. Celuloza

Celuloza je bijela vlaknasta tvar, specifične težine oko  $1.5 \text{ g/m}^3$ , bez okusa i mirisa. Ona je glavni sastojak staničnih stijenki biljaka i najrašireniji organski spoj u prirodi. Po kemijskom sastavu je polisaharid empirijske formule  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ . Sastavljena je od dugih nizova međusobno povezanih molekula monosaharida glukoze. U gotovo čistom stanju nalazi se u pamuku (98%), a u drvu je, uz lignin i druge primjese, ima od 40 do 50%.

Celuloza se u proizvodnji proizvoda od papirne mase koristi za proizvode visoke kvalitete, lijepog izgleda i intenzivnijih boja.

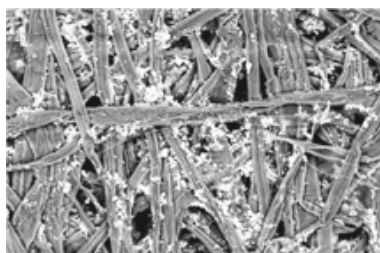


Slika 19 - Formula celuloze

## 3.2. POMOĆNA SREDSTVA U PROIZVODNJI PAPIRNE MASE

### 3.2.1. Punila

Punila su sredstva koja ispunjavaju međuprostore vlaknaste mrežaste tvorevine. Ona povećavaju stupanj glatkoće površine, mekoću i elastičnost, poboljšavaju sposobnost papira za tisak, povećavaju bjelinu papira, te povećavaju upojnost i smanjuju prozirnost. Punila se u masu dodaju u količini od 0,5-35%. Od anorganskih spojeva, kao punila se koriste karbonati, sulfati, silikati, oksidi i sulfidi.



Slika 20 - Punila u papiru

### 3.2.2. Keljiva

Keljiva su tvari organskog podrijetla, a njihova je zadaća zatvaranje pora i kapilara papira te sprečavanje upijanja i propuštanja tekućina u papir. Keljiva se u papirnu masu dodaju u obliku koloidne otopine. Dodatak dovoljne količine keljiva provjeravamo upijanjem tinte.

### 3.2.3. Boje

Boje se u papirnu masu dodaju iz jednostavnog razloga – estetike i zato se sve veći udio proizvoda boji. Bojenje se uvijek radi u masi.



*Slika 21 - Pigmenti za bojenje papira*

## 3.3. PROIZVODNJA AMBALAŽE OD OBLIKOVANE PULPE

Termin „oblikovana pulpa“ koristi se kako bi se opisala ambalaža proizvedena oblikovanjem pomoću kalupa od vodene otopine celuloznih vlaknaca ili otpadnog papira. Ambalaža se oblikuje, ovisno o zahtjevima, injektiranjem pod tlakom ili oblikovanjem usisavanjem, a postupak izrade sličan je postupku proizvodnje papira. U procesu proizvodnje ambalažnih proizvoda od papirne mase najveći utjecaj na kvalitetu proizvoda ima priprema papirne mase, odnosno njen sastav i mehanička obrada.

Prilikom proizvodnje ove vrste ambalaže, koriste se dva osnovna procesa:

- jednostavno oblikovanje,
- precizno oblikovanje.



*Slika 22 - Jednostavno i precizno oblikovanje*

Proizvodi koji nastaju *jednostavnim oblikovanjem* nisu kompliciranog oblika i izrađuju se od najjeftinijih sirovina.

*Precizno oblikovanje* razlikuje se u tome što se proizvodi, nakon početnog oblikovanja i sušenja, dodatno prešaju kako bi dobili čvršći i glađi izgled, točnijih dimenzija. Za ovu vrstu proizvoda koriste se sirovine visoke kvalitete, pa čak i celuloza.

U ovom primjeru proizvodnje, opisana je proizvodnja podložaka za jaja u koprivničkoj tvornici Hartmann.

Proizvodnja započinje dostavom sirovine za proizvodnju u proizvodni prostor. Sirovina se dozira u pulper pomoću transportnih traka, prema točno određenoj recepturi. U pulperu se sirovina razvlaknuje. *Razvlaknjivanje* je odvajanje vlakana iz isprepletene strukture papira u pojedinačna vlakna. Za razvlaknjivanje se koristi obrađena procesna voda iz kružnog toka tvorničkog sustava. Nakon toga masa odlazi u centrifugalni pročistač.

U centrifugalnom pročistaču od vlakanaca se odvaja tiskarska boja i ostale nepoželjne tvari i to u obliku sitnih čestica. Također, radi se dodatno mljevenje. *Mljevenje* je fizičko djelovanje. Za vrijeme mljevenja teče više usporednih procesa: rezanje vlakanaca, fibriliranje i bubrenje vlakanaca. Dva su načina mljevenja:

1. *Posno mljevenje* podrazumjeva rezanje i dobro odvajanje vlakanaca. Razlikujemo kratko posno mljevenje koje se izvodi s pretežno suhom sirovinom i dugo posno mljevenje koje se izvodi s vlažnom sirovinom. Posno mljevenje postiže se uz sljedeće uvjete: niska gustoća tvari u suspenziji (3-4%), oštro postavljanje noževa, upotreba uskih noževa te kratko vrijeme mljevenja kako ne bi došlo do prevelikog bubrenja vlakanaca.

2. *Masno mljevenje* podrazumijeva mljevenje bez skraćivanja vlakanaca, a cilj je prešanje vlakanca. Masno mljevenje postiže se uz sljedeće uvjete: visoka gustoća vlakna, mimoilaženje noževa, upotreba širokih noževa te dugo vrijeme mljevenja radi boljeg bubrenja.



*Slika 23 - Posno i masno mljevenje*

Nakon mljevenja, masa određene koncentracije se razrjeđuje i dodaju se dodaci – ljepila, punila i, ako je potrebno, boje. Sam postupak se kontrolira s obzirom na konzistenciju pulpe, pH vrijednost, temperaturu, te vrijeme razvlaknjivanja.

Pripremljena otopina u koncentraciji od 1% cjevovodima odlazi u strojnu kadu stroja za oblikovanje podložaka. Stroj se sastoji od dva rotora koji se kontinuirano kreću. Na rotorima su učvršćene forme.



*Slika 24 - Usisna forma*

Na donjem rotoru su usisne forme, a na gornjem prijenosne, odnosno presne forme. Okretanjem rotora, usisne forme uranjaju u strojnu kadu i na sebe preuzimaju pripremljenu otopinu. Djelovanjem vakuuma dolazi do usisavanja vode iz otopine, pri čemu se vlakna ravnomjerno isprepliću po mrežici forme. Ovisno o njenom obliku, tvore oblik podložka za jaja.

*Slika 25 - Rotor s formama*



Rotor se nastavlja okretati i u jednom trenutku dolazi do spajanja usisne forme s presnom formom na gornjem rotoru. Tada prestaje djelovanje vakuuma i počinje djelovanje komprimiranog zraka. On omogućuje „prebacivanje“ podloška na presnu formu. Kada presna forma prihvati podložak, ponovo počinje djelovanje vakuuma. Ono traje do trenutka prebacivanja podloška na rešetke. Prebacivanje se ponovo radi pomoću komprimiranog zraka. Dobiven je poluproizvod.

Kako poluproizvod sadrži 25-28% suhe tvari (ostalo je voda), iz njega je potrebno ukloniti višak vode. Kako bi se to ostvarilo, poluproizvodi dolaze u sušaru. U sušari plinom zagrijani zrak prolazi kroz njih u smjeru suprotnom od njihova kretanja. Rešetke s podlošcima putuju iz više u niže razine sušare i proces traje od 10 do 15 minuta, ovisno o brzini stroja. Gotovi proizvodi sadrže 6-8% vlage.



*Slika 26 - Sušenje podložaka*

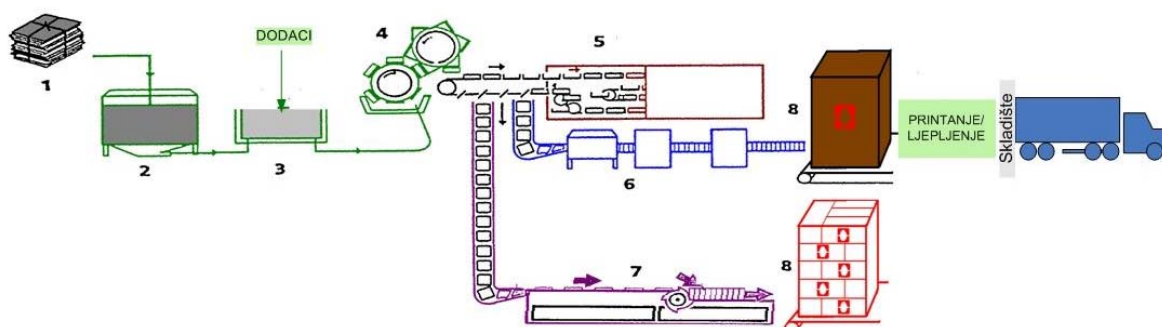
Nakon sušenja oni izlaze na transportnu traku koja ih vodi na mjesto na kojem se pakiraju za distribuciju ili daljnju obradu. Pakiranje se radi ručno, u vreće ili na palete, a omatanje paleta i zatvaranje vreća je automatizirano.

Ako se radi o daljnjoj obradi podložaka, odnosno podlošci idu na precizno oblikovanje, postupak se nastavlja prešanjem. Prije samog prešanja, podlošci se na transportnoj traci prskaju s vodenom disperzijom sintetskog voska.

Preša ima četiri kompleta kalupa (gornji i donji dio) koji se griju na 110-130°C i međusobno su udaljeni za debljinu podloška. Djelovanjem temperature i pritiska podlošci dobivaju glatku površinu pogodnu za tisak ili etiketiranje.

Slikom 27 prikazan je proces proizvodnje:

- 1 – ulaz sirovine za proizvodnju,
- 2 – priprema pulpe,
- 3 – kade za pulpu,
- 4 – oblikovanje vlakana u poluproizvod,
- 5 – sušenje zagrijanim zrakom,
- 6 – prešanje, tisak i izlaz gotovih proizvoda,
- 7 – izlaz gotovih tzv. tray proizvoda,
- 8 – pakiranje, skladištenje i transport.



Slika 27 - Proces proizvodnje ambalaže od oblikovane pulpe

## 4. KONTROLA KVALITETE

Prema ISO 9000:2000, kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika (razlikovnih svojstava) ispunjava potrebe ili očekivanja koja su navedena, koja se općenito podrazumijevaju ili su obavezna.

U tvornici podložaka za jaja Hartmann, radi se stalna kontrola kvalitete kako bi proizvodi osigurali zadovoljavajuće kriterije. Kontrola kreće od dopremanja sirovine u skladište sirovina do gotovog proizvoda.

Kontrola kvalitete u proizvodnji podložaka obuhvaća:

- ulaznu kontrolu sirovina i pomoćnih sredstava,
- kontrolu postupka i
- izlaznu kontrolu gotovih proizvoda.

### 4.1. ULAZNA KONTROLA SIROVINA I POMOĆNIH SREDSTAVA

U poglavlju 3.1. navedene su sirovine koje se koriste za izradu papirne mase za ambalažne proizvode od oblikovane pulpe.



*Slika 28 - Uskladištena sirovina*



Sirovine se u tvrtku dopremaju kamionima ili vagonima. Prilikom istovara, u skladištu je prisutan skladištar sirovina čiji zadatak je provjeriti je li sirovina točno klasificirana<sup>6</sup> i provjeriti vlagu i nečistoće. Ako skladištar ustanovi kako su vlaga i nečistoća sirovine povećane, skladišti ih na za to predviđeno mjesto i kontaktira tehnologa proizvodnog procesa i laboranta. Zadatak laboranta je nasumično odabrati uzorke za analizu i ako se sirovina pokaže neiskoristivom, potrebno je reklamirati pošiljku.

One sirovine za koje skladištar utvrdi povoljnost za proizvodnju, skladište se u drugi prostor. Njima se određuje:

- postotak vlage,
- udio mehaničkih nečistoća te
- pepeo (punila).

#### 4.1.1. *Određivanje postotka vlage*

Nakon skladištenja sirovine, laborant odabire pet prosječnih bala i od svake uzima uzorak. Uzorak mora biti mase najmanje 50 grama. Izvagani uzorci sirovine suše se u sušari na 125°C do konstantne težine (najmanje tri sata). Osušeni uzorci sirovine ohlade se na sobnoj temperaturi i ponovo izvažu.

Sadržaj vlage ( $w$ ) izražava se u postotku [%], a izračunava se sljedećom formulom:

$$w = \frac{(g_1 - g_2)}{g_1} \cdot 100 [\%],$$

gdje je  $g_1$  – masa uzorka sirovine prije sušenja izražena u gramima [g], a  $g_2$  – masa uzorka poslije sušenja, također izražena u gramima [g].

#### 4.1.2. *Određivanje udjela mehaničkih nečistoća*

Udio mehaničkih nečistoća određuje laborant. Nasumično izabere balu te ju izvaže. Nakon vaganja, bala se rastavlja i ručno se odvoje nečistoće. Odvojene nečistoće se izvažu.

---

<sup>6</sup> Klasifikacija se radi prema europskoj normi EN 643:2001, prema kojoj postoji pet osnovnih klasa sirovine i šezdeset i sedam podklasa.

Sadržaj mehaničkih nečistoća ( $c$ ) izražava se u postotku [%], a računa se prema sljedećoj formuli:

$$c = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100 [\%],$$

gdje je  $m_1$  – masa stranih čestica u kilogramima [kg], a  $m_2$  – masa odabrane bale u kilogramima [kg].

Pomoćna sredstva jednako kao i osnovne sirovine prolaze ulaznu kontrolu, ali samo u vidu provjere deklaracija dobavljača. U slučaju da se tijekom proizvodnje pojavi greška, tehnolog kontaktira dobavljača i prema potrebi pokreće reklamacijski postupak.

## 4.2. KONTROLA POSTUPKA

Kontrola postupka je kontrola recepture za pripremanje mase, a obuhvaća:

- kontrolu u pulperu,
- kontrolu u kadama,
- kontrolu na stroju za oblikovanje proizvoda,
- kontrolu na preši,
- kontrolu tiska,
- kontrolu pakiranja podložaka.

### 4.2.1. Kontrola u pulperu

Iz svakog pulpera laborant uzima uzorak papirne mase. U pulperu se kontrolira koncentracija mase [%], stupanj razvlaknjenosti [°SR] i pH vrijednost, a za neke specifične proizvode određuju se i pepeo [%] i stupanj bjeline. Svi podaci upisuju se na poseban obrazac *Analiza mase*.



*Slika 29 - Pulper iz kojeg se uzima uzorak smjese za kontrolu*

#### *4.2.1.1. Određivanje koncentracije mase*

Za određivanje koncentracije mase koriste se sljedeći materijali: Büchnerov lijevak spojen na vakuum, tikvica s ravnim dnom, grubi filter papir.

Od uzorka uzetog iz pulpera, na digitalnoj vagi izvaže se 100 g papirne mase. Izreže se grubi filter papir i stavi u Büchnerov lijevak. Filter papir se navlaži vodom kako bi dobro prijanjao uz dno lijevka. U izvaganu masu dolije se vode kako bi se masa lakše mogla uliti u lijevak. Nakon što se masa ulije, uključi se vakuum kako bi izvukao sav višak vode iz uzorka.



*Slika 30 - Buchnerov lijevak spojen na vakuum*

Dobiveni uzorak stavlja se u sušaru na 125°C dok ne postigne konstantnu masu. Nakon sušenja, s uzorka se skida filter papir i uzorak se važe. Dobivena masa je vrijednost koncentracije pulpe u gramima [g] i upisuje u obrazac *Analiza mase*.

#### 4.2.1.2. Određivanje stupnja razvlaknjenosti

Određivanje stupnja razvlaknjenosti radi se pomoću Schopper-Riegler aparature. Schopper-Riegler aparatura sastoji se od drenažne komore, cijevi za upravljanje protoka, cijevi za odvajanje viška vode iz mase te menzura označenih mililitrama [mL] i stupnjevima Schopper-Rieglera [°SR]. Drenažna komora napravljena je od antikorozivnog materijala, a sitasto dno od fosfor-bronca žice. Unutar drenažne komore nalazi se konus čijim otpuštanjem započinje mjerenje.



Slika 31 - Schopper-Riegler aparatura

Prije svakog mjerenja, aparaturu je potrebno očistiti tj. isprati od eventualnih zaostataka pulpe. Ako je potrebno, može se napraviti i kontrola aparature tako da se kroz aparat propusti 1000mL vode. Nakon istjecanja, u menzuri mora biti 960 mL. Ako nije dobivena ova vrijednost, aparat je potrebno očistiti i komprimiranim zrakom propuhati sito.

Kako bi odredili stupanj razvlaknjenosti, potrebna nam je koncentracija mase. Nakon izračuna koncentracije mase, izračuna se potrebna odvaga mase za ispitivanje prema formuli:

$$\text{potrebna masa} = \frac{200}{\text{dobivena koncentracija mase}} [\text{g}].$$

Odvagnuta količina pulpe se ulije u menzuru i menzura se nadopuni vodom do 1000mL. Dobivena suspenzija se izmješa i ulije u Schopper-Riegler aparat. Potrebno je pričekati približno pet sekundi i zatim otpustiti konus. Nakon otpuštanja konusa, u mjernu menzuru počinje utjecati tekućina. Prestankom tečenja tekućine, na menzuri se očita konačan rezultat tj. stupanj razvlaknjenosti mase i upisuje se u obrazac *Analiza mase*.

#### 4.2.1.3. Određivanje pH vrijednosti

Određivanje pH vrijednosti radi se digitalnim pH metrom tipa Mettler Toledo S20 Seven Easy.



*Slika 32 - pH metar Mettler  
Toledo SevenEasy 20S*

Prije određivanja pH vrijednosti, elektrodu pH metra potrebno je isprati destiliranom vodom. Kako bi izmjerili pH, elektrodu je potrebno uroniti u papirnu masu i pričekati dok uređaj ne očitava pH vrijednost. Izmjerena vrijednost očitava se na ekranu i upisuje u obrazac *Analiza mase*.

#### 4.2.1.4. Određivanje bjeline

Bjelina se mjeri kod bijelih i polubijelih te bojanih proizvoda. Mjerenja se rade pomoću X-Rite denzitometra tipa SpectroEye. Vrijednosti bjeline kreću se od 79 do 84,2 L<sup>7</sup> za bijele proizvode te od 76 do 78 L za polubijele proizvode. Kod mjerenja bjeline obojenog proizvoda, svaka boja ima propisane vrijednosti koje su identične za cijelu grupaciju Hartmann.



*Slika 33 - X-Rite SpectroEye denzitometar*

<sup>7</sup> L – oznaka svjetline iz L\*a\*b\* sustava

#### 4.2.2. Kontrola u kadama

Kao i iz pulera, laborant iz svake kade uzima uzorak papirne mase. Kod nivo kade, kontrola je jednaka kao i kod kontrole u pulperima, a kontrolira se koncentracija mase [%] i stupanj razvlaknjenosti [ $^{\circ}$ SR], dok se kod strojne kade kontrolira koncentracija mase [%] i pH vrijednost. Svi podaci upisuju se na obrazac *Analiza mase*.



*Slika 34 – Strojna kada i nivo kada*

#### 4.2.3. Kontrola na stroju za oblikovanje

Kontrola na stroju za oblikovanje radi se svakih sat vremena. Odmah nakon oblikovanja, kad su podlošci još uvijek mokri, strojar uzima nekoliko primjeraka i mjeri njihovu masu te ju zapisuje u obrazac *Kontrola težine na stroju*.



*Slika 35 - Proizvodi na stroju za oblikovanje*

#### 4.2.4. Kontrola na preši

Kontrola na preši je isključivo vizualna. Prvo se promatra jesu li potrebne površine dovoljno glatke. Sljedeća bitna stavka je provjeriti jesu li linije savijanja (ako postoje) pravilno izrađene i zatvaraju li se podlošci pravilno.



*Slika 36 - Vizualna kontrola kojom je utvrđena greška na proizvodu*

#### 4.2.5. Kontrola tiska

U kontroli tiska kontroliraju se ispravnost fotopolimerne gume, ispravnost postavljanja klišeja, je li točan raspored boja, čitljivost EAN koda, kontrolira se jasnoća slike te uklapanje pojedinih boja. Otisnuti proizvod uspoređuje se s uzorkom proizvoda dobivenim od kupca ili s potpisanim tj. odobrenim probnim otiskom. Kontrola je vizualna.



*Slika 37 – Jedan od tipova proizvoda na kojem se radi kontrola tiska*

Za potrebe tiska ponekad se izrađuju posebne nijanse boja prema određenim recepturama. Tehnički direktor i tehnolog procesa proizvodnje zaduženi su za recepturu boje, a laborant za njenu pripremu.

### 4.3. IZLAZNA KONTROLA GOTOVIH PROIZVODA

Izlazna kontrola je kontrola gotovih proizvoda. U tom procesu kontrolira se:

- masa zračno suhog podloška,
- masa apsolutno suhog podloška,
- sadržaj vlage u podlošku,
- upijanje tintom,
- dimenzije podloška,
- dimenzije palete i broj komada podložaka u paketu.

Sve analize radi laborant, a dobivene vrijednosti upisuje u pbrazac *Analiza gotovih proizvoda*. Analiza se radi za svaki tip podloška i za svaki stroj.

Uz sve navedeno, na gotovim proizvodima se radi i crush test.

#### 4.3.1. Masa zračno suhog podloška

Masa zračno suhog podloška odnosi se na onu masu koju podložak ima u trenutku kad prođe kroz tunel za sušenje. Masa se određuje preciznom digitalnom vagom i upisuje u obrazac, zaokružena na dvije decimale. Izražava se u gramima [g].

#### 4.3.2. Masa apsolutno suhog podloška

Nakon što je zračno suhi podložak izvagan, stavlja se u sušionik. Pri temperaturi od 125°C suši se otprilike 1 sat, odnosno do konstantne mase. Nakon toga se ponovo važe i upisuje u zapisnik. Isto kao i masa zračno suhog podloška, izražava se u gramima [g].



Slika 38 - Aparat za sušenje



#### 4.3.3. Sadržaj vlage u podlošku

Za izračunavanje sadržaja vlage u podlošku potrebne su nam masa zračno suhog i masa apsolutno suhog podloška. Sadržaj vlage ( $w$ ) računa se prema sljedećoj formuli:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100[\%],$$

gdje je  $m_1$  – masa zračno suhog podloška izražena u gramima [g], a  $m_2$  – masa apsolutno suhog podloška, također u gramima [g]. Vrijednost se upisuje u obrazac *Analiza gotovih proizvoda*.

#### 4.3.4. Postotak suhe tvari

Postotak suhe tvari mjeri se uređajem tipa A&D Moisture Analyzer ML-50.



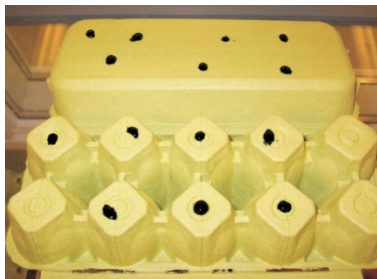
Slika 39 - A&D Moisture Analyzer  
ML-50

Mjerenje se radi na još mokrim podloščima, odnosno na onima koji su neposredno prije mjerenja formirani na stroju za oblikovanje.

Postupak mjerenja započinje pripremanjem uzorka čija masa mora biti od 5 do 6 g. Potrebno je uključiti uređaj i otvoriti njegov poklopac te utvrditi da je tavica za uzorke prazna i pravilno namještena, a nakon toga, pritisnuti tipku *Reset* kako bi se uređaj pripremio za novo mjerenje. Sljedeća operacija je odabir programa. Pomoću strelica se odabere program 2 (Mjerenje postotka suhe tvari) i potvrdi tipkom *Enter*. Na tavicu za uzorke se stavi pripremljeni uzorak i lagano zatvori poklopac uređaja. Pritisne se *Start* za početak mjerenja. Za 25 do 30 minuta zvučni signal označava kraj mjerenja. Vrijednost prikazana na digitalnom ekranu uređaja je postotak suhe tvari.

#### 4.3.5. *Upijanje tinte*

Upijanje tinte se mjeri zapornom urom. Specijalno pripremljena tinta se kapaljkom dozira na zrakom osušeni podložak. Sedam kapi se dozira na različitim mjestima na



*Slika 40 - Testiranje upijanja tinte*

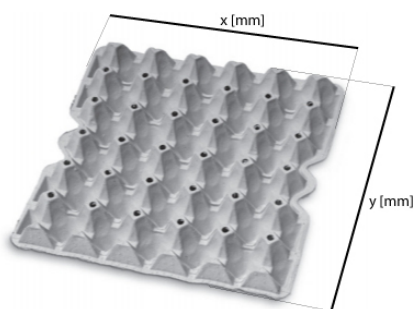
podlošku i promatra se upijanje. Izmjerenu vrijednost u minutama [min] laborant upisuje u obrazac *Analiza gotovih proizvoda*.

Mjerenjem upijanja tinte kontrolira se količina primjesa tj. dodataka u papirnoj masi.

#### 4.3.6. *Dimenzije podložaka*

Dimenzije podložaka se mjere metrom, a izmjerene vrijednosti se u obrazac upisuju u milimetrima [mm]. Mjere se dužina i širina podložaka i to na sljedeći način:

- dva mjerenja x dimenzije (u gornjem i donjem dijelu podložaka),
- dva mjerenja y dimenzije (proizvod se okreće na poledinu radi lakšeg mjerenja).



*Slika 41 - Mjerenje dimenzija podložaka*

#### 4.3.7. *Crush test*

Crush test radi se na gotovim, zračno suhim proizvodima. Test se izvodi pomoću uređaja Lloyd Instrumentsa tipa LR5K koji daje pritisak od 5 kN. Uređaj je priključen na računalo i ima program koji bilježi izmjerene vrijednosti.

Testiranje počinje vaganjem proizvoda. Proizvod je potrebno izvagati neposredno prije testiranja jer se duljim izlaganjem neklimatiziranom zraku njegova masa mijenja. Prije uključivanja crush testera, potrebno je podesiti gornju tj. pritisnu ploču na visinu dovoljnu za umetanje proizvoda. U programu koji bilježi izmjerene vrijednosti postavimo novo mjerenje. U prvo polje upisujemo komercijalni naziv proizvoda, a u drugo njegovu masu. Mjerenje započinje u trenutku pritiska tipke OK. Pritisna ploča se spušta na proizvod i tlači ga silom od 5 kN na putu od 1,5 cm. Tijekom mjerenja, program bilježi otpor [J] koji je proizvod pružio i zapisuje ga.



*Slika 42 - Lloyd Instruments LR5K*

Mjerenja se u Hartmannu izvode jednom mjesečno, s tim da se proizvodi čuvaju u klimatiziranom prostoru kako im vlaga iz zraka i temperatura ne bi promijenile svojstva.

#### 4.3.8. *Dimenzije palete i broj komada podložaka u paketu*

Dimenzije palete i broj komada podložaka na paleti specifični su za svaki proizvod, a identični su za cijelu grupaciju Hartmann. Dakle, dimenzije i broj komada u paketu su propisani i od njih se ne smije odstupati.

## 5. REZULTATI I KOMENTARI ISPITIVANJA

Za potrebe rada obavljena je kontrola kvalitete papirne mase i kontrola kvalitete gotovih proizvoda, a izvedena je u laboratoriju tvrtke Hartmann d.o.o. Mjerenja su rađena jedan radni tjedan, odnosno sedam dana u tri osmerosatne smjene.

Osnovni uvjet za izradu mjerenja bilo je praćenje proizvodnje u tri smjene, te uzimanje uzoraka pulpe i nasumični odabir proizvoda za detaljniju kontrolu.

Mjerenja su podijeljena u dvije kategorije:

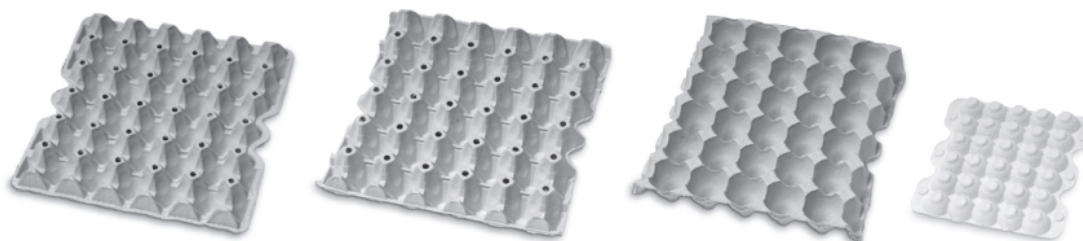
1. analiza papirne mase,
2. analiza gotovih proizvoda.

U prvom dijelu, u analizi papirne mase određivani su koncentracija mase, stupanj razvlaknjenost te pH vrijednost. U analizi gotovih proizvoda mjerene su masa zračno suhog podloška, masa apsolutno suhog podloška, sadržaj vlage u podlošku te dimenzije podloška.

Za određivanje koncentracije mase korišteni su Büchnerov lijevak spojen na vakuum, tikvica s ravnim dnom i grubi filter papir. Stupanj razvlaknjenosti određivan je Schopper-Rieglerovom aparaturom, a pH vrijednost digitalnim pH metrom tipa Mettler Toledo S20 Seven Easy.

Mjerenje mase zračno suhog podloška rađeno je pomoću digitalne vage. Apsolutno suhi proizvodi dobiveni su sušenjem u sušioniku na 125°C, a njihova masa također je mjerena digitalnom vagom. Sadržaj vlage izračunat je na temelju mase zračno suhog i apsolutno suhog podloška. Postotak suhe tvari određivan je pomoću uređaja A&D Moisture Analyzer ML-50, a dimenzije su mjerene metrom.

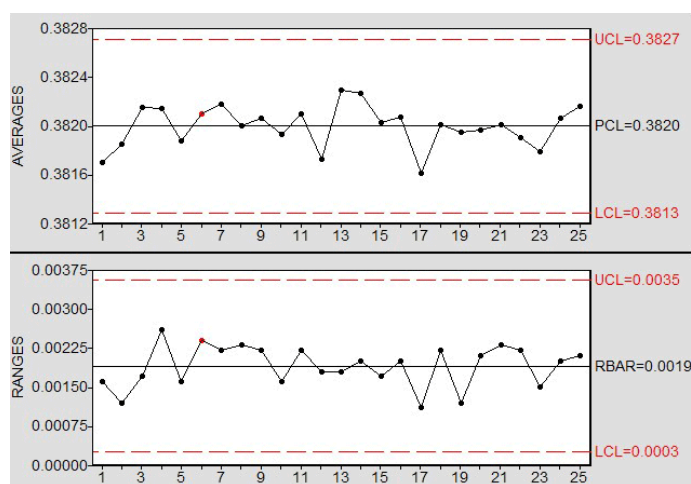
Ispitivanja su provedena na tri različita tipa podloška, komercijalnih naziva 20 Lbs, Eurotray i Cargo Small.



Slika 43 - Podlošci tipa 20 Lbs, Eurotray i Cargo Small (gornja i donja strana)

Rezultati analiza su radi preglednosti zapisani u obliku kontrolnih karata. Kontrolne karte služe za grafičko uspoređivanje podataka s unaprijed određenim kontrolnim granicama. One omogućuju da se pomoću korekcija procesa spriječi odbijanje proizvoda. Kontrolne karte izrazito su korisne jer su trendovi kretanja podataka i stanje van kontrole odmah vidljivi. Zbog toga ih je moguće koristiti u svim fazama proizvodnje i kao konstantnu i preventivnu kontrolu kvalitete.

S obzirom na praćenje mjerljivih karakteristika proizvodnje, za analizu su korištene  $\bar{x} - R$  karte. One opisuju centriranost procesa, odnosno kretanje aritmetičke sredine uzorka, ali i rasipanje procesa tj. kretanje raspona uzorka.



Slika 44 -  $\bar{x} - R$  kontrolna karta

Kontrolne karte određene su gornjom (GKG) i donjom (DKG) kontrolnom granicom te centralnom linijom (CL), a računaju se statistički.

Donja i gornja kontrolna granica  $\bar{x}$  – karte izračunate su prema sljedećim formulama:

$$DKG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R},$$

$$GKG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R},$$

gdje su  $\bar{x}$  – dnevni prosjek,  $\bar{\bar{x}}$  – srednja vrijednost dnevnih prosjeka,  $A_2$  – koeficijent i  $\bar{R}$  – srednja vrijednost dnevnih raspona.

Vrijednosti centralne linije jednake su srednjoj vrijednosti dnevnih prosjeka.

Donja i gornja kontrolna granica  $R$  – karte izračunate su prema sljedećim formulama:

$$DKG_R = D_3\bar{R},$$

$$GKG_R = D_4\bar{R},$$

gdje su  $D_3$  i  $D_4$  – koeficijenti i  $\bar{R}$  – srednja vrijednost dnevnih raspona.

Raspon ima formulu:

$$R = \text{maksimalna vrijednost} - \text{minimalna vrijednost},$$

dok se koeficijenti  $A_2$ ,  $D_3$  i  $D_4$  nalaze u Tablici 3, a dobiveni su na temelju normalne razdiobe. Koeficijenti odražavaju  $3\sigma$  kontrolne granice.

Tablica 1 - Koeficijenti za izračun kontrolnih granica

Veličina uzorka	$A_2$ za $\bar{x}$ – kartu	$D_3$ za $R$ – kartu	$D_4$ za $R$ – kartu
2	1,880	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004
7	0,119	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Kako su mjerenja rađena u vremenskom period od sedam dana, veličina uzorka za izračuna kontrolnih granica je 7. U tablici su vrijednosti koeficijenata za izračun označene zelenom bojom.

Također, u grafovima su, uz statistički izračunate kontrolne granice (označene s DKDs, GKGs, CLs), prikazane i granice tolerancija koje daje tvrtka Hartmann (označene s DKDh, GKGh, CLh).

## 5.1. REZULTATI MJERENJA PAPIRNE MASE

Sva provedena mjerenja i izračuni, izrađeni su u skladu s radnim uputama tvrtke opisanim u poglavljima 4.2.1. i 4.2.2.

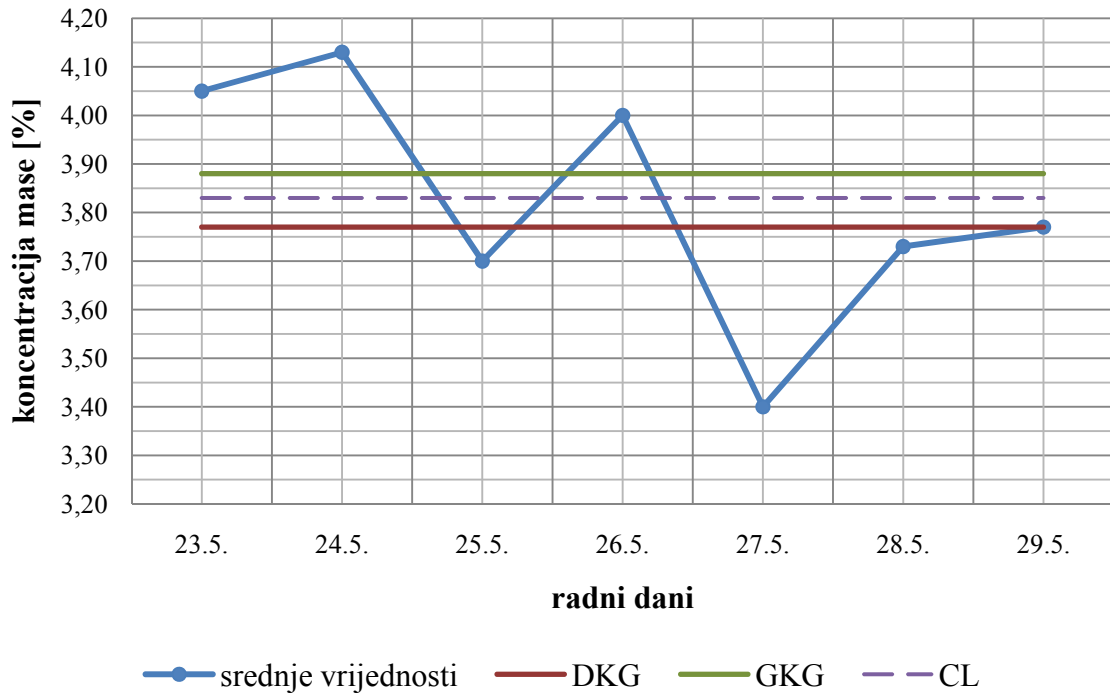
### 5.1.1. Analiza papirne mase u pulper kadi

Tablica 2 - Analiza papirne mase u pulper kadi stroja 1

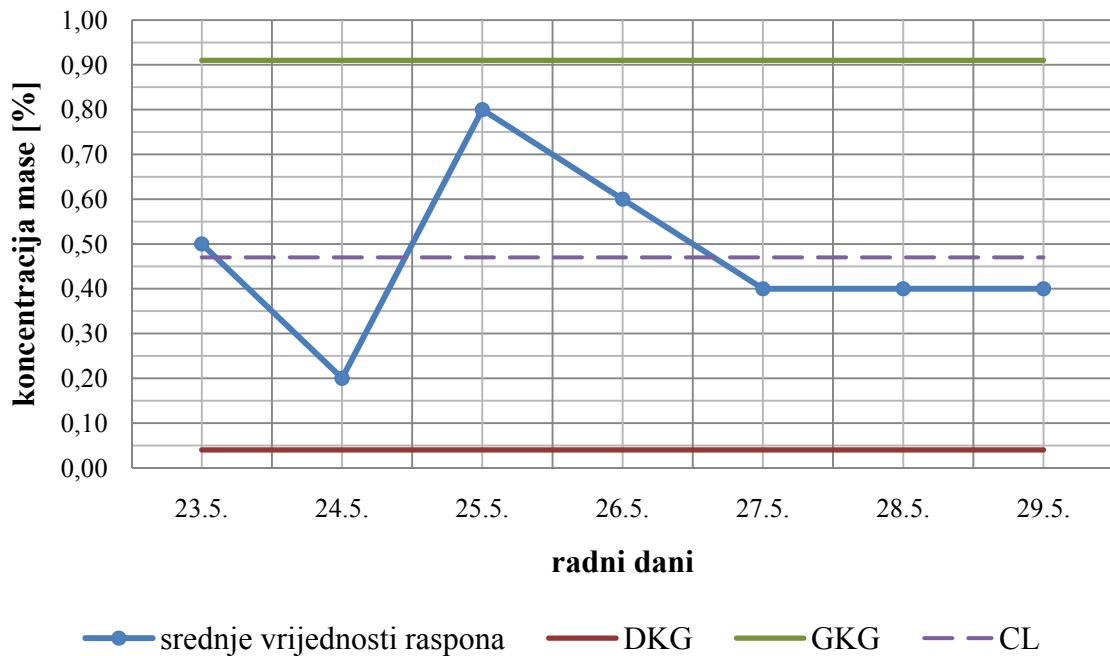
PULPER KADA - STROJ 1								
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	1. smjena	-	4,20	3,20	4,30	3,20	3,80	3,90
	2. smjena	3,80	4,20	4,00	3,70	3,40	3,50	3,50
	3. smjena	4,30	4,00	3,90	4,00	3,60	3,90	3,90
	$\bar{x}$	4,05	4,13	3,70	4,00	3,40	3,73	3,77
	$\bar{\bar{x}}$	3,83						
	$DKG_{\bar{x}}$	3,77						
	$GKG_{\bar{x}}$	3,88						
	$R$	0,50	0,20	0,80	0,60	0,40	0,40	0,40
	$\bar{R}$	0,47						
	$DKG_R$	0,04						
$GKG_R$	0,91							
Stupanj razvlaknjenosti [°SR]	1. smjena	-	42,00	50,00	58,00	54,00	50,00	49,00
	2. smjena	49,00	45,00	48,00	53,00	50,00	55,00	53,00
	3. smjena	56,00	46,00	48,00	50,00	48,00	49,00	50,00
	$\bar{x}$	52,50	44,33	48,67	53,67	50,67	51,33	50,67
	$\bar{\bar{x}}$	50,26						
	$DKG_{\bar{x}}$	49,63						
	$GKG_{\bar{x}}$	50,89						
	$R$	7,00	4,00	2,00	8,00	6,00	6,00	4,00
	$\bar{R}$	5,29						
	$DKG_R$	0,40						
$GKG_R$	10,17							
pH vrijednost	1. smjena	6,97	6,72	6,58	7,11	6,79	7,05	6,95
	2. smjena	7,05	6,89	6,96	6,94	6,88	7,19	6,98
	3. smjena	6,94	7,02	7,05	6,77	6,57	6,85	7,03
	$\bar{x}$	6,99	6,88	6,86	6,94	6,75	7,03	6,99
	$\bar{\bar{x}}$	6,92						
	$DKG_{\bar{x}}$	6,89						
	$GKG_{\bar{x}}$	6,95						
	$R$	0,11	0,30	0,47	0,34	0,31	0,34	0,08
	$\bar{R}$	0,28						
	$DKG_R$	0,02						
$GKG_R$	0,54							



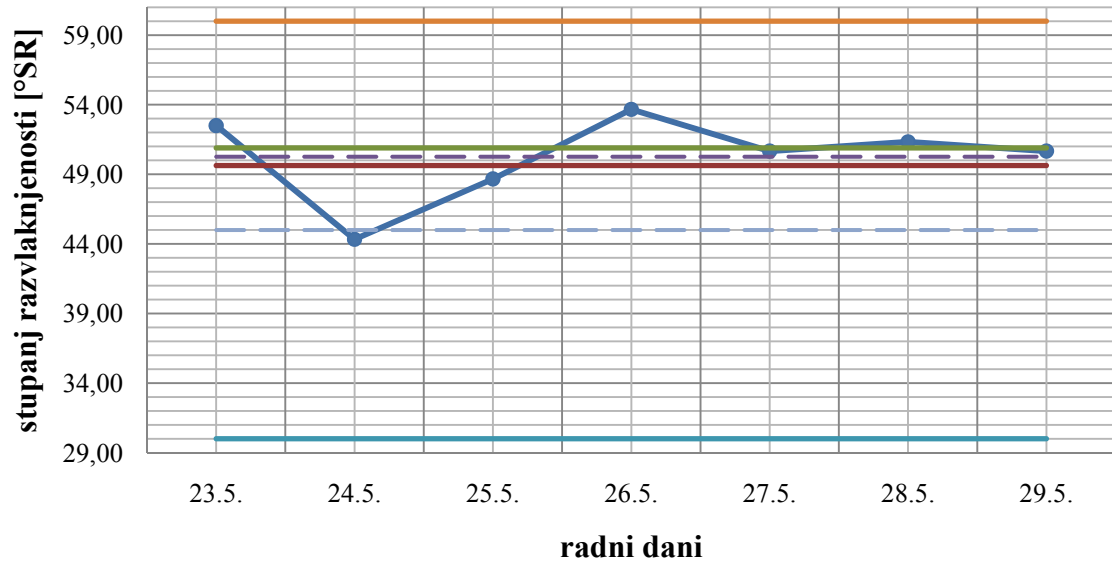
**X karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase



**R karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase

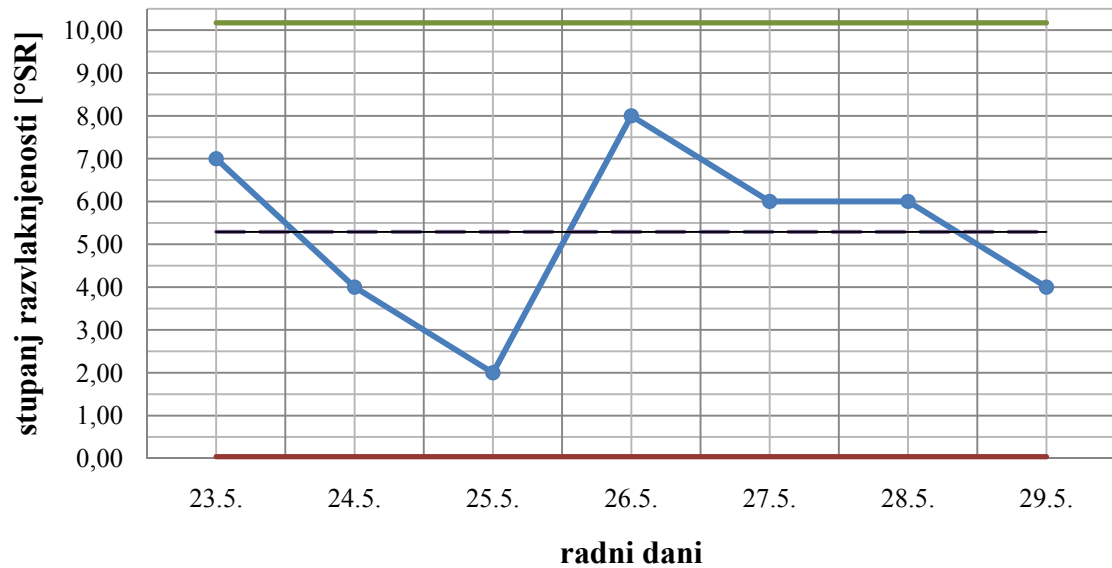


### X karta Stroj 1 - Stupanj razvlaknjenosti



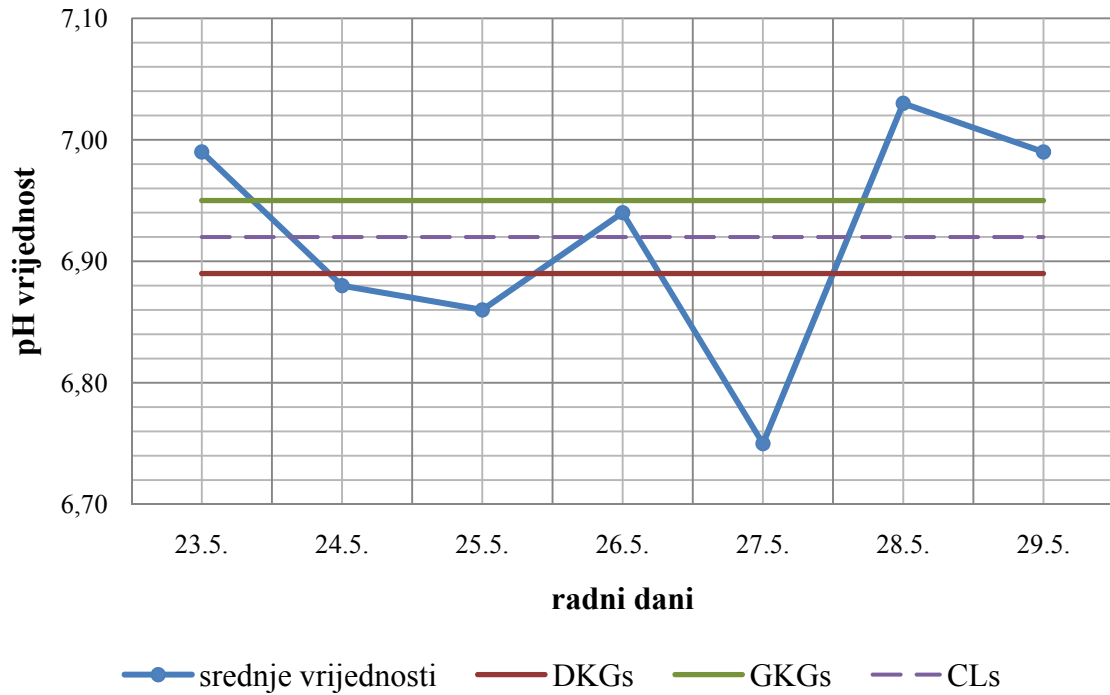
- srednje vrijednosti
- DKGs
- GKGs
- CLs
- DKGh
- GK Gh
- CLh

### R karta Stroj 1 - Stupanj razvlaknjenosti

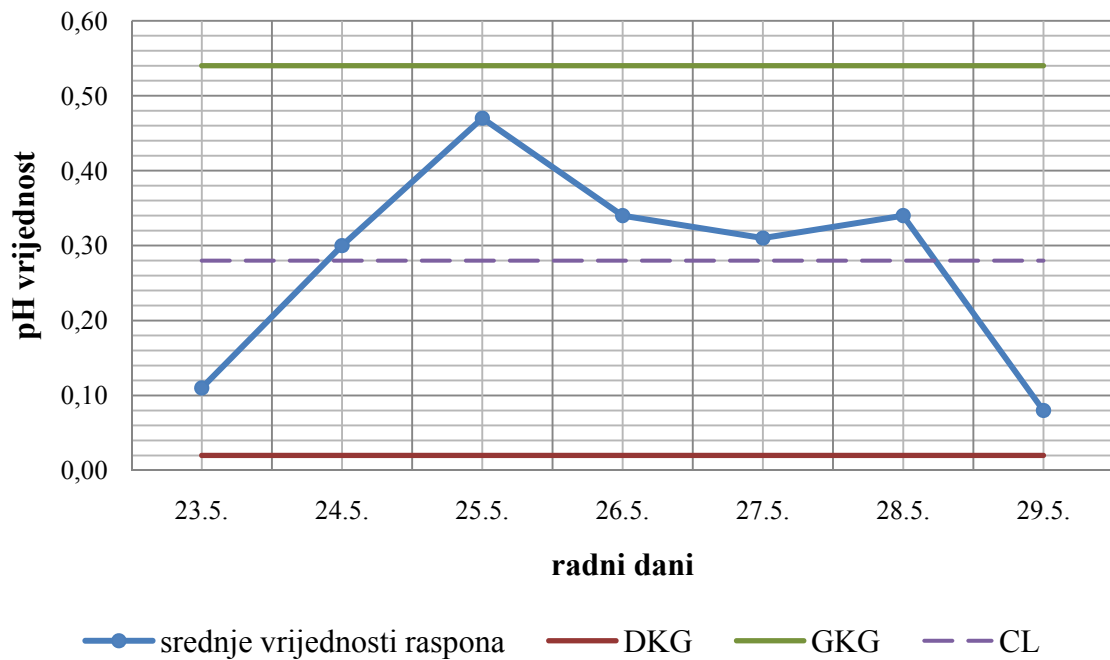


- srednje vrijednosti raspona
- DKG
- GKG
- CL

**X karta**  
Stroj 1 - pH vrijednost



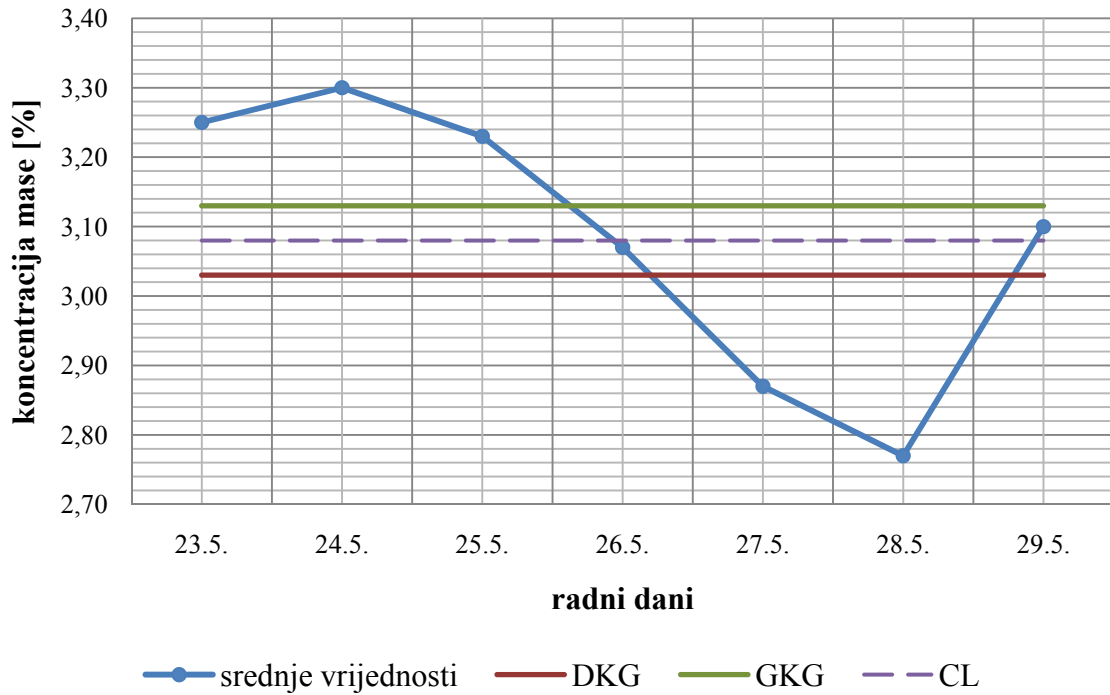
**R karta**  
Stroj 1 - pH vrijednost



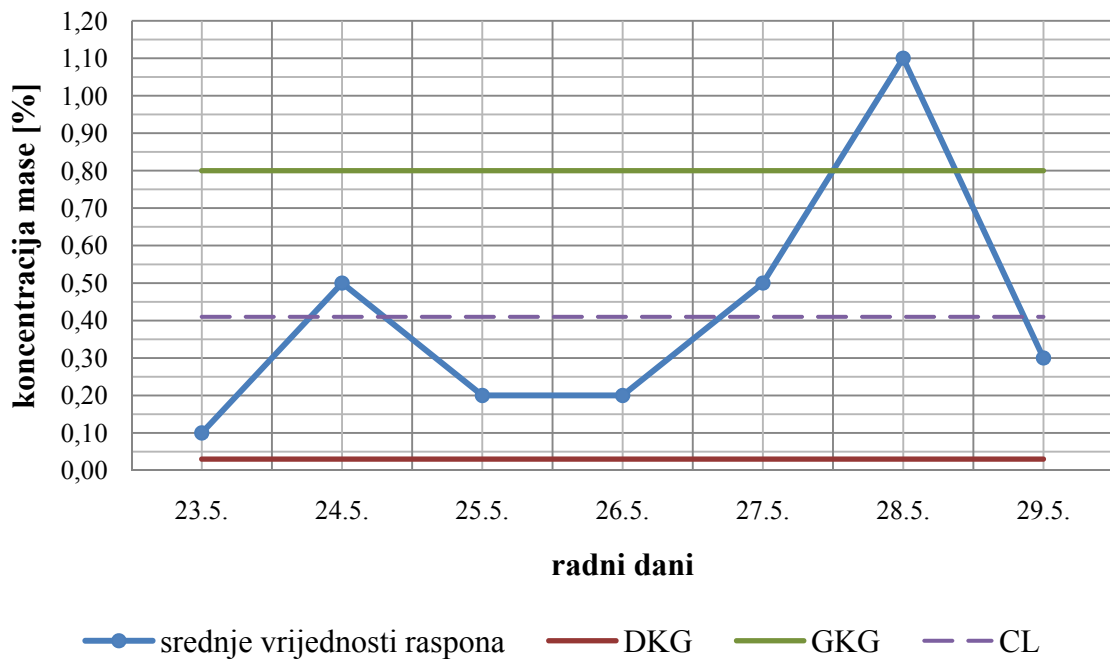
Tablica 3 - Analiza papirne mase u pulper kadi stroja 2

PULPER KADA - STROJ 2								
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	1. smjena	-	3,60	3,30	3,20	2,60	3,30	3,20
	2. smjena	3,30	3,10	3,30	3,00	3,10	2,20	2,90
	3. smjena	3,20	3,20	3,10	3,00	2,90	2,80	3,20
	$\bar{x}$	3,25	3,30	3,23	3,07	2,87	2,77	3,10
	$\bar{\bar{x}}$	3,08						
	$DKG_{\bar{x}}$	3,03						
	$GKG_{\bar{x}}$	3,13						
	$R$	0,10	0,50	0,20	0,20	0,50	1,10	0,30
	$\bar{R}$	0,41						
	$DKG_R$	0,03						
$GKG_R$	0,80							
Stupanj razvlaknjenosti [°SR]	1. smjena	-	45,00	52,00	58,00	55,00	49,00	47,00
	2. smjena	51,00	47,00	50,00	55,00	53,00	54,00	52,00
	3. smjena	51,00	49,00	51,00	52,00	52,00	51,00	48,00
	$\bar{x}$	51,00	47,00	51,00	55,00	53,33	51,33	49,00
	$\bar{\bar{x}}$	51,10						
	$DKG_{\bar{x}}$	50,67						
	$GKG_{\bar{x}}$	51,52						
	$R$	0,00	4,00	2,00	6,00	3,00	5,00	5,00
	$\bar{R}$	3,57						
	$DKG_R$	0,27						
$GKG_R$	6,87							
pH vrijednost	1. smjena	7,33	7,04	6,71	6,98	7,06	7,15	6,88
	2. smjena	7,28	7,00	7,28	7,23	7,01	7,20	7,17
	3. smjena	6,83	7,08	7,35	7,03	7,13	7,17	7,26
	$\bar{x}$	7,15	7,04	7,11	7,08	7,07	7,17	7,10
	$\bar{\bar{x}}$	7,10						
	$DKG_{\bar{x}}$	7,07						
	$GKG_{\bar{x}}$	7,14						
	$R$	0,50	0,08	0,64	0,25	0,12	0,05	0,38
	$\bar{R}$	0,29						
	$DKG_R$	0,02						
$GKG_R$	0,56							

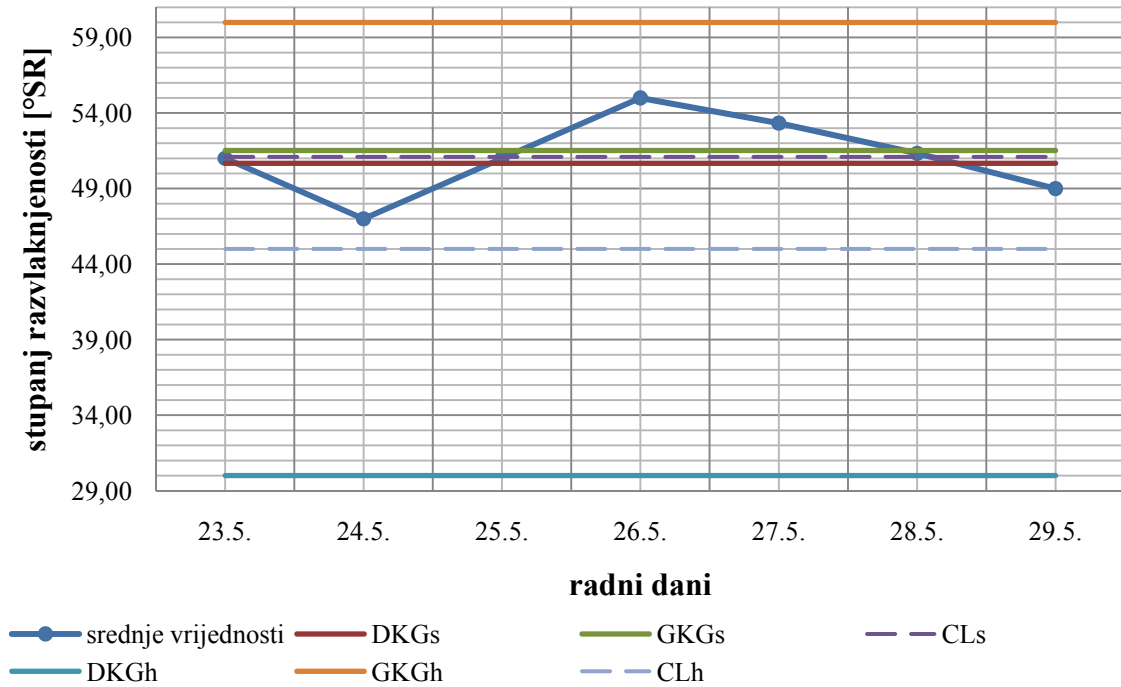
**X karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



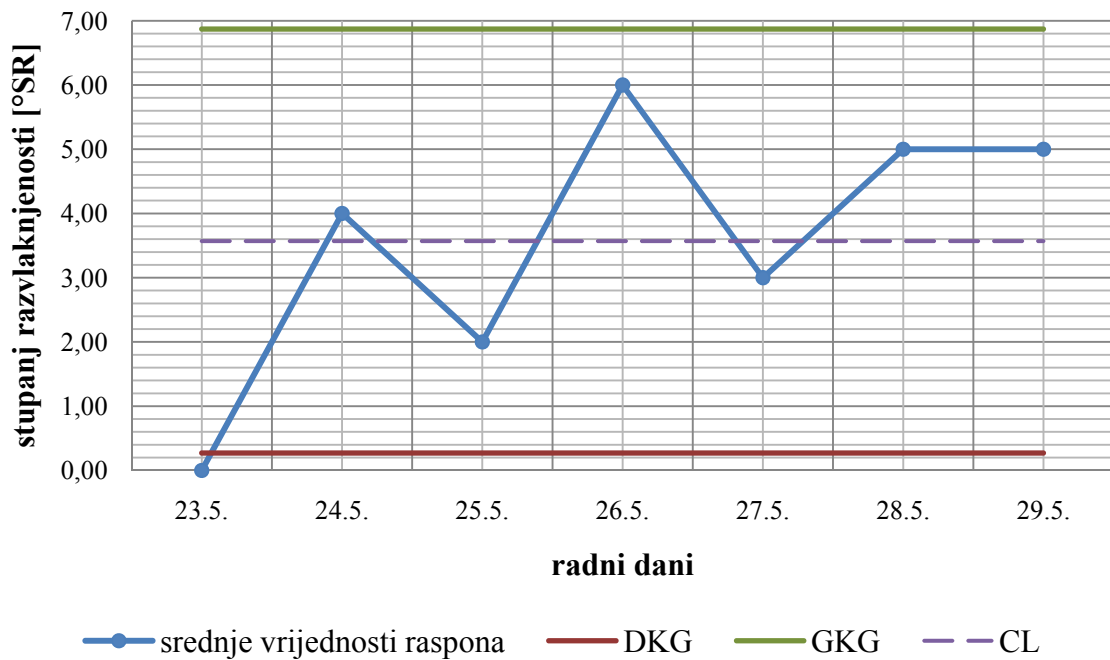
**R karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



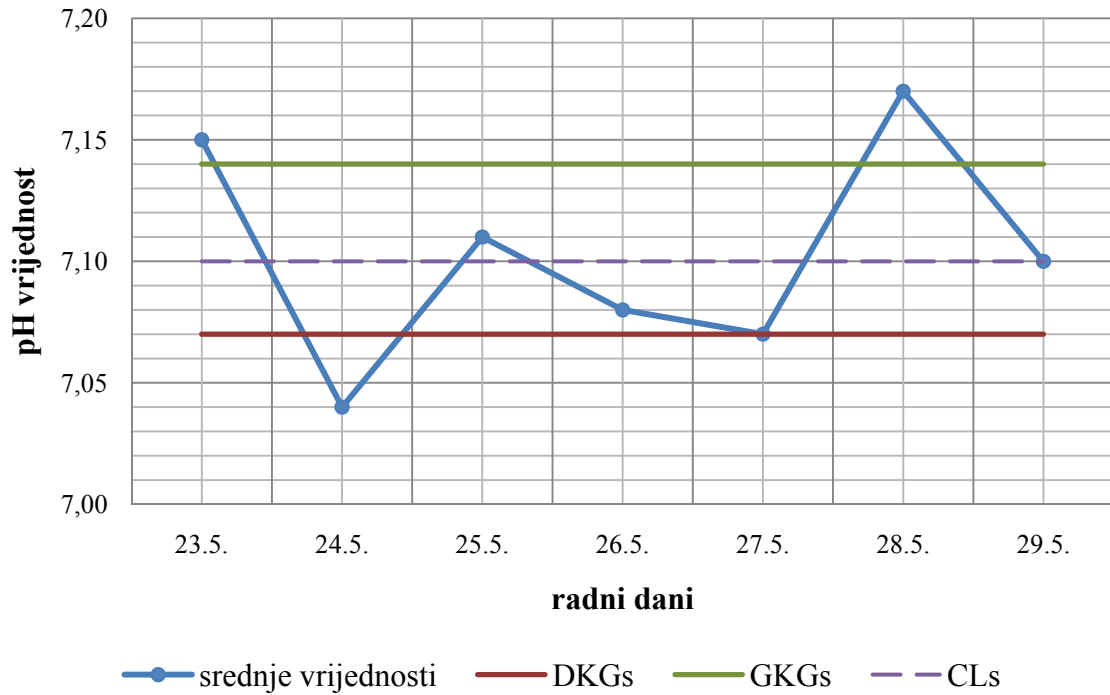
### X karta Stroj 2 - Stupanj razvlaknjenosti



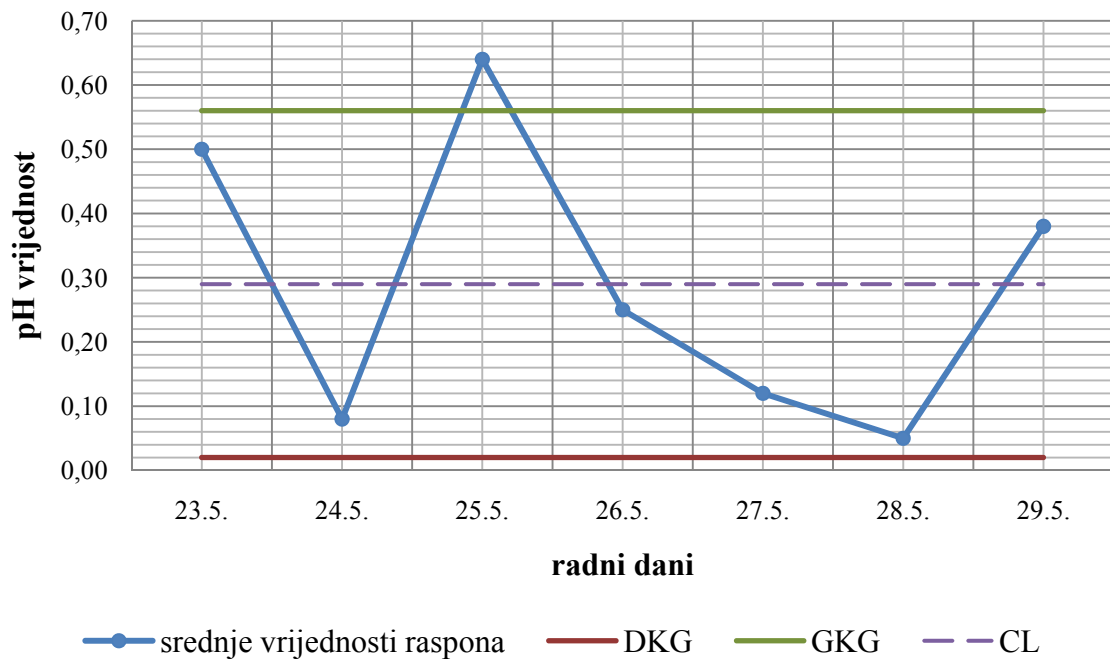
### R karta Stroj 2 - Stupanj razvlaknjenosti



**X karta**  
Stroj 2 - pH vrijednost



**R karta**  
Stroj 2 - pH vrijednost



### ***Koncentracija mase***

Statističke kontrolne granice koncentracije mase izračunate za stroj 1 iznose  $DKG = 3,77$ ,  $GKG = 3,88$  i  $CL = 3,83$ , za stroj 2 su  $DKG = 3,03$ ,  $GKG = 3,13$  i  $CL = 3,08$ , dok Hartmannove granice nisu strogo izražene. Za Hartmannovu proizvodnju i odjel kontrole kvalitete bitno je da se koncentracija mase ne poveća i prijeđe 6%.

Iz kontrolnih karata vidljivo je kako su koncentracije mase u pulper kadi stroja 1 i u pulper kadi stroja 2 unutar granice od 6%. Iako mjerene vrijednosti prelaze statističke kontrolne granice, nije bilo potrebe za preventivnim akcijama jer je to zadovoljavajući rezultat za tvrtku.

Kad bi u pulper kadama koncentracija mase bila veća od 6% to ne bi bilo povoljno za proizvodnju jer stvara problem noževima tj. njihovom okretanju, a uz to se javlja i povećana potrošnja energije jer mljevenja traje dulje, a i prevelika koncentracija ne može se dobro samljati. Preventivne akcije za tu vrstu problema su dodavanje vode kako bi masa postala rjeđa.

### ***Stupanj razvlaknjenosti***

Statističke kontrolne granice stupnja razvlaknjenosti za stroj 1 su  $DKG = 49,63$ ,  $GKG = 50,89$  i  $CL = 50,26$ , dok su za stroj 2  $DKG = 50,67$ ,  $GKG = 51,52$  i  $CL = 51,10$ . Hartmannove granice kreću se od 30 do 60°SR, a optimum je od 45 do 50°SR, ali to ovisi o vrsti sirovine i recepturi prema kojoj se radi. Dakle, ako je stupanj razvlaknjenosti manji od 30, znači da u masi ima previše dugih vlakana (npr. celuloza), ako je pak preveliki, znači da ima puno kratkih vlakana. Korektivne akcije za ovaj problem su dodavanje one vrste sirovine koja ima veći, odnosno manji stupanj razvlaknjenosti i, ako se radi o problematičnoj sirovini, slijedi reklamacija.

Iz priložene kontrolne karte vidljivo je kako dnevne srednje vrijednosti ne prelaze kontrolne granice koje daje Hartmann, ali prelaze statističke kontrolne granice. Bez obzira na to, ni u ovom slučaju nisu provedene korektivne mjere jer dobiveni rezultati zadovoljavaju granice tolerancije u Hartmannu.



### ***pH vrijednost***

Zbog preglednosti grafova pH vrijednosti, na X karti nisu ucrtane kontrolne granice tvrtke, već samo statističke kontrolne granice.

Statističke kontrolne granice za pH vrijednost pulper kadu stroja 1 iznose  $DKG = 6,89$ ,  $GKG = 6,95$  i  $CL = 6,92$ , za pulper kadu stroja 2 one su  $DKG = 7,07$ ,  $GKG = 7,14$  i  $CL = 7,10$ , dok su Hartmannove granice u skladu sa zakonskim propisima i kreću se od 6,5 do 9. Kako se u procesu proizvodnje radi smanjenja korištenja svježe vode koristi voda iz zatvorenog proizvodnog kruga, jedan dio vode se pročišćava, a jedan dio ostaje otpadna voda. Iz tog razloga, pH vrijednost mora biti unutar zakonskih granica (Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda, Narodne novine br. 87, od 13.7.2010.).

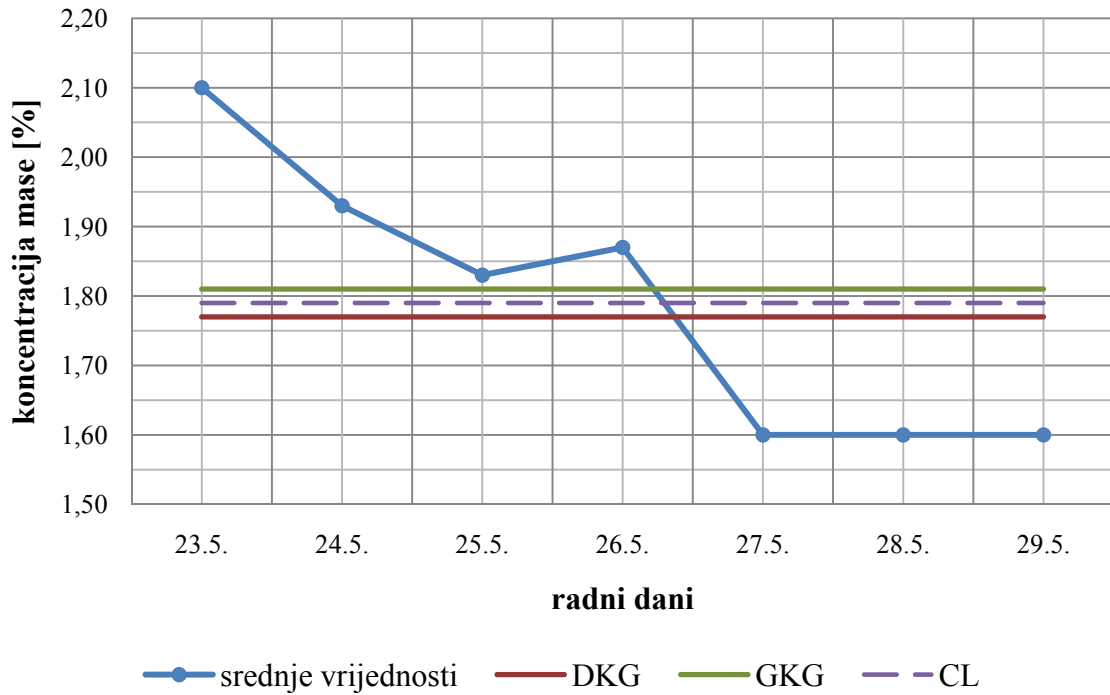
Iz oba X grafa pH vrijednosti vidljivo je da ne odstupaju od tvrtkinih granica tj. zakonskih normi, zbog čega nije bilo potrebe za intervencijama. Kad pH vrijednost prelazi granicu od 9,5, u vodu se dodaje aluminijev sulfat.

5.1.2. Analiza papirne mase u nivo kadi

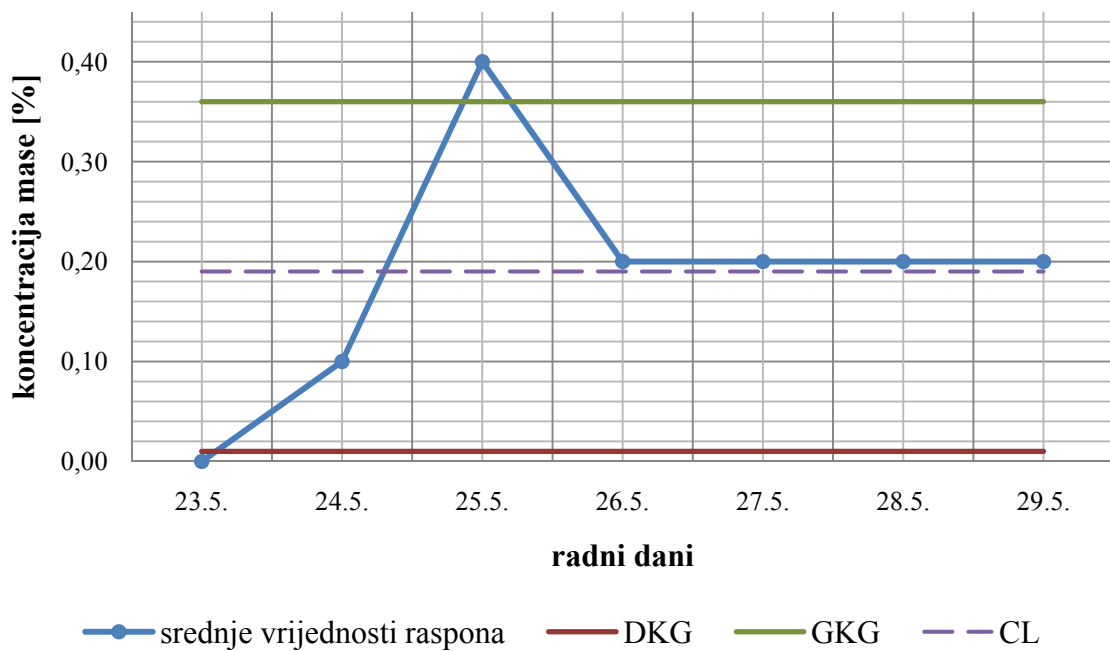
Tablica 4 - Analiza papirne mase u nivo kadi stroja 1

NIVO KADA - STROJ 1								
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	<b>1. smjena</b>	-	2,00	1,70	1,80	1,60	1,60	1,60
	<b>2. smjena</b>	2,10	1,90	2,10	1,80	1,50	1,50	1,50
	<b>3. smjena</b>	2,10	1,90	1,70	2,00	1,70	1,70	1,70
	$\bar{x}$	2,10	1,93	1,83	1,87	1,60	1,60	1,60
	$\bar{\bar{x}}$	<b>1,79</b>						
	$DKG_{\bar{x}}$	<b>1,77</b>						
	$GKG_{\bar{x}}$	<b>1,81</b>						
	<b>R</b>	0,00	0,10	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20
	$\bar{R}$	<b>0,19</b>						
	$DKG_R$	<b>0,01</b>						
	$GKG_R$	<b>0,36</b>						

**X karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase



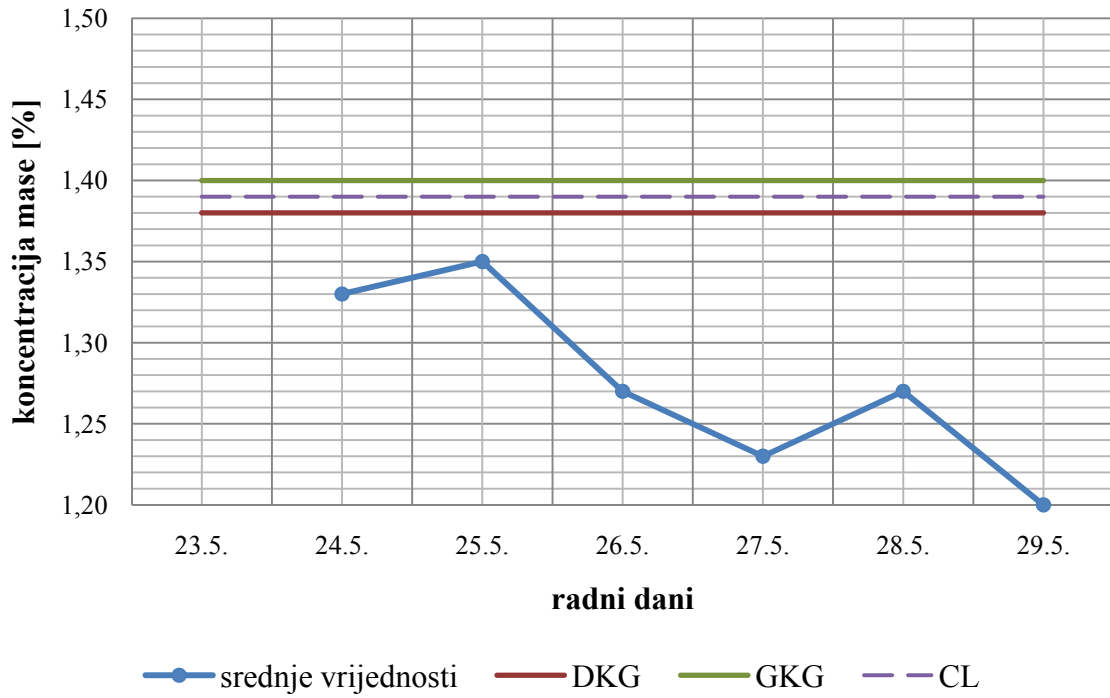
**R karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase



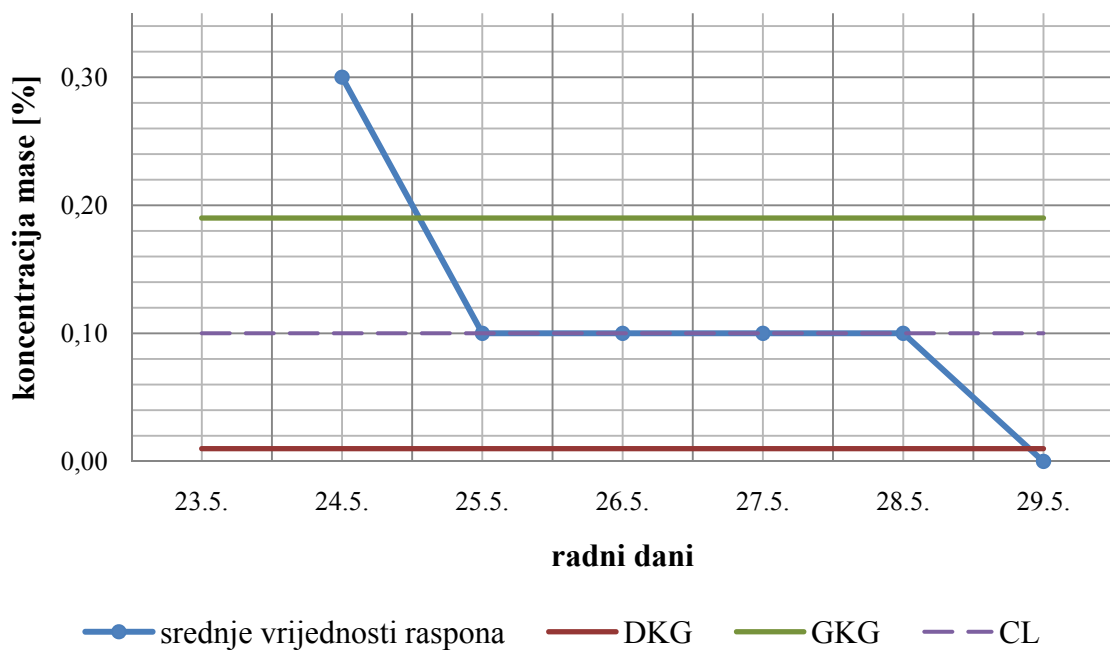
Tablica 5 - Analiza papirne mase u nivo kadi stroja 2

NIVO KADA - STROJ 2								
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	<b>1. smjena</b>	-	1,20	1,40	1,30	1,20	1,30	1,20
	<b>2. smjena</b>	-	1,30	-	1,30	1,20	1,30	1,20
	<b>3. smjena</b>	2,10	1,50	1,30	1,20	1,30	1,20	1,20
	$\bar{x}$	2,10	1,33	1,35	1,27	1,23	1,27	1,20
	$\bar{\bar{x}}$	<b>1,39</b>						
	$DKG_{\bar{x}}$	<b>1,38</b>						
	$GKG_{\bar{x}}$	<b>1,40</b>						
	$R$	0,00	0,30	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00
	$\bar{R}$	<b>0,10</b>						
	$DKG_R$	<b>0,01</b>						
	$GKG_R$	<b>0,19</b>						

**X karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



**R karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



Statističke kontrolne granice koncentracije mase u nivo kadi izračunate za stroj 1 iznose  $DKG = 1,38$ ,  $GKG = 1,40$  i  $CL = 1,39$ , za stroj 2 su  $DKG = 1,77$ ,  $GKG = 1,81$  i  $CL = 1,79$ , dok Hartmannove granice ne smiju prijeći 6.

Iz kontrolnih karata vidljivo je kako su koncentracije mase u nivo kadi stroja 1 i u nivo kadi stroja 2 unutar granice od 6. Dakle, nije bilo potrebe za preventivnim akcijama jer su rezultati zadovoljavajući.

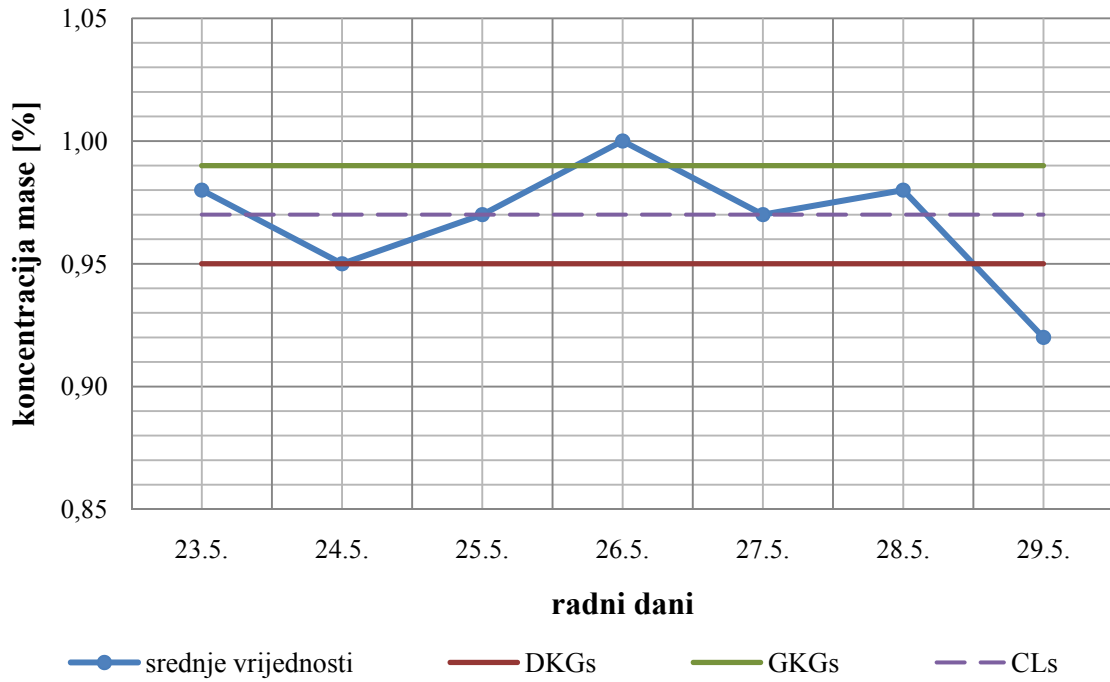
Kao i kod pulper kade, povećanje koncentracije mase iznad 6% to stvaralo bi problem u proizvodnji. Također, i preventivne akcije su jednake – dodavanje vode kako bi masa postala rjeđa.

5.1.3. Analiza papirne mase na stroju za oblikovanje

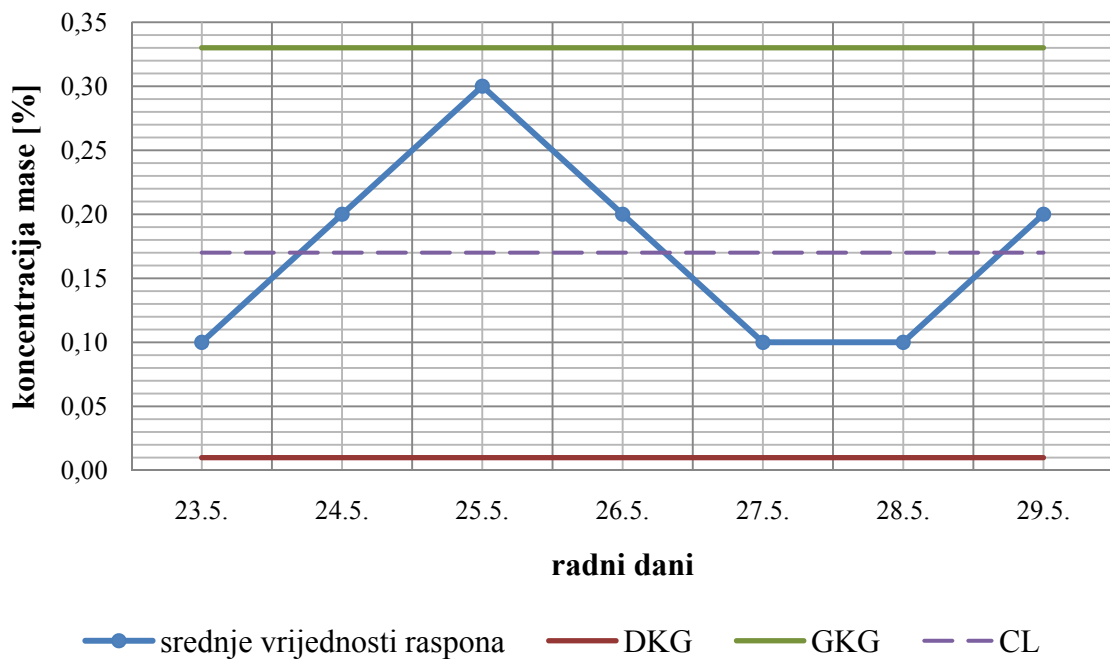
Tablica 6 - Analiza papirne mase na stroju za oblikovanje 1

		STROJ 1						
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	1. smjena	-	1,00	1,10	1,00	0,90	0,90	0,90
		-	1,00	1,10	0,90	1,00	1,00	1,00
	2. smjena	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80
		1,00	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	0,90
	3. smjena	1,00	1,00	0,90	1,10	1,00	1,00	1,00
		0,90	0,90	0,90	1,00	0,90	1,00	0,90
	$\bar{x}$	0,98	0,95	0,97	1,00	0,97	0,98	0,92
	$\bar{\bar{x}}$	0,97						
	$DKG_{\bar{x}}$	0,95						
	$GKG_{\bar{x}}$	0,99						
	$R$	0,10	0,20	0,30	0,20	0,10	0,10	0,20
	$\bar{R}$	0,17						
	$DKG_R$	0,01						
$GKG_R$	0,33							
pH vrijednost	1. smjena	7,78	7,45	6,95	7,61	7,36	7,19	7,39
		-	7,19	7,02	7,21	7,30	7,22	7,42
	2. smjena	7,10	7,30	6,98	7,42	7,37	7,34	7,23
		7,15	7,38	7,13	7,43	7,35	7,61	7,43
	3. smjena	7,23	7,18	6,98	7,02	7,26	7,51	7,48
		7,25	7,21	7,01	7,53	7,31	7,57	7,45
	$\bar{x}$	7,30	7,29	7,01	7,37	7,33	7,41	7,40
	$\bar{\bar{x}}$	7,30						
	$DKG_{\bar{x}}$	7,26						
	$GKG_{\bar{x}}$	7,34						
	$R$	0,68	0,27	0,18	0,59	0,11	0,42	0,25
	$\bar{R}$	0,36						
	$DKG_R$	0,03						
$GKG_R$	0,69							

**X karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase

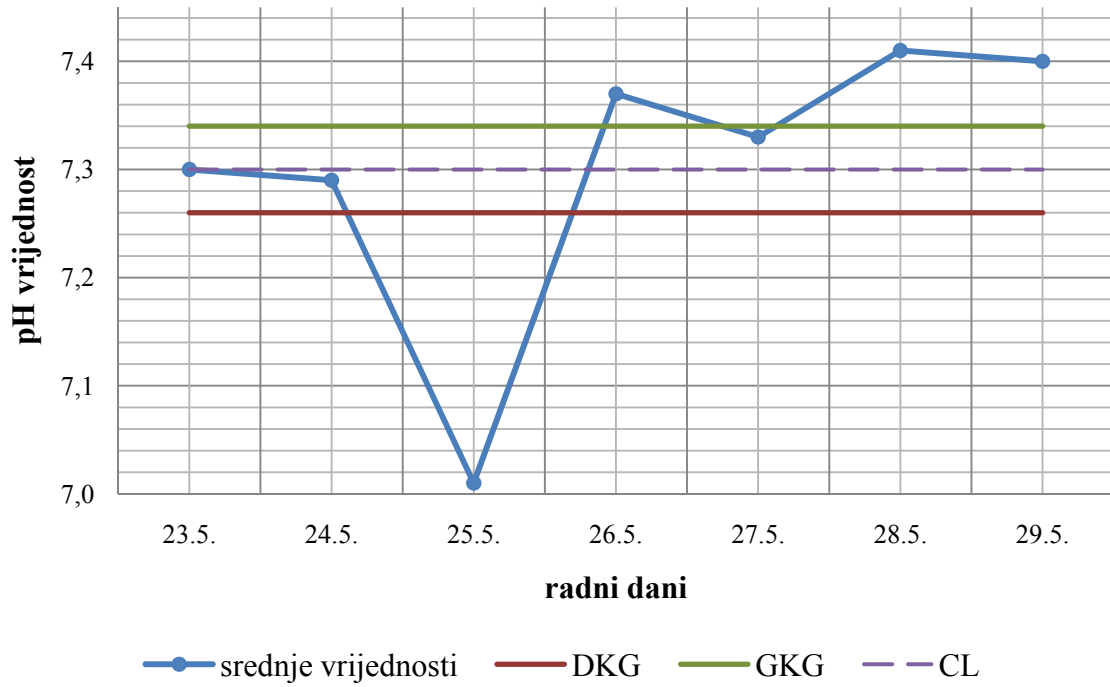


**R karta**  
Stroj 1 - Koncentracija mase

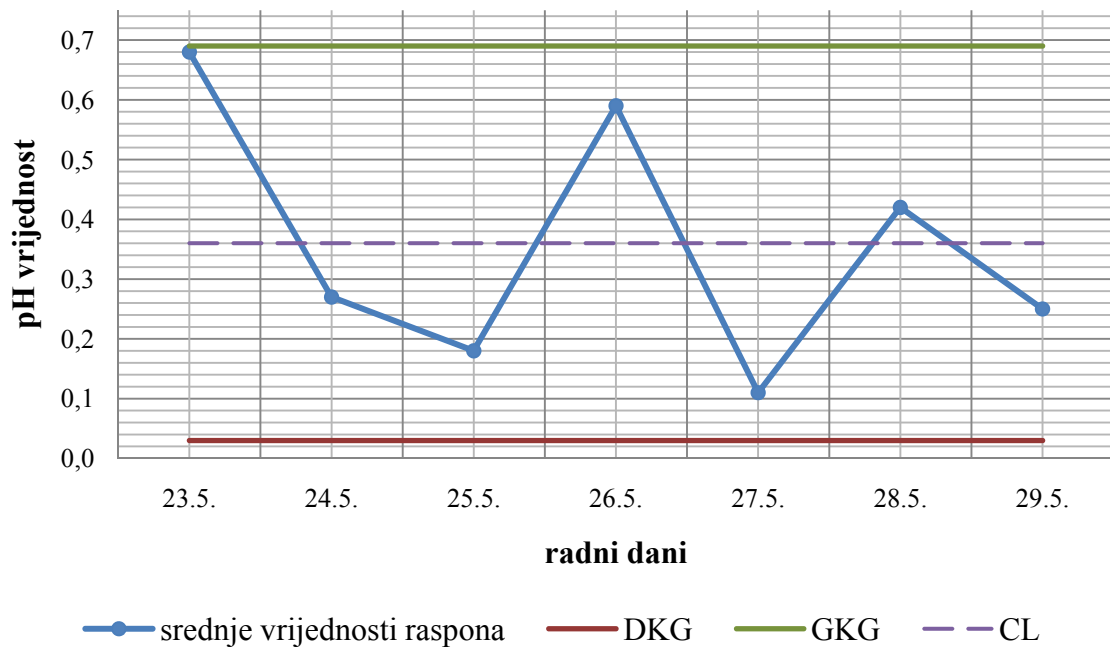




**X karta**  
Stroj 1 - pH vrijednost



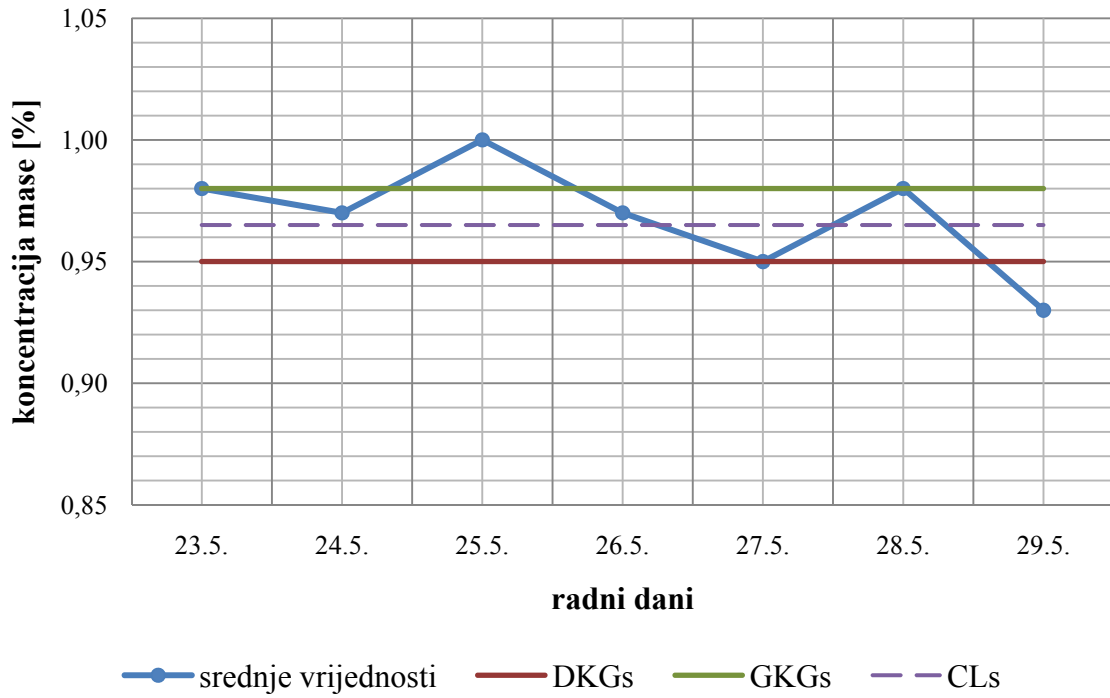
**R karta**  
Stroj 1 - pH vrijednost



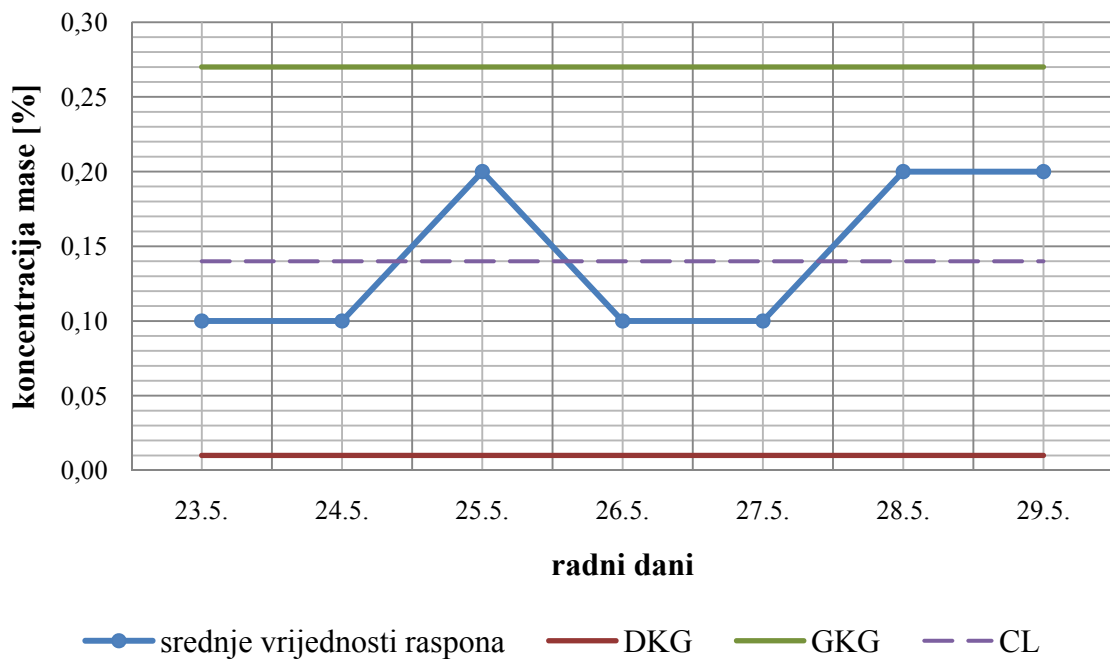
Tablica 7 - Analiza papirne mase na stroju za oblikovanje 2

PAPIRNA MASA – STROJ 2								
		23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
Koncentracija mase [%]	1. smjena	-	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90
		-	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90
	2. smjena	0,90	0,90	1,10	1,00	0,90	1,00	1,10
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90
	3. smjena	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90
		1,00	0,90	1,00	0,90	0,90	1,10	0,90
	$\bar{x}$	0,98	0,97	1,00	0,97	0,95	0,98	0,93
	$\bar{\bar{x}}$	0,97						
	$DKG_{\bar{x}}$	0,95						
	$GKG_{\bar{x}}$	0,98						
	$R$	0,10	0,10	0,20	0,10	0,10	0,20	0,20
	$\bar{R}$	0,14						
	$DKG_R$	0,01						
	$GKG_R$	0,27						
pH vrijednost	1. smjena	7,69	7,32	7,05	7,30	7,43	7,39	7,59
		-	7,61	7,08	7,46	7,44	7,35	7,56
	2. smjena	7,38	7,14	7,00	7,39	7,31	7,44	7,44
		7,37	7,37	7,43	7,41	7,36	7,45	7,50
	3. smjena	7,39	7,40	7,10	7,20	7,29	7,40	7,39
		7,49	7,29	7,13	7,52	7,40	7,45	7,40
	$\bar{x}$	7,46	7,36	7,13	7,38	7,37	7,41	7,48
	$\bar{\bar{x}}$	7,37						
	$DKG_{\bar{x}}$	7,34						
	$GKG_{\bar{x}}$	7,40						
	$R$	0,32	0,47	0,43	0,32	0,15	0,10	0,20
	$\bar{R}$	0,28						
	$DKG_R$	0,02						
	$GKG_R$	0,55						

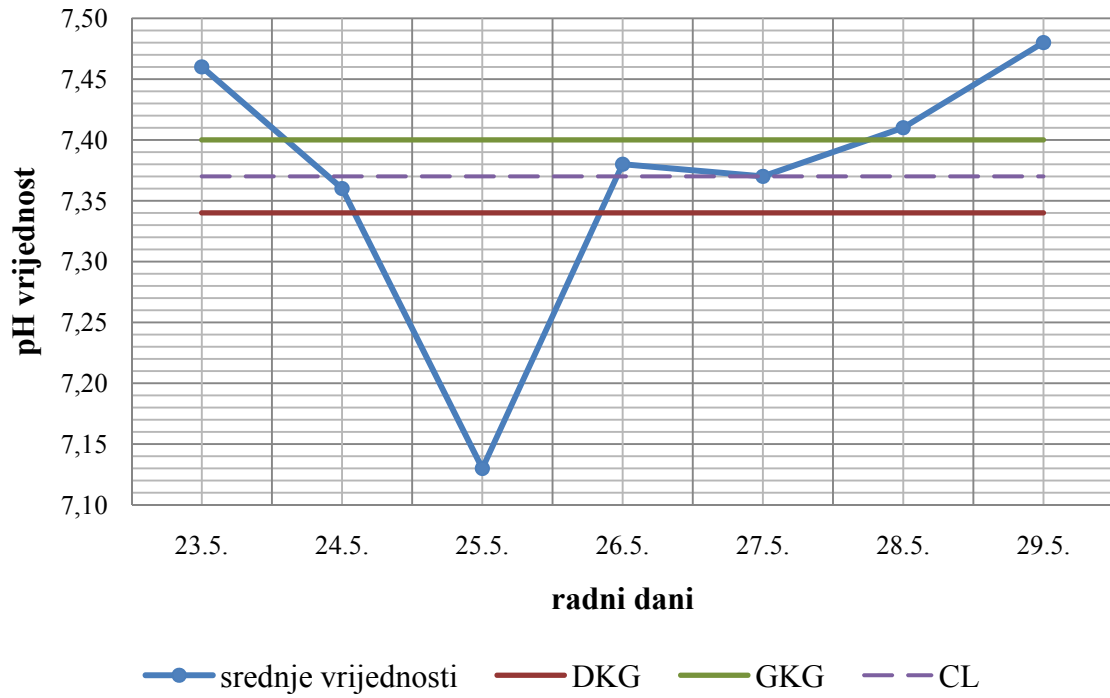
**X karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



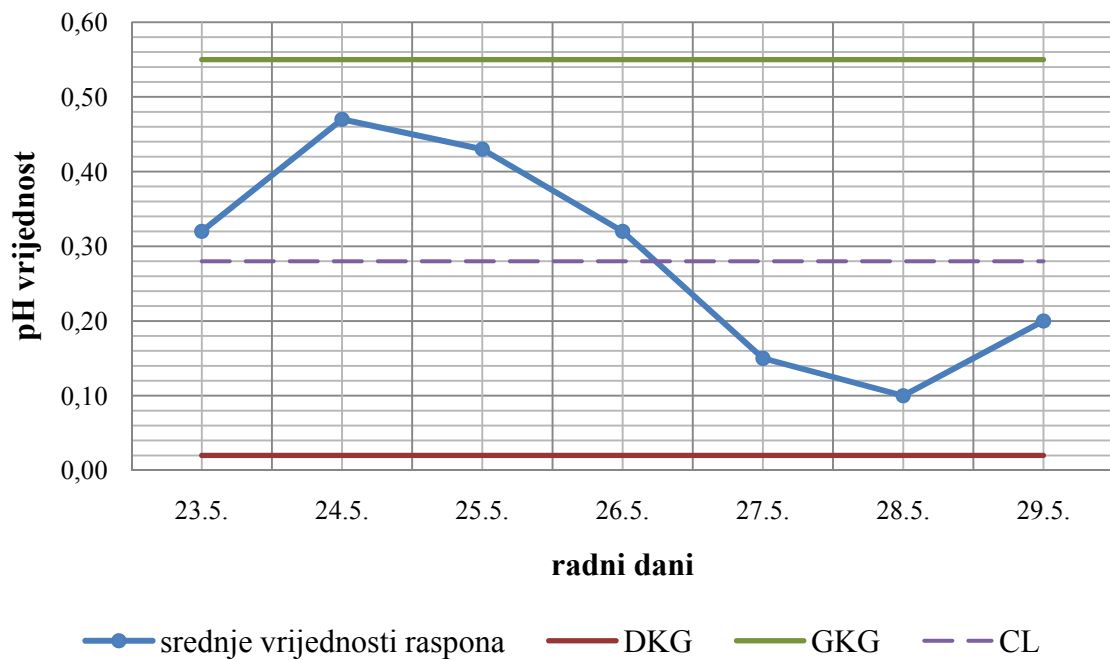
**R karta**  
Stroj 2 - Koncentracija mase



**X karta**  
Stroj 2 - pH vrijednost



**R karta**  
Stroj 2 - pH vrijednost



### ***Koncentracija mase***

Statističke kontrolne granice koncentracije mase stroja za oblikovanje 1 iznose  $DKG = 0,95$ ,  $GKG = 0,99$  i  $CL = 0,97$ , za stroj za oblikovanje 2 one su  $DKG = 0,95$ ,  $GKG = 0,98$  i  $CL = 0,97$ , dok se Hartmannove granice kreću od 0,8 do 1,4, ali zbog preglednosti grafova nisu ucrtane.

Za normalni tijek proizvodnje, koncentracija mase na stroju za oblikovanje mora biti oko 1,0. Jednako kao i kod prethodnih slučajeva, prevelika koncentracija mase uzrokuje određene probleme prilikom proizvodnje. Korektivne akcije su također dodavanje vode kako bi se razrijedila masa.

### ***pH vrijednost***

Zbog preglednosti grafova pH vrijednosti, ni na X kartama strojeva za oblikovanje nisu ucrtane kontrolne granice tvrtke, već samo statističke kontrolne granice.

Statističke kontrolne granice za pH vrijednost stroja za oblikovanje 1 iznose  $DKG = 7,26$ ,  $GKG = 7,34$  i  $CL = 7,30$ , za stroj za oblikovanje 2 one su  $DKG = 7,34$ ,  $GKG = 7,40$  i  $CL = 7,37$ , dok su Hartmannove granice u skladu sa zakonskim propisima i kreću se od 5,5 do 9.

Iz oba X grafa pH vrijednosti vidljivo je da one ne odstupaju od propisanih zakonskih normi, zbog čega nije bilo potrebe za intervencijama.

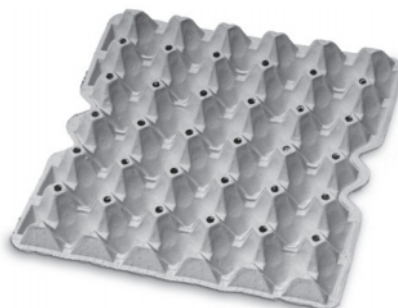
## 5.2. REZULTATI PRAĆENJA KVALITETE GOTOVIH PROIZVODA

Sva provedena mjerenja i izračuni, izrađeni su u skladu s radnim uputama tvrtke, a opisana su poglavljima 4.3.1., 4.3.2., 4.3.3. i 4.3.5.

### 5.2.1. Rezultati mjerenja mase zračno suhog proizvoda

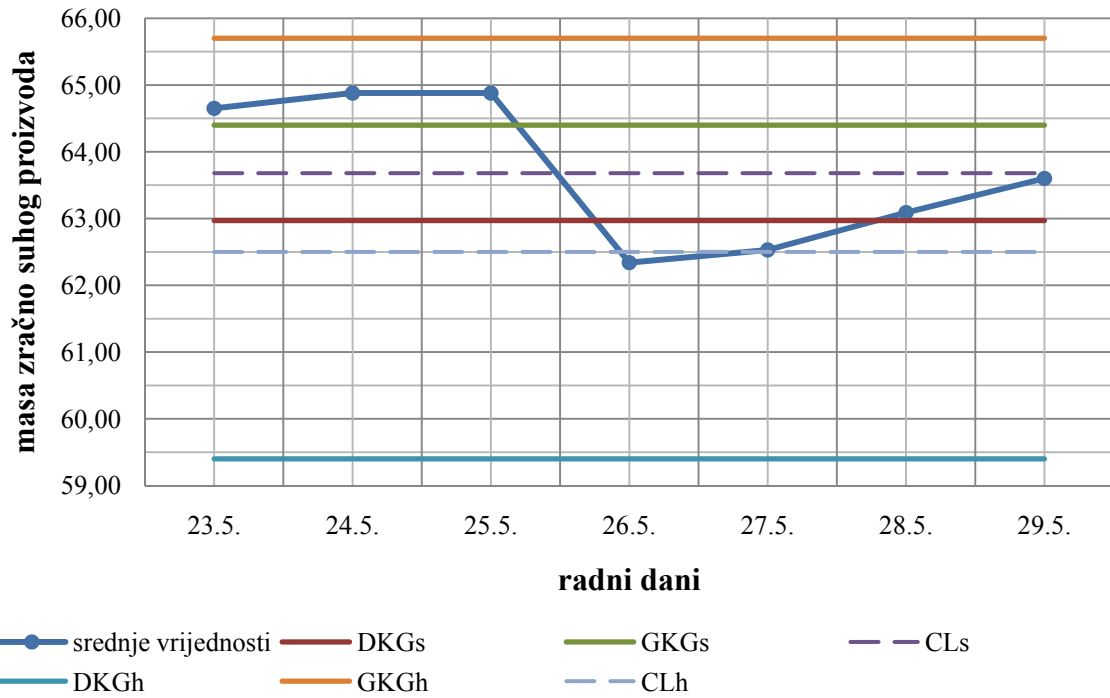
Tablica 8 – Rezultati mjerenja mase zračno suhog proizvoda 20 Lbs

MASA ZRAČNO SUHOG – 20 Lbs							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	66,90	64,50	-	63,20	59,80	64,00	62,60
<b>9.00</b>	65,00	66,40	65,80	65,40	60,90	63,30	62,80
<b>11.00</b>	67,10	66,60	64,80	63,70	64,50	63,50	62,80
<b>13.00</b>	60,30	67,30	66,30	63,20	60,20	64,70	62,90
<b>15.00</b>	62,50	66,60	64,80	61,90	-	62,40	63,40
<b>17.00</b>	63,40	63,90	62,20	61,80	66,20	60,60	62,10
<b>19.00</b>	64,60	60,70	62,30	63,40	-	63,90	63,30
<b>21.00</b>	67,50	66,80	64,20	62,20	62,20	63,70	61,60
<b>23.00</b>	65,80	61,70	61,90	63,30	63,30	62,20	61,20
<b>1.00</b>	66,80	65,20	65,80	60,20	62,10	64,10	67,90
<b>3.00</b>	61,70	64,90	67,10	60,20	61,40	61,10	66,40
<b>5.00</b>	64,20	64,00	66,30	59,60	64,70	63,60	66,20
$\bar{x}$	64,65	64,88	64,68	62,34	62,53	63,09	63,60
$\bar{\bar{x}}$	63,70						
$DKG_{\bar{x}}$	62,97						
$GKG_{\bar{x}}$	64,00						
$R$	7,20	6,60	5,20	5,80	6,40	4,10	6,70
$\bar{R}$	6,00						
$DKG_R$	0,46						
$GKG_R$	11,54						

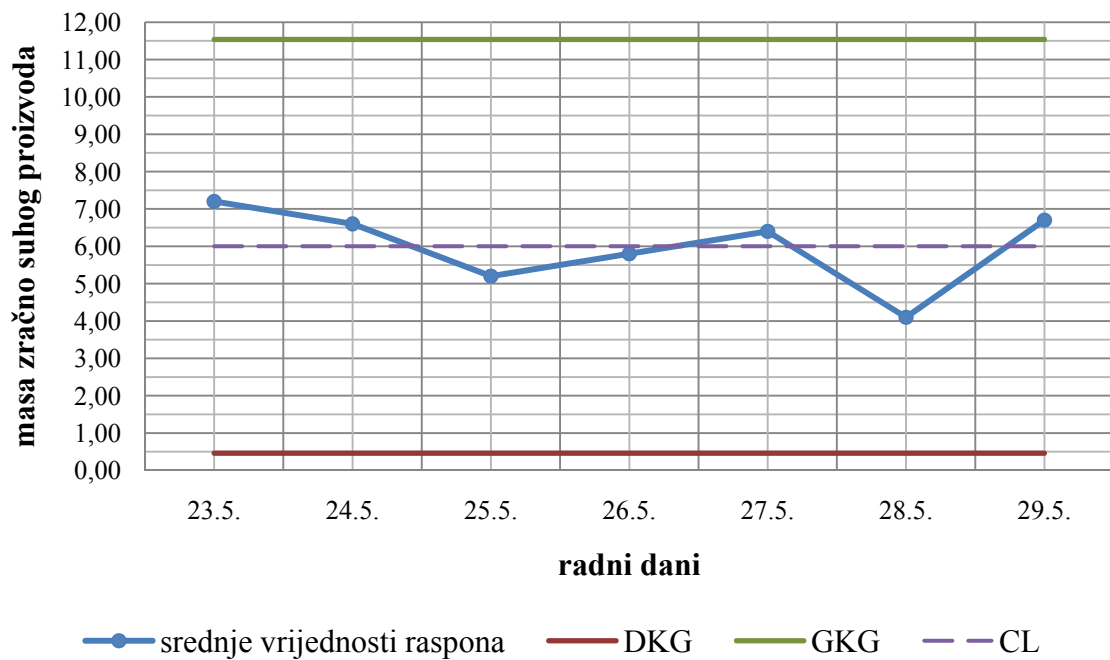


Slika 45 - Proizvod tipa 20 Lbs

**X karta**  
20 Lbs - Masa zračno suhog proizvoda



**R karta**  
20 Lbs - Masa zračno suhog proizvoda



Tablica 9 – Rezultati mjerenja mase zračno suhog proizvoda Eurotray

MASA ZRAČNO SUHOG – Eurotray							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
7.00	67,30	63,70	61,10	61,00	61,60	60,10	58,70
9.00	63,80	61,30	61,70	61,00	59,10	61,50	57,90
11.00	63,40	60,40	63,50	58,70	61,90	62,00	62,00
13.00	62,20	61,30	60,40	56,90	60,30	61,10	60,60
15.00	61,40	63,80	61,10	60,50	59,30	59,70	61,40
17.00	62,10	62,70	61,80	60,00	64,30	58,60	60,80
19.00	61,50	63,50	61,90	58,00	-	64,20	60,10
21.00	62,90	64,00	61,00	57,50	53,50	64,30	60,80
23.00	61,50	63,90	60,10	58,10	59,30	61,50	61,70
1.00	60,00	63,90	62,20	61,60	61,60	60,90	62,50
3.00	59,30	63,50	62,20	59,80	63,70	61,50	59,50
5.00	59,10	62,50	64,80	57,30	60,90	59,00	57,90
$\bar{x}$	62,04	62,88	61,82	59,20	60,50	61,20	60,33
$\bar{\bar{x}}$	61,14						
$DKG_{\bar{x}}$	60,42						
$GKG_{\bar{x}}$	61,86						
$R$	8,20	3,60	4,70	4,70	10,80	5,70	4,60
$\bar{R}$	6,04						
$DKG_R$	0,46						
$GKG_R$	11,63						

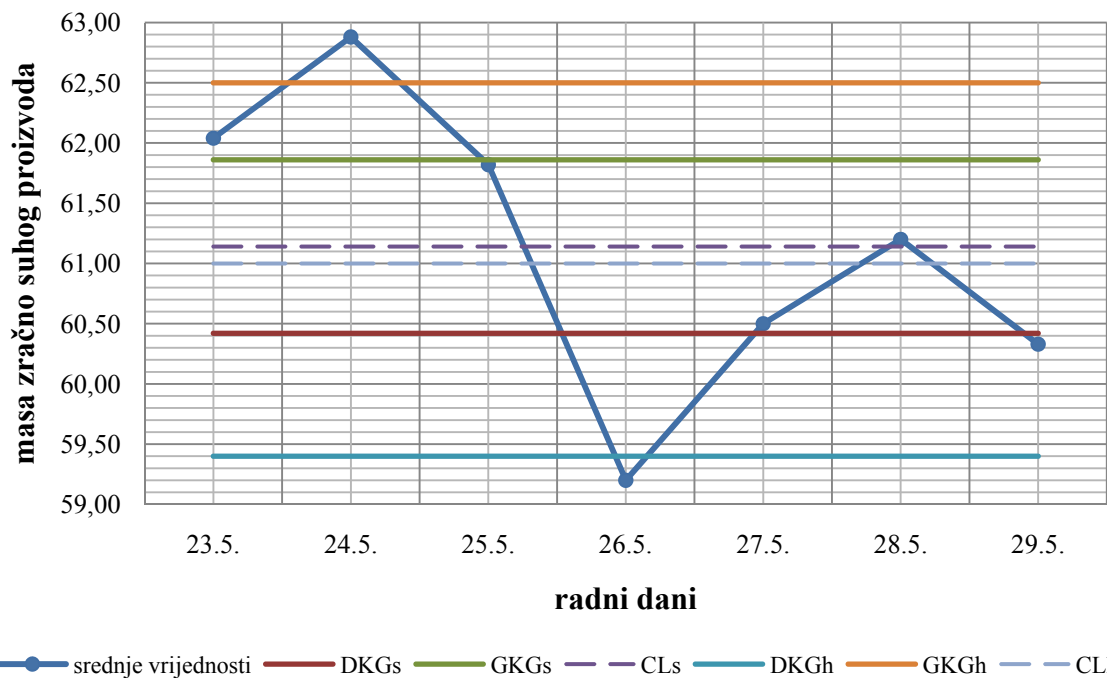


Slika 46 - Proizvod tipa Eurotray



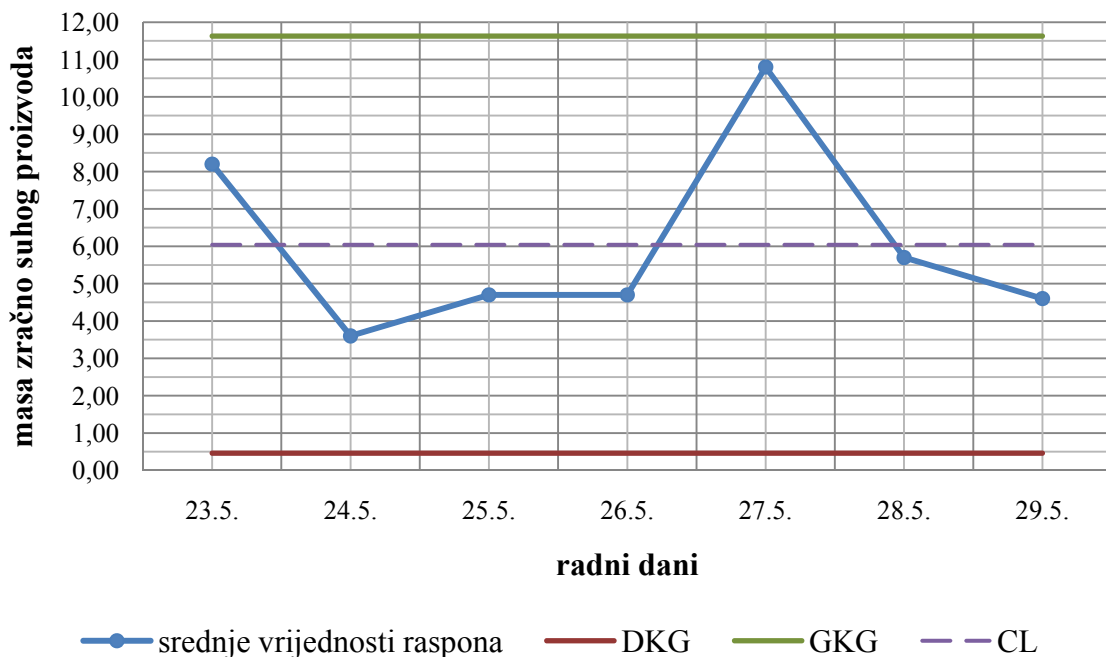
### X karta

Eurotray - Masa zračno suhog proizvoda



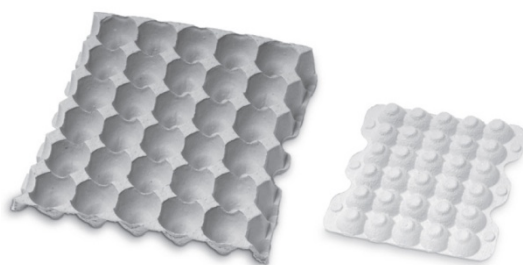
### R karta

Eurotray - Masa zračno suhog proizvoda



Tablica 10 – Rezultati mjerenja mase zračno suhog proizvoda Cargo Small

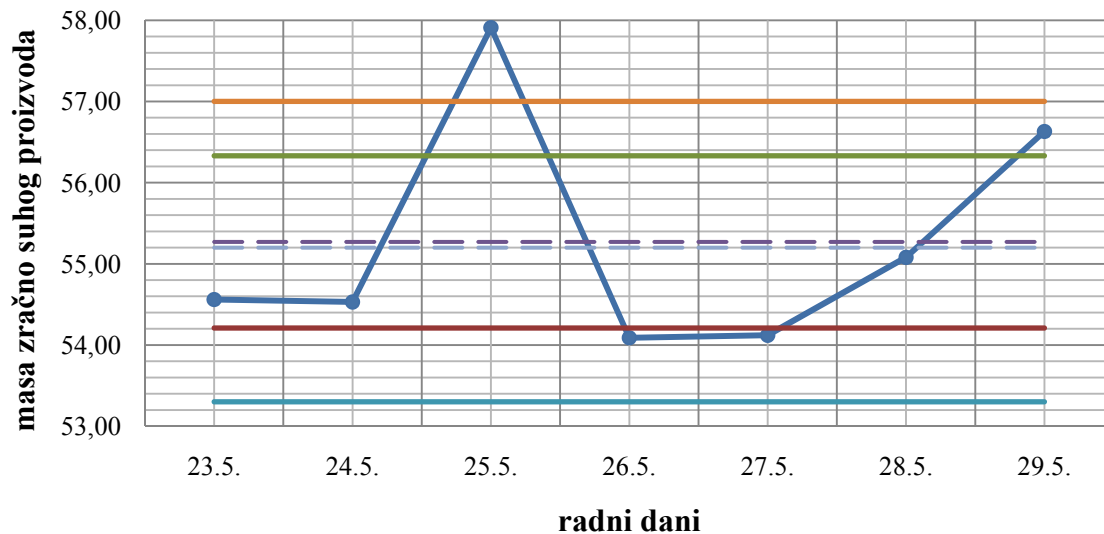
MASA ZRAČNO SUHOG – Cargo Small							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
7.00	53,00	57,20	-	54,90	49,90	54,00	56,20
9.00	54,20	60,00	60,10	55,60	50,80	54,60	56,40
11.00	56,20	57,00	59,60	54,40	55,90	54,80	57,10
13.00	51,00	60,50	63,00	53,70	52,50	56,20	57,50
15.00	51,00	54,80	59,10	55,90	-	54,90	56,90
17.00	52,60	51,20	57,60	55,00	62,90	50,60	54,10
19.00	54,40	50,70	55,40	57,80	-	56,20	57,80
21.00	57,90	53,80	54,30	56,30	56,70	54,80	54,90
23.00	56,50	51,30	53,50	53,60	52,30	56,80	52,60
1.00	58,90	52,50	60,30	50,20	51,80	57,10	56,50
3.00	53,00	53,40	58,50	51,00	52,80	53,90	60,60
5.00	56,00	52,00	55,60	50,70	55,60	57,00	58,90
$\bar{x}$	54,56	54,53	57,91	54,09	54,12	55,08	56,63
$\bar{\bar{x}}$	55,27						
$DKG_{\bar{x}}$	54,21						
$GKG_{\bar{x}}$	56,33						
$R$	7,90	9,80	9,50	7,60	13,00	6,50	8,00
$\bar{R}$	8,90						
$DKG_R$	0,68						
$GKG_R$	17,12						



Slika 47 - Proizvod tipa Cargo Small (gornja i donja strana)

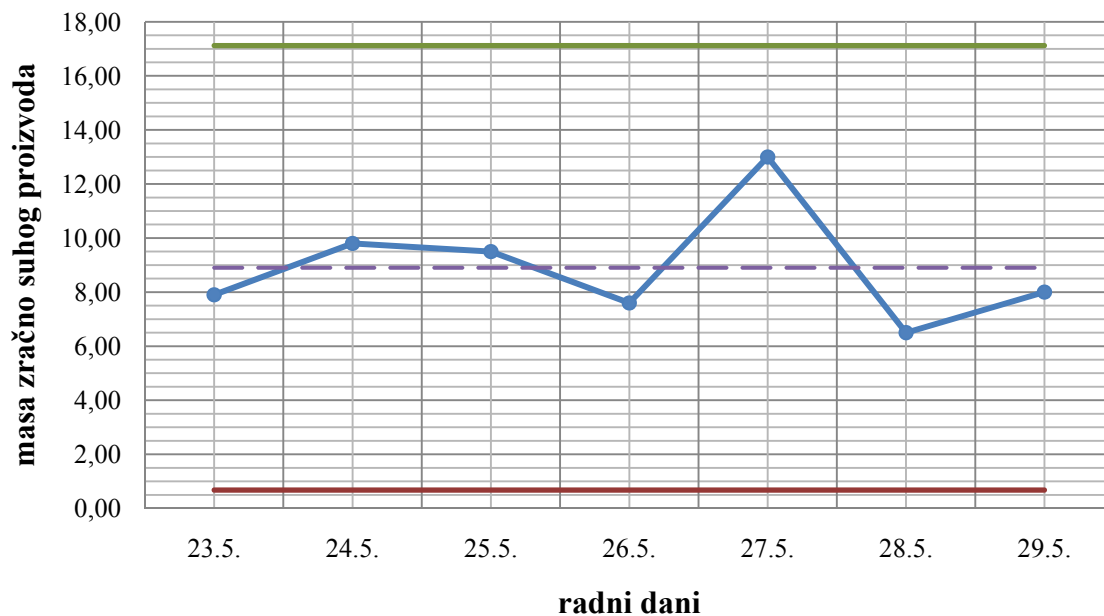
### X karta

Cargo Small - Masa zračno suhog proizvoda



### R karta

Cargo Small - Masa zračno suhog proizvoda



### ***20 Lbs***

Izračunate statističke kontrolne granice za masu zračno suhog proizvoda 20 Lbs iznose  $DKG = 62,97$ ,  $GKG = 64,00$  i  $CL = 63,70$ , dok su Hartmannove granice  $DKG = 59,40$ ,  $GKG = 65,70$  i  $CL = 62,50$ .

Iz navedenog grafa vidljivo je da su dnevni prosjeci masa unutar tvrtkinih granica i da nije postojala potreba za intervencijom.

### ***Eurotray***

Izračunate statističke kontrolne granice za masu zračno suhog proizvoda Eurotray iznose  $DKG = 60,42$ ,  $GKG = 61,86$  i  $CL = 61,14$ , dok su Hartmannove granice  $DKG = 59,40$ ,  $GKG = 62,50$  i  $CL = 61,00$ .

Na X grafu je vidljivo da su 24.5. i 26.5. dnevne srednje vrijednosti zračno suhe mase izvan granica tolerancije tvrtke. Bez obzira na ova odstupanja, nije bilo potrebe za korektivnim akcijama jer su odstupanja zanemariva i iznose približno 0,25 grama, što za zahtjev kvalitete proizvoda nije značajno.

### ***Cargo Small***

Izračunate statističke kontrolne granice za masu zračno suhog proizvoda Cargo Small iznose  $DKG = 54,21$ ,  $GKG = 56,33$  i  $CL = 55,27$ , a Hartmannove granice su  $DKG = 53,30$ ,  $GKG = 57,00$  i  $CL = 55,20$ .

Na X grafu je vidljivo da 25.5. dnevne srednje vrijednosti zračno suhe mase prelaze gornju granicu tolerancije tvrtke. Ni u ovom slučaju nije bilo potrebe za korekcijama jer je odstupanje manje od 1 grama, što za zahtjev kvalitete proizvoda nije značajno.

U slučaju potrebe za nekom korektivnom akcijom, prvo se provjerava je li kupac postavio zahtjev za povećanom masom proizvoda radi veće čvrstoće. Ako je zahtjev kupca takav, nema korekcija mase. Povećana masa proizvoda može se javiti uslijed previsokog udjela materijala tj. sirovine u vodi, što uzrokuje i probleme sa sušenjem. Osim toga,

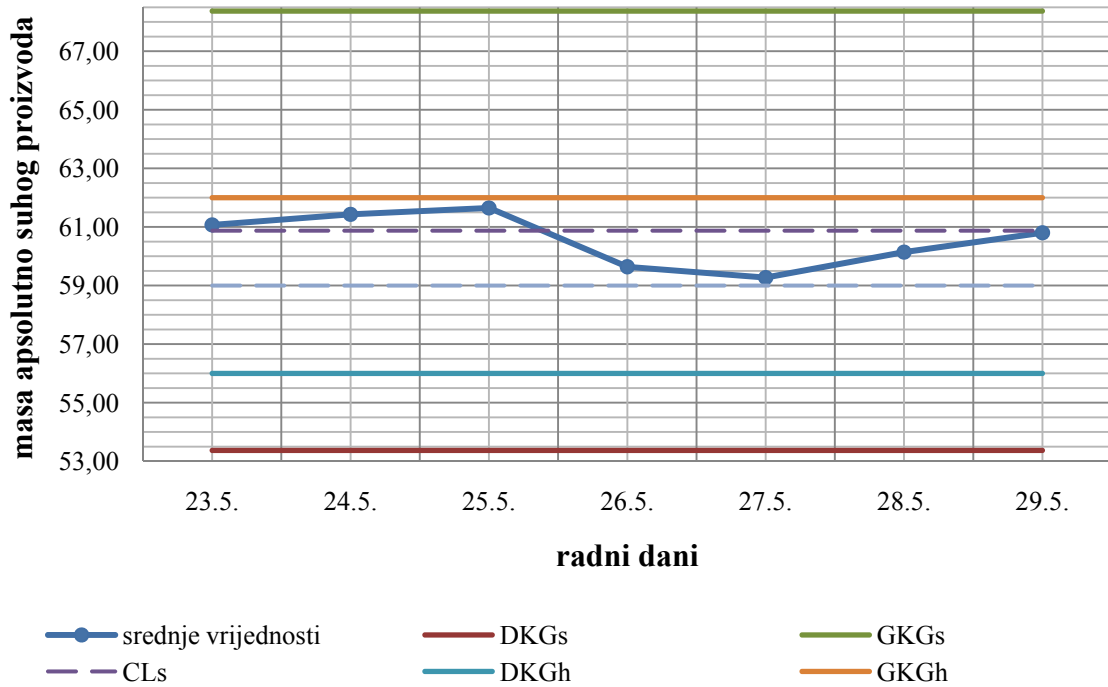
proizvodi mogu postati bezoblični i tanki. Nadalje, zbog smanjenog udjela sirovine u vodi smanjuje se masa proizvoda pa se javljaju greške na proizvodu – proizvodi se ne mogu zatvoriti, imaju greške na rubovima i sl. Sljedeća korektivna akcija je provjera omjera sirovina-voda i dodatka aditiva jer oni mogu uzrokovati povećanje, odnosno smanjenje mase.

5.2.2. Rezultati mjerenja mase apsolutno suhog proizvoda

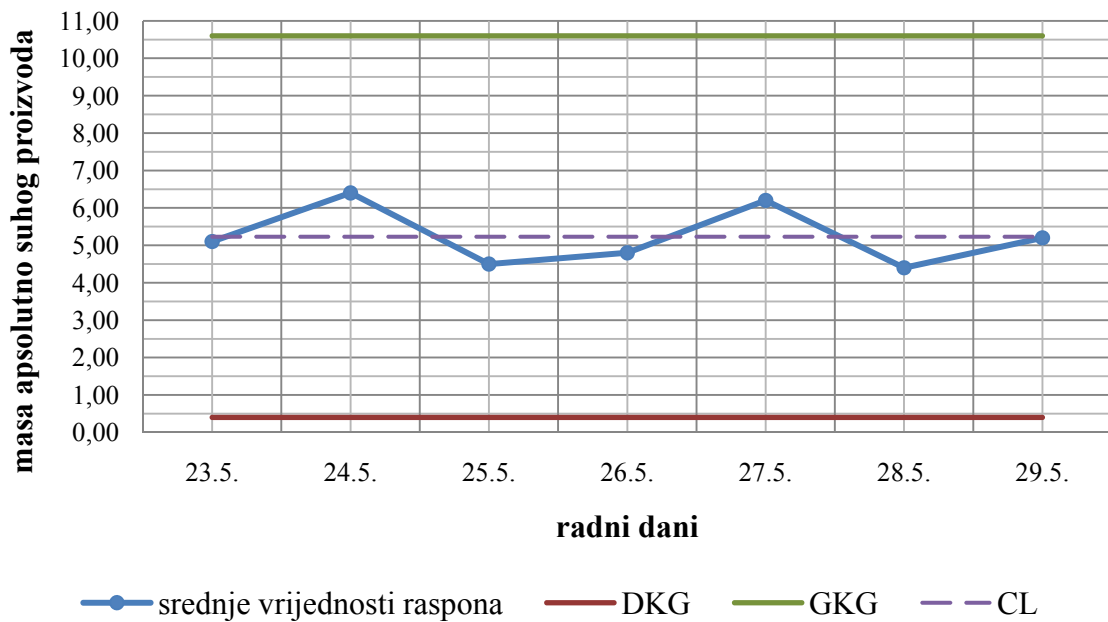
Tablica 11 – Rezultati mjerenja mase apsolutno suhog proizvoda 20 Lbs

MASA APSOLUTNO SUHOG – 20 Lbs							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
7.00	61,90	61,30	-	61,00	56,80	60,70	59,70
9.00	60,80	62,60	62,80	61,80	58,70	60,70	60,60
11.00	63,10	63,00	62,30	60,70	61,00	59,90	59,80
13.00	58,00	63,50	63,90	60,70	58,40	60,90	60,10
15.00	60,00	62,80	61,40	60,00	-	59,40	60,60
17.00	60,70	60,80	59,40	59,30	63,00	57,50	59,60
19.00	60,70	57,10	59,80	60,90	-	59,60	60,90
21.00	63,10	62,80	61,40	59,90	58,90	60,70	59,10
23.00	61,80	58,90	59,50	59,50	59,40	60,20	58,60
1.00	62,40	61,00	62,40	57,00	58,40	61,90	63,80
3.00	59,40	61,40	63,20	57,90	58,00	59,40	63,50
5.00	60,90	62,00	62,00	57,00	60,10	60,80	63,30
$\bar{x}$	61,07	61,43	61,65	59,64	59,27	60,14	60,80
$\bar{\bar{x}}$	60,59						
$DKG_{\bar{x}}$	60,25						
$GKG_{\bar{x}}$	61,49						
$R$	5,10	6,40	4,50	4,80	6,20	4,40	5,20
$\bar{R}$	5,23						
$DKG_R$	0,40						
$GKG_R$	10,06						

**X karta**  
20 Lbs - Masa apsolutno suhog proizvoda



**R karta**  
20 Lbs - Masa apsolutno suhog proizvoda



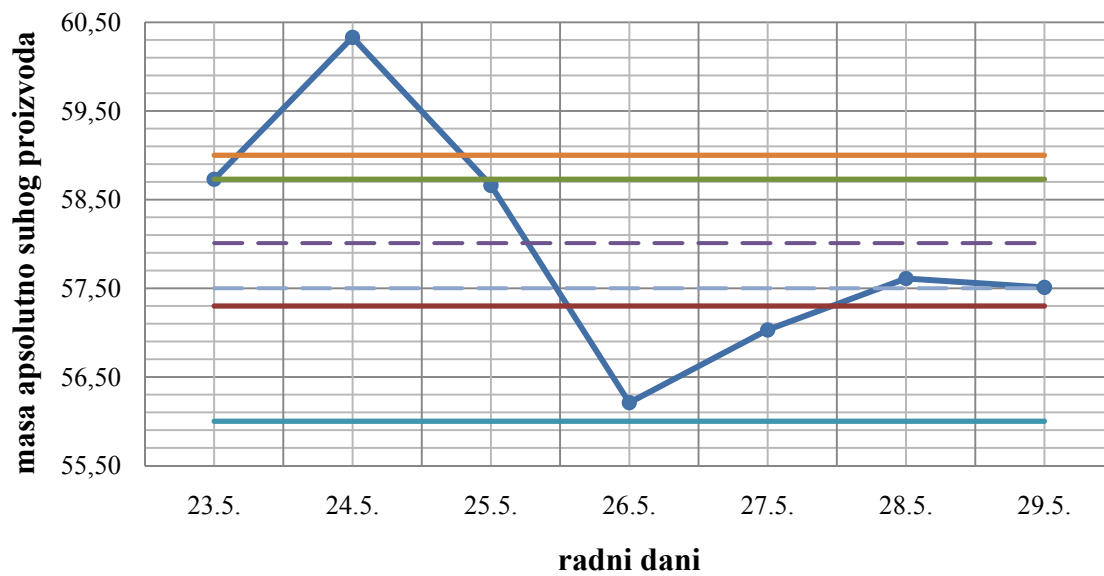
Tablica 12 - Rezultati mjerenja mase apsolutno suhog proizvoda Eurotray

<b>MASA APSOLUTNO SUHOG – Eurotray</b>							
<b>Radni sat</b>	<b>23.5.</b>	<b>24.5.</b>	<b>25.5.</b>	<b>26.5.</b>	<b>27.5.</b>	<b>28.5.</b>	<b>29.5.</b>
<b>7.00</b>	62,10	60,50	58,10	58,20	57,80	56,30	55,70
<b>9.00</b>	59,80	58,10	59,40	57,30	56,30	57,60	55,50
<b>11.00</b>	60,30	58,40	60,10	56,30	58,60	57,80	58,20
<b>13.00</b>	59,20	58,10	59,00	55,00	57,00	57,20	58,00
<b>15.00</b>	58,90	58,30	58,20	58,10	57,20	57,40	58,80
<b>17.00</b>	59,40	69,20	58,80	57,00	60,30	55,20	58,10
<b>19.00</b>	57,90	60,00	57,80	54,60	-	59,70	57,70
<b>21.00</b>	59,40	61,10	58,10	55,10	50,00	59,30	58,20
<b>23.00</b>	58,30	61,20	57,20	54,40	56,30	58,60	58,80
<b>1.00</b>	56,20	60,00	58,50	57,60	58,20	57,80	58,40
<b>3.00</b>	56,90	59,90	58,40	55,90	58,30	58,40	56,70
<b>5.00</b>	56,40	59,20	60,30	55,00	57,30	56,00	56,00
$\bar{x}$	58,73	60,33	58,66	56,21	57,03	57,61	57,51
$\bar{\bar{x}}$	<b>58,02</b>						
$DKG_{\bar{x}}$	<b>57,30</b>						
$GKG_{\bar{x}}$	<b>58,73</b>						
$R$	5,90	11,10	3,10	3,80	10,30	4,50	3,30
$\bar{R}$	<b>6,00</b>						
$DKG_R$	<b>0,46</b>						
$GKG_R$	<b>11,54</b>						



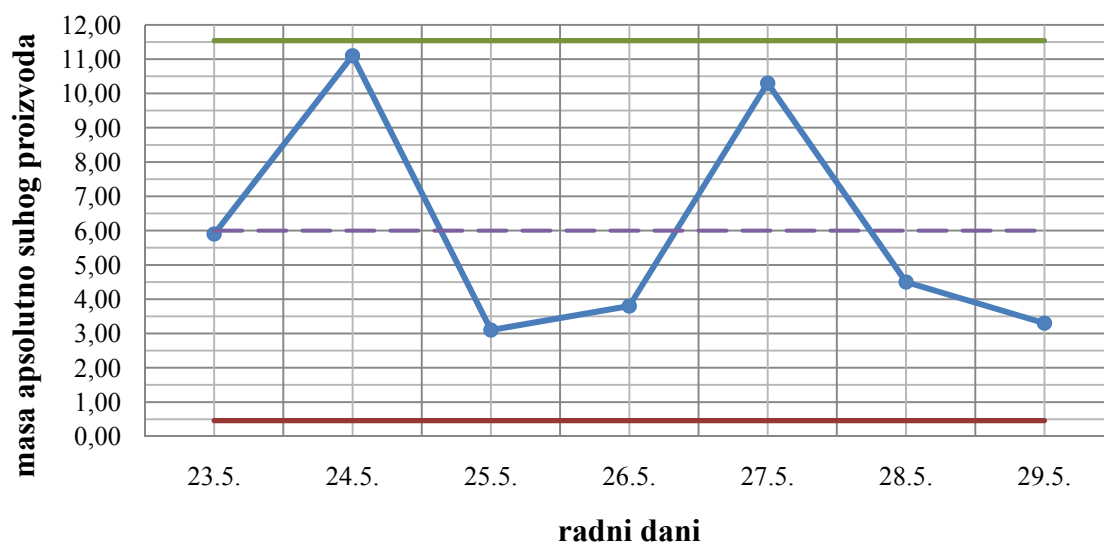
### X karta

Eurotray - Masa apsolutno suhog proizvoda



### R karta

Eurotray - Masa apsolutno suhog proizvoda

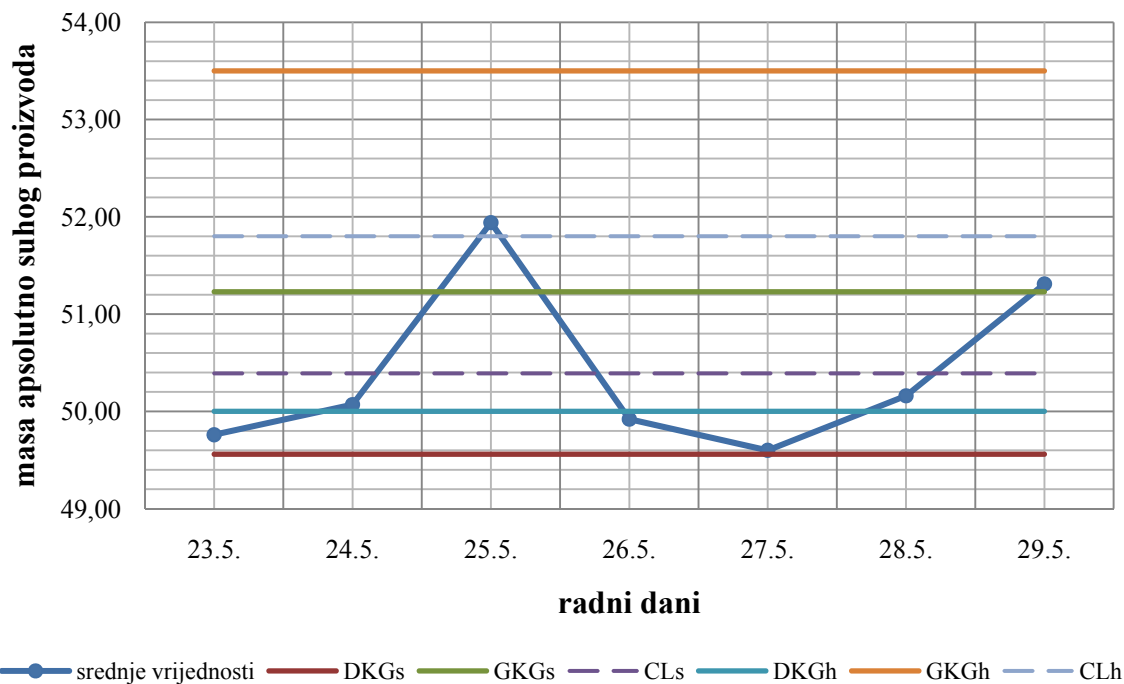


Tablica 13 - Rezultati mjerenja mase apsolutno suhog proizvoda Cargo Small

MASA APSOLUTNO SUHOG – Cargo Small							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	49,50	53,70	-	50,20	45,80	49,90	50,90
<b>9.00</b>	50,10	53,20	53,80	50,40	46,90	49,30	50,50
<b>11.00</b>	51,10	53,40	54,00	49,70	49,80	48,60	50,60
<b>13.00</b>	47,80	55,00	56,70	49,10	48,40	49,60	50,10
<b>15.00</b>	48,10	49,20	53,20	51,00	-	49,80	51,80
<b>17.00</b>	49,00	46,60	51,50	51,20	57,30	47,60	49,30
<b>19.00</b>	49,60	46,80	49,80	52,90	-	50,10	51,80
<b>21.00</b>	50,40	49,50	49,50	52,30	51,80	51,10	50,20
<b>23.00</b>	51,20	47,10	49,10	49,50	48,80	51,70	48,70
<b>1.00</b>	52,00	47,40	51,50	46,80	48,20	52,50	52,60
<b>3.00</b>	48,20	48,80	51,60	46,90	48,80	49,20	55,00
<b>5.00</b>	50,10	50,10	50,60	49,00	50,20	52,50	54,20
$\bar{x}$	49,76	50,07	51,94	49,92	49,60	50,16	51,31
$\bar{\bar{x}}$	<b>50,39</b>						
$DKG_{\bar{x}}$	<b>49,56</b>						
$GKG_{\bar{x}}$	<b>51,23</b>						
$R$	4,20	8,40	7,60	6,10	11,50	4,90	6,30
$\bar{R}$	<b>7,00</b>						
$DKG_R$	<b>0,53</b>						
$GKG_R$	<b>13,47</b>						

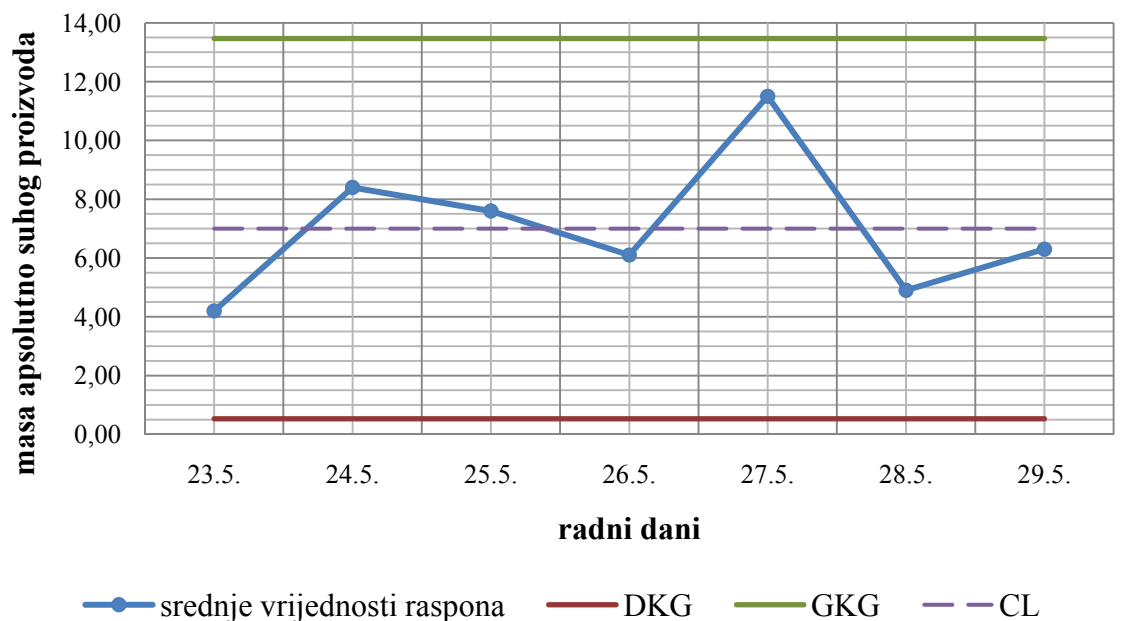
### X karta

Cargo Small - Masa apsolutno suhog proizvoda



### R karta

Cargo Small - Masa apsolutno suhog proizvoda



### **20 Lbs**

Izračunate statističke kontrolne granice za masu apsolutno suhog proizvoda iznose  $DKG = 60,25$ ,  $GKG = 61,49$  i  $CL = 60,59$ , dok su Hartmannove granice  $DKG = 56$ ,  $GKG = 62$  i  $CL = 59$ .

Iz X karte vidljivo je da su dnevni prosjeci masa unutar tvrtkinih granica i nije postojala potreba za intervencijom.

### **Eurotray**

Izračunate statističke kontrolne granice za masu apsolutno suhog proizvoda Eurotray iznose  $DKG = 57,30$ ,  $GKG = 58,73$  i  $CL = 58,02$ , dok su Hartmannove granice  $DKG = 56$ ,  $GKG = 59$  i  $CL = 57,5$ .

Na X karti je vidljivo kako su 24.5. dnevne srednje vrijednosti apsolutno suhe mase izvan granica tolerancije Hartmanna. Kako dnevna srednja vrijednost odstupa za malo više od 1 grama, nije bilo potrebe za korektivnim akcijama jer su odstupanja zanemariva.

### **Cargo Small**

Izračunate statističke kontrolne granice za masu apsolutno suhog proizvoda iznose  $DKG = 49,56$ ,  $GKG = 51,23$  i  $CL = 50,39$ , a Hartmannove granice su  $DKG = 50$ ,  $GKG = 53,50$  i  $CL = 51,80$ .

Na X grafu je vidljivo da 23., 26. i 27.5. dnevne srednje vrijednosti zračno suhe mase prelaze granice tolerancije tvrtke. Ni u ovom slučaju nije bilo potrebe za korekcijama jer je odstupanje manje od 1 grama, što za kvalitetu proizvoda nije značajno.

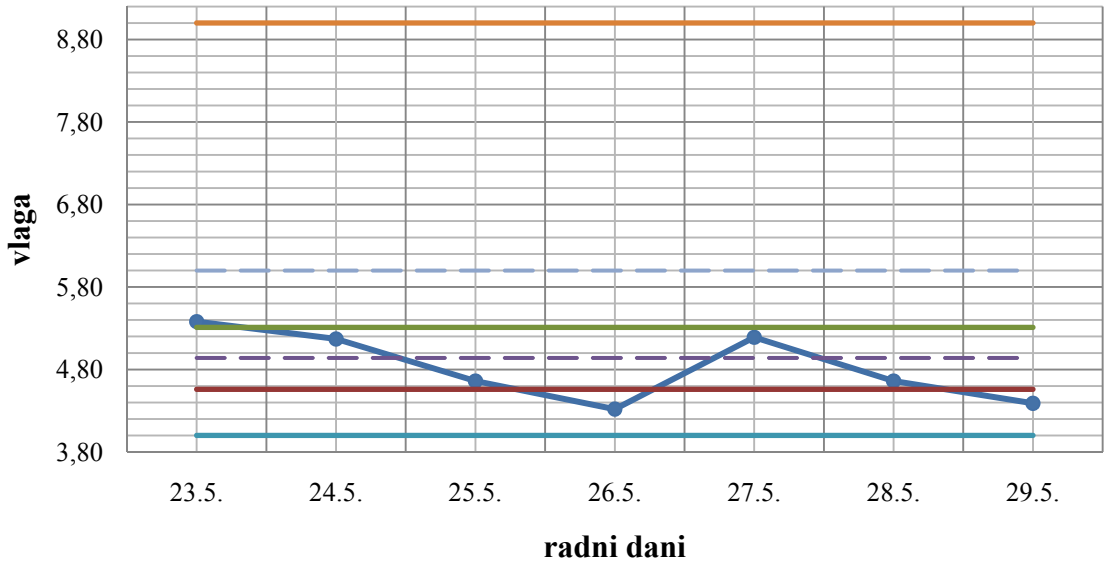
Korektivne akcije za masu apsolutno suhog proizvoda jednake su onima za korekciju mase zračno suhog proizvoda. Dakle, prvo je potrebno provjeriti je li kupac postavio zahtjev za povećanom masom proizvoda, zatim provjeriti odnos sirovine i vode i na kraju količinu aditiva.

5.2.3. Izračun vlage proizvoda

Tablica 14 - Izračun vlage proizvoda 20 Lbs

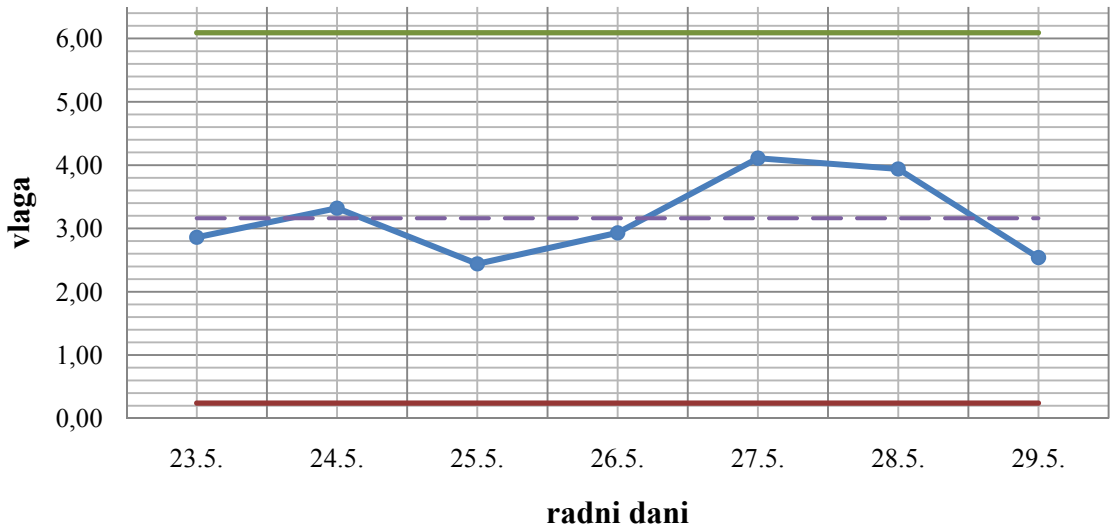
VLAGA - 20 Lbs							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	6,07	4,96	-	3,48	5,01	5,15	4,63
<b>9.00</b>	6,46	5,72	4,56	5,50	3,61	4,10	3,50
<b>11.00</b>	5,96	5,40	3,86	4,70	5,42	5,66	4,77
<b>13.00</b>	3,81	5,65	3,62	3,95	2,99	5,87	4,45
<b>15.00</b>	4,00	5,71	5,25	3,07	-	4,80	4,41
<b>17.00</b>	4,25	4,85	4,60	4,04	4,83	5,11	4,02
<b>19.00</b>	6,03	5,93	4,01	3,94	-	6,72	3,79
<b>21.00</b>	6,51	4,36	4,36	3,70	5,30	4,70	4,05
<b>23.00</b>	6,07	4,53	3,87	6,00	6,16	3,21	4,25
<b>1.00</b>	6,58	6,44	5,16	5,32	5,96	3,43	6,04
<b>3.00</b>	3,72	5,39	5,89	3,82	5,54	2,78	4,37
<b>5.00</b>	5,14	3,12	6,06	4,36	7,10	4,40	4,38
$\bar{x}$	5,38	5,17	4,66	4,32	5,19	4,66	4,39
$\bar{\bar{x}}$	4,82						
$DKG_{\bar{x}}$	4,45						
$GKG_{\bar{x}}$	5,20						
$R$	2,86	3,32	2,44	2,93	4,11	3,94	2,54
$\bar{R}$	3,16						
$DKG_R$	0,24						
$GKG_R$	6,09						

**X karta**  
20 Lbs - Vlaga proizvoda



● srednje vrijednosti    — DKGs    — GKGs    - - CLs    — DKGh    — GKKh    - - CLh

**R karta**  
20 Lbs - Vlaga proizvoda

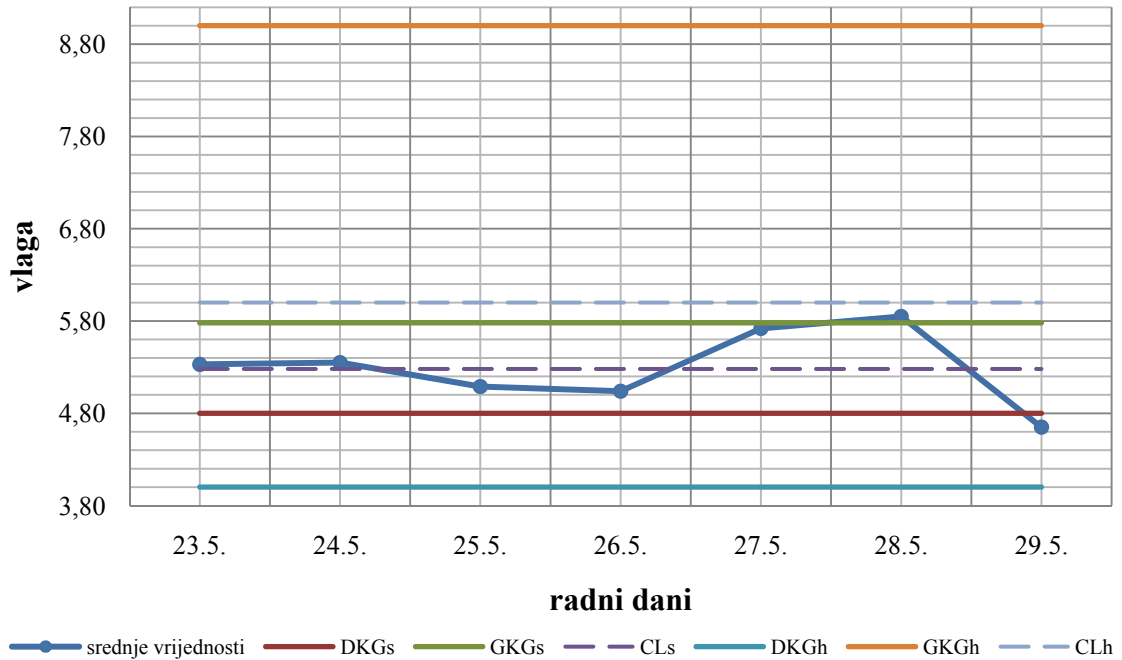


● srednje vrijednosti raspona    — DKG    — GKG    - - CL

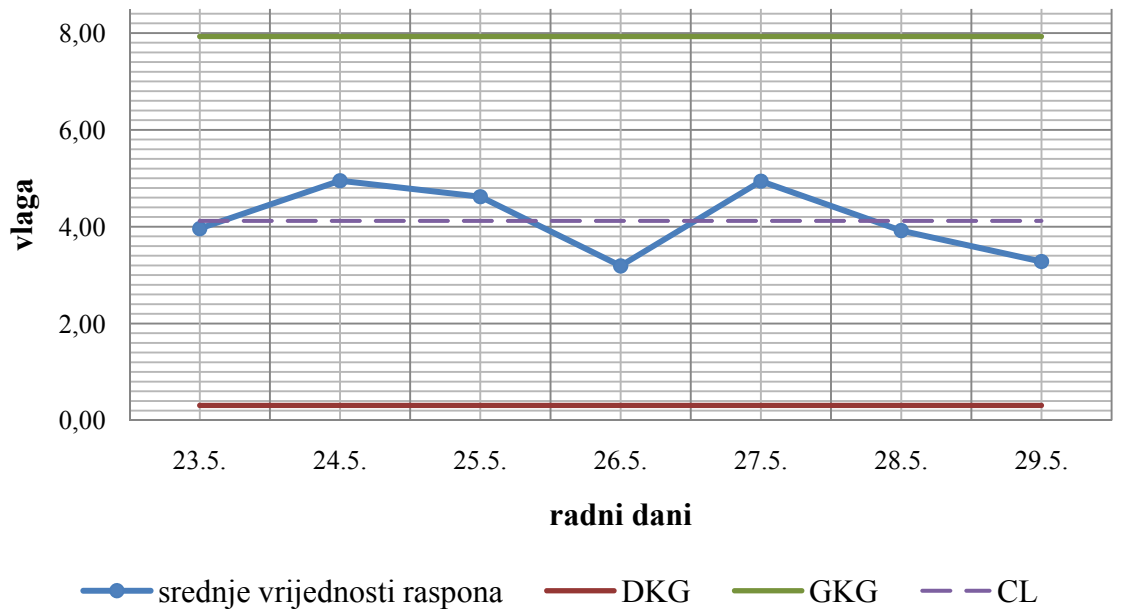
Tablica 15 - Izračun vlage proizvoda Eurotray

VLAGA – Eurotray							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	8,00	5,02	4,91	4,59	6,16	6,32	5,11
<b>9.00</b>	6,27	5,22	3,73	6,06	4,73	6,34	4,14
<b>11.00</b>	4,89	3,31	5,35	4,08	5,33	6,77	6,12
<b>13.00</b>	4,82	5,53	2,32	3,33	5,47	6,38	4,29
<b>15.00</b>	4,07	8,26	4,73	3,97	3,54	3,85	4,23
<b>17.00</b>	4,34	5,58	4,85	5,00	6,22	5,80	4,44
<b>19.00</b>	5,85	5,51	6,62	5,86	-	7,00	3,99
<b>21.00</b>	5,56	4,53	4,75	4,17	6,54	7,77	4,27
<b>23.00</b>	5,20	4,22	4,82	6,39	5,06	4,71	4,70
<b>1.00</b>	6,33	6,10	5,94	6,49	5,52	5,09	6,56
<b>3.00</b>	4,04	5,66	6,10	6,52	8,48	5,04	4,70
<b>5.00</b>	4,56	5,28	6,94	4,01	5,91	5,08	3,28
$\bar{x}$	5,33	5,35	5,09	5,04	5,72	5,85	4,65
$\bar{\bar{x}}$	5,28						
$DKG_{\bar{x}}$	4,80						
$GKG_{\bar{x}}$	5,78						
$R$	3,96	4,95	4,62	3,19	4,94	3,92	3,28
$\bar{R}$	4,12						
$DKG_R$	0,31						
$GKG_R$	7,93						

**X karta**  
Eurotray - Vlaga proizvoda



**R karta**  
Eurotray - Vlaga proizvoda

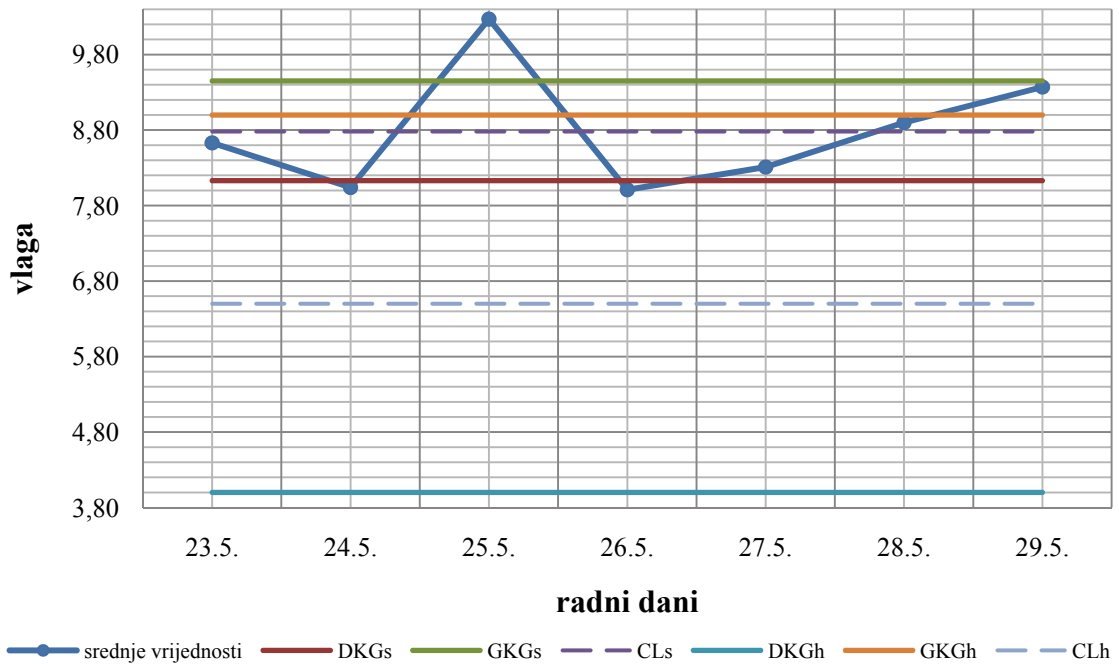




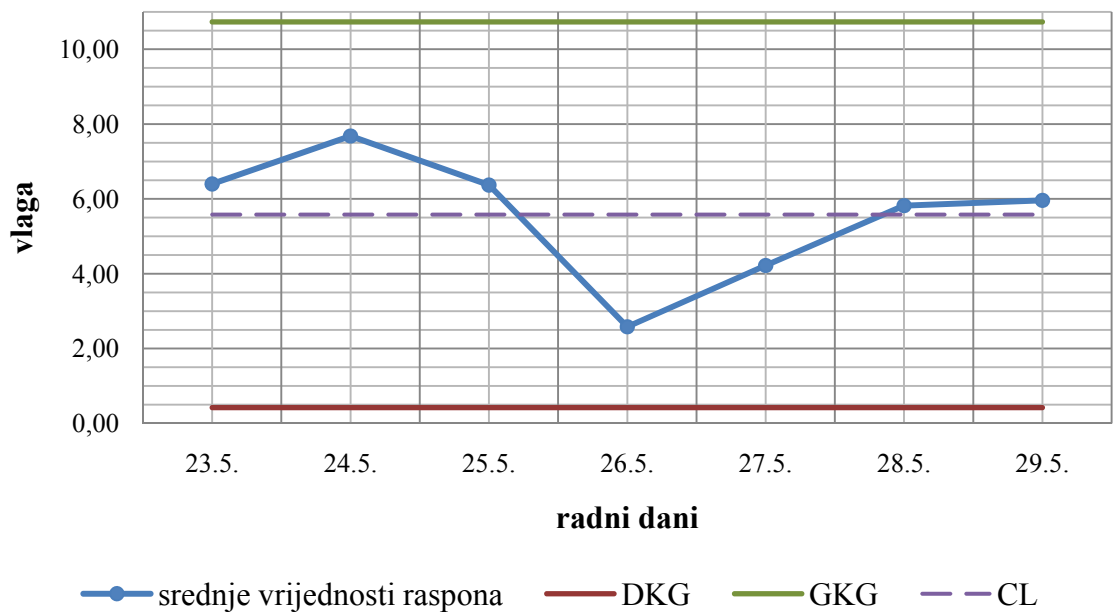
Tablica 16 - Izračun vlage proizvoda Cargo Small

VLAGA - Cargo Small							
Radni sat	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	6,60	6,12	-	8,56	8,21	7,59	9,43
<b>9.00</b>	7,56	11,33	10,48	9,35	7,67	9,70	10,46
<b>11.00</b>	9,09	6,31	9,39	8,63	10,91	11,31	11,38
<b>13.00</b>	6,27	9,09	10,00	8,56	7,80	11,74	12,86
<b>15.00</b>	5,68	10,22	9,98	8,76	-	9,28	8,96
<b>17.00</b>	6,84	9,18	10,59	6,91	8,90	5,92	8,87
<b>19.00</b>	8,82	7,69	10,11	8,48	-	10,85	10,38
<b>21.00</b>	12,08	7,99	8,84	7,10	8,64	6,75	8,56
<b>23.00</b>	9,38	6,62	8,22	7,63	6,69	8,98	7,41
<b>1.00</b>	11,71	9,71	14,59	6,77	6,95	8,06	6,90
<b>3.00</b>	9,05	8,61	11,79	8,04	7,58	8,72	9,24
<b>5.00</b>	10,53	3,65	8,99	7,30	9,71	7,89	7,98
$\bar{x}$	8,63	8,04	10,27	8,01	8,31	8,90	9,37
$\bar{\bar{x}}$	8,78						
$DKG_{\bar{x}}$	8,13						
$GKG_{\bar{x}}$	9,45						
$R$	6,40	7,68	6,37	2,58	4,22	5,82	5,96
$\bar{R}$	5,58						
$DKG_R$	0,42						
$GKG_R$	10,73						

**X karta**  
Cargo Small - Vlaga proizvoda



**R karta**  
Cargo Small - Vlaga proizvoda



### ***20 Lbs***

Izračunate statističke kontrolne granice iznose  $DKG = 4,45$ ,  $GKG = 5,20$  i  $CL = 4,82$ , dok se Hartmannove granice kreću od 4 do 9, a optimalna vrijednost je 6.

Iz X karte je vidljivo kako dnevne srednje vrijednosti vlage ovog proizvoda ne odstupaju pa nisu bile potrebne ni korekcije.

### ***Eurotray***

Statističke kontrolne granice vlage su  $DKG = 4,80$ ,  $GKG = 5,78$  i  $CL = 5,28$ , a Hartmannove od 4 do 9.

Dnevne srednje vrijednosti vlage unutar su granica tolerancije tvrtke pa ni u ovom slučaju nisu bile potrebne korekcije.

### ***Cargo Small***

Statističke kontrolne granice vlage proizvoda Cargo Small su  $DKG = 8,13$ ,  $GKG = 9,45$  i  $CL = 8,78$ , a Hartmannove granice kreću se od 4 do 9.

Srednje vrijednosti odstupaju 25. i 29.5. i to za 0,37, odnosno 1,27.

Odstupanja u vlazi proizvoda javljaju se zbog težine proizvoda, sušenja i aditiva. Ako je masa proizvoda prevelika, proizvod teže suši i njegova vlaga ostaje povećana. Isto tako, ako je masa proizvoda premala, sušenje može prejako smanjiti vlagu proizvoda pa se javljaju druge greške: požutjeli proizvodi, proizvodi s mrljama, deformiranost i dr. Aditiv na vlagu proizvoda utječe svojom količinom. Ako aditiva, u ovom slučaju sikativa, ima premalo, proizvod teže suši. Jednako tako, ako aditiva ima previše, može se znatno povećati masa proizvoda pa on ponovo teže suši.

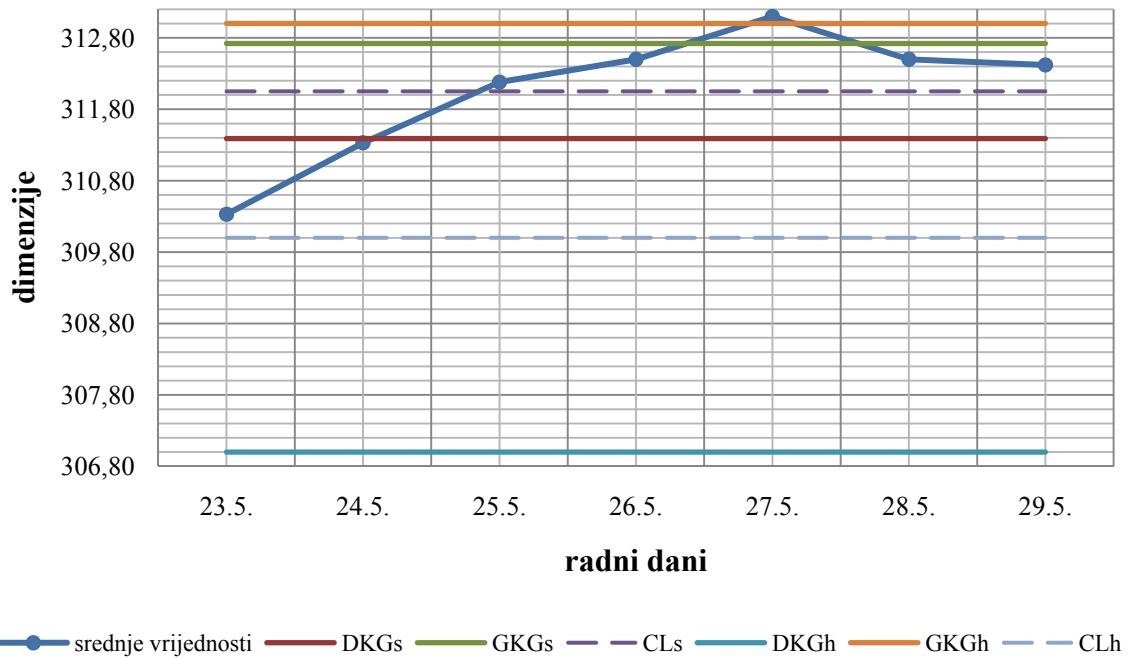
Kako bi se izbjegle ovakve komplikacije, konstantno se mora pratiti i prilagođavati odnos sirovina-voda kako bi se dobila odgovarajuća masa proizvoda. Također, masi proizvoda potrebno je prilagoditi temperaturu u sušari i brzinu sušenja. Osim svega navedenoga, potrebno je pratiti dodavanje aditiva i prilagoditi ga normama.

5.2.4. Mjerenje dimenzija proizvoda

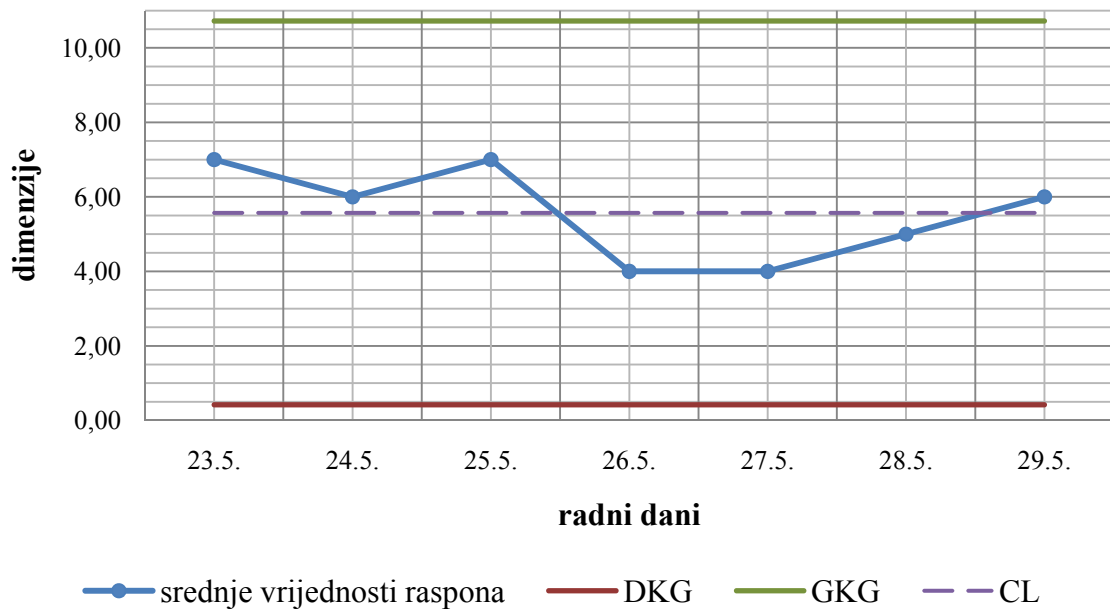
Tablica 17 - Mjerenje dimenzije  $x_1$  proizvoda 20 Lbs

20 Lbs							
$x_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	310	312	-	314	311	311	311
<b>9.00</b>	309	314	315	313	313	311	311
<b>11.00</b>	311	314	312	314	315	311	310
<b>13.00</b>	311	314	312	312	313	314	310
<b>15.00</b>	310	311	311	313	-	312	311
<b>17.00</b>	307	310	316	314	315	313	315
<b>19.00</b>	313	312	314	312	-	315	316
<b>21.00</b>	311	311	311	313	314	312	310
<b>23.00</b>	314	311	311	311	313	313	315
<b>1.00</b>	310	309	313	313	311	310	315
<b>5.00</b>	310	308	310	311	313	313	312
<b>3.00</b>	308	310	309	310	313	315	313
$\bar{x}$	310,33	311,33	312,18	312,50	313,10	312,50	312,42
$\bar{\bar{x}}$	312,05						
$DKG_{\bar{x}}$	311,39						
$GKG_{\bar{x}}$	312,72						
$R$	7,00	6,00	7,00	4,00	4,00	5,00	6,00
$\bar{R}$	5,57						
$DKG_R$	0,42						
$GKG_R$	10,72						

**X karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )



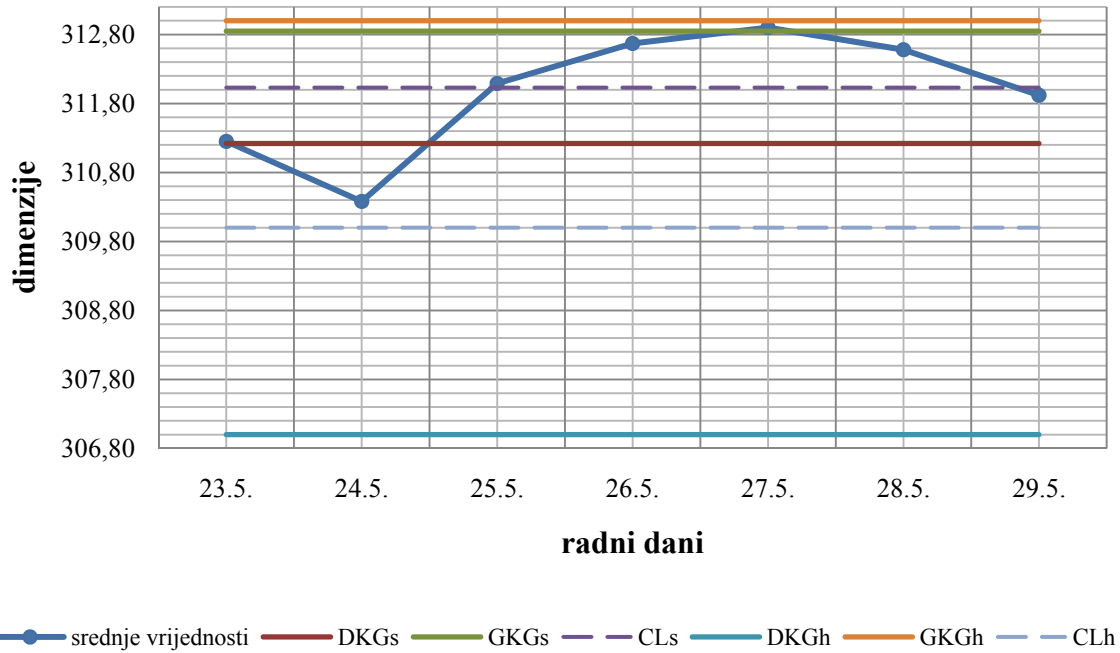
**R karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )



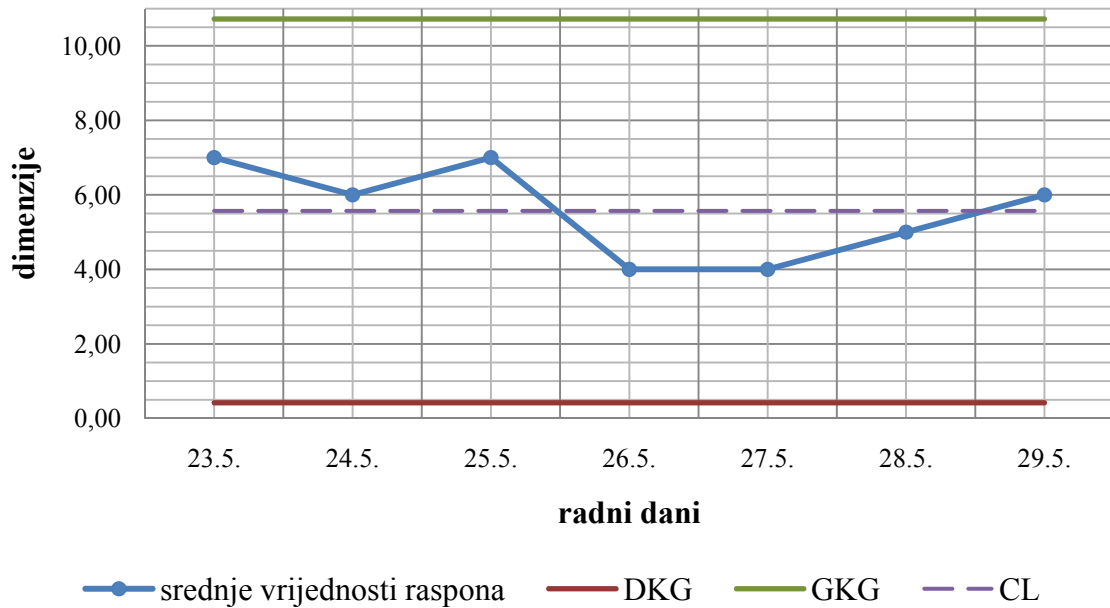
Tablica 18 - Mjerenje dimenzije  $x_2$  proizvoda 20 Lbs

20 Lbs							
$x_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	311	313		315	312	311	311
<b>9.00</b>	311	311	316	315	313	312	310
<b>11.00</b>	311	314	311	314	315	313	307
<b>13.00</b>	311	313	310	312	314	311	310
<b>15.00</b>	310	313	311	311	-	312	313
<b>17.00</b>	307	310	314	313	314	316	315
<b>19.00</b>	315	313	312	313	-	313	314
<b>21.00</b>	310	312	311	311	313	313	313
<b>23.00</b>	314	308	312	311	313	312	317
<b>1.00</b>	310	304	312	314	311	314	312
<b>5.00</b>	311	307	314	313	311	312	311
<b>3.00</b>	314	312	310	310	313	312	310
$\bar{x}$	311,25	310,83	312,09	312,67	312,90	312,58	311,92
$\bar{\bar{x}}$	312,03						
$DKG_{\bar{x}}$	311,22						
$GKG_{\bar{x}}$	312,85						
$R$	8,00	10,00	6,00	5,00	4,00	5,00	10,00
$\bar{R}$	6,86						
$DKG_R$	0,52						
$GKG_R$	13,19						

**X karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )



**R karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )

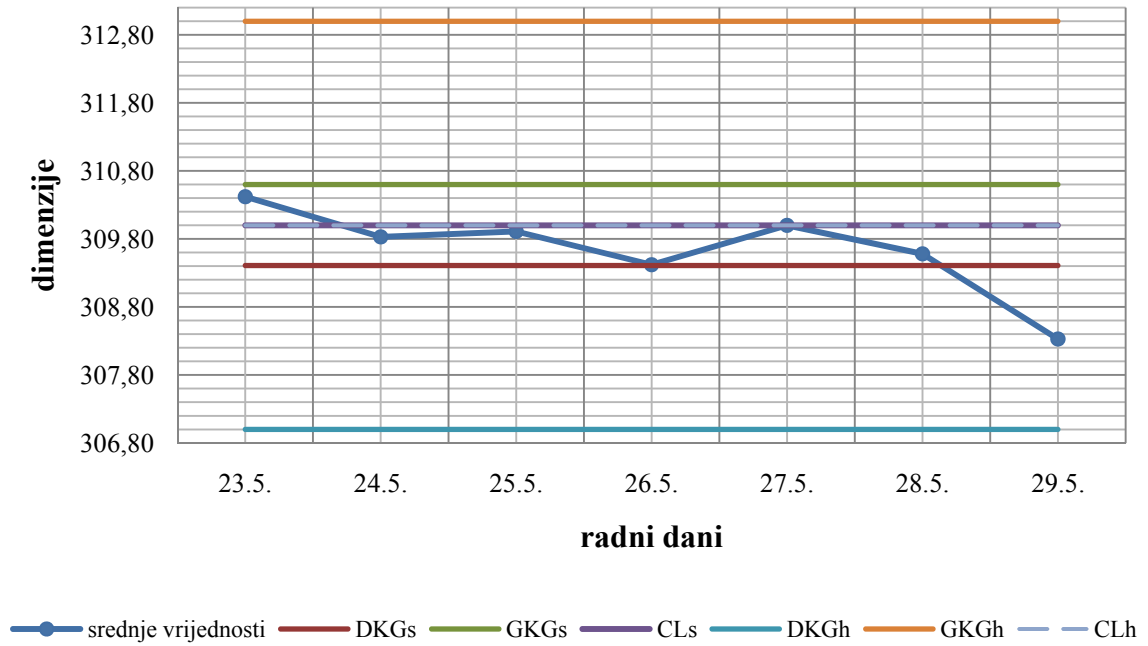


Tablica 19 - Mjerenje dimenzije  $y_1$  proizvoda 20 Lbs

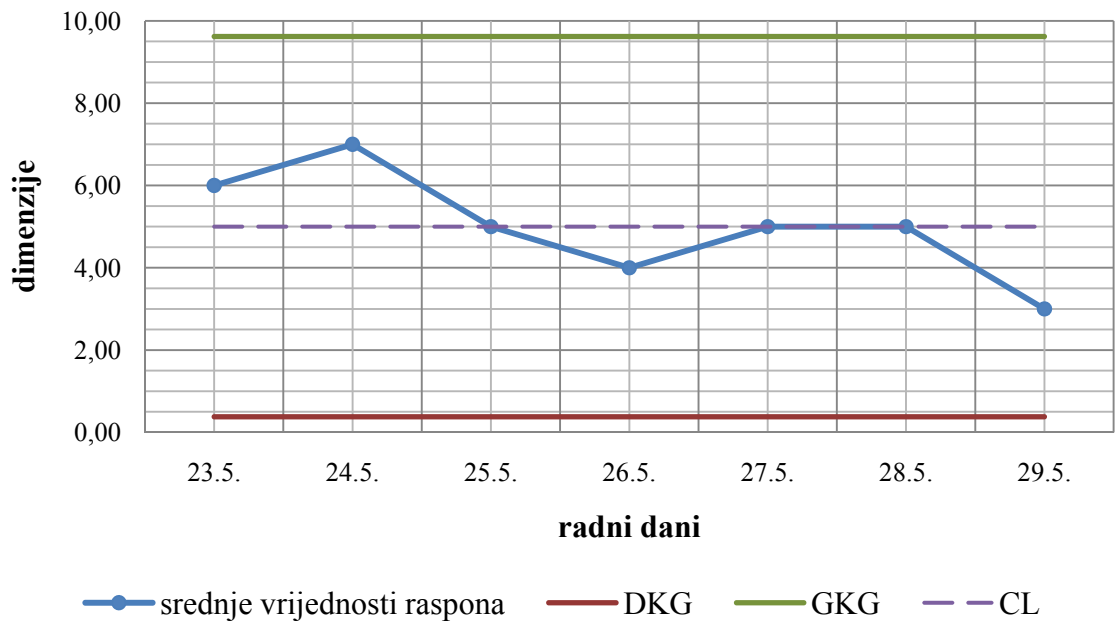
20 Lbs							
$y_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	311	309		308	312	310	308
<b>9.00</b>	311	310	310	312	311	309	308
<b>11.00</b>	313	309	310	308	308	307	308
<b>13.00</b>	311	310	313	308	307	310	308
<b>15.00</b>	310	314	311	312	-	310	310
<b>17.00</b>	311	311	308	309	309	307	309
<b>19.00</b>	307	310	311	309	-	309	307
<b>21.00</b>	308	312	311	310	310	312	307
<b>23.00</b>	311	307	308	308	310	310	309
<b>1.00</b>	310	308	309	309	312	312	309
<b>5.00</b>	311	308	308	311	310	309	308
<b>3.00</b>	311	310	310	309	311	310	309
$\bar{x}$	310,42	309,83	309,91	309,42	310,00	309,58	308,33
$\bar{\bar{x}}$	310,00						
$DKG_{\bar{x}}$	309,41						
$GKG_{\bar{x}}$	310,60						
$R$	6,00	7,00	5,00	4,00	5,00	5,00	3,00
$\bar{R}$	5,00						
$DKG_R$	0,38						
$GKG_R$	9,62						



**X karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



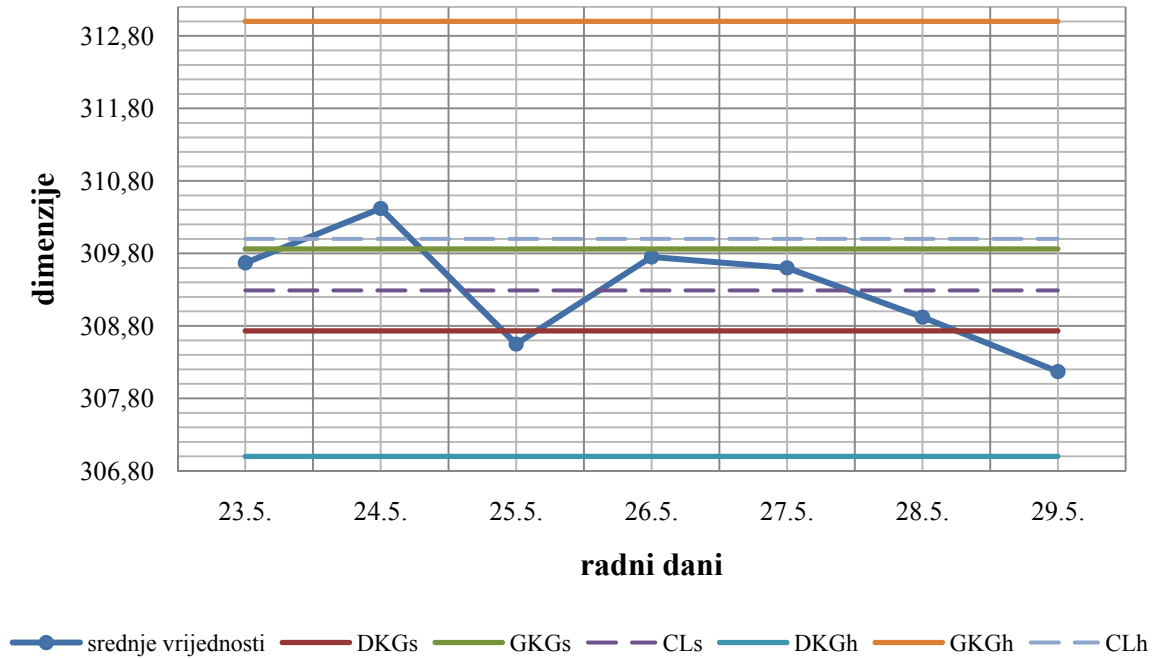
**R karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



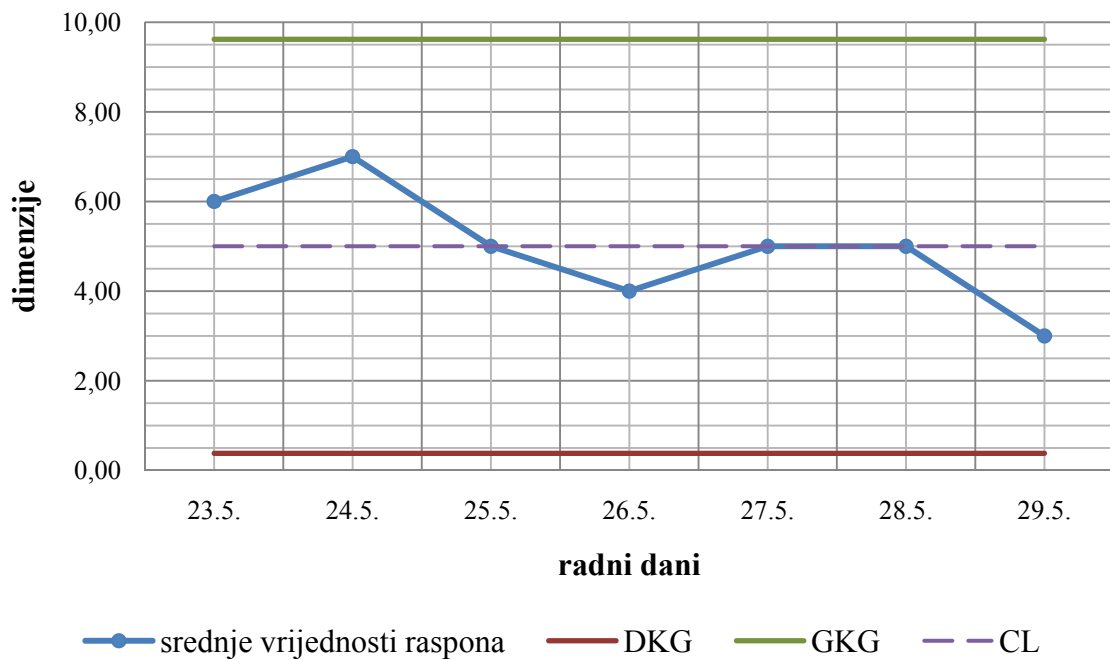
Tablica 20 - Mjerenje dimenzije  $y_2$  proizvoda 20 Lbs

20 Lbs							
$y_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	310	310	-	309	310	308	306
<b>9.00</b>	311	309	309	311	311	309	307
<b>11.00</b>	311	315	308	310	309	308	311
<b>13.00</b>	310	309	310	311	308	307	307
<b>15.00</b>	307	312	311	310	-	308	308
<b>17.00</b>	308	312	310	308	308	309	310
<b>19.00</b>	309	309	310	308	-	311	308
<b>21.00</b>	310	310	308	309	308	312	310
<b>23.00</b>	312	310	307	310	310	309	308
<b>1.00</b>	312	309	308	311	311	309	308
<b>5.00</b>	309	312	306	309	311	308	307
<b>3.00</b>	307	308	307	311	310	309	308
$\bar{x}$	309,67	310,42	308,55	309,75	309,60	308,92	308,17
$\bar{\bar{x}}$	309,29						
$DKG_{\bar{x}}$	308,73						
$GKG_{\bar{x}}$	309,86						
$R$	5,00	7,00	5,00	3,00	3,00	5,00	5,00
$\bar{R}$	4,71						
$DKG_R$	0,36						
$GKG_R$	9,07						

**X karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $y_2$ )



**R karta**  
20 Lbs - Dimenzije proizvoda ( $y_2$ )



### ***Dimenzije – 20 Lbs***

Statističke kontrolne granice dimenzije  $x_1$  iznose  $DKG = 311,39$ ,  $GKG = 312,72$  i  $CL = 312,05$ , za dimenziju  $x_2$   $DKG = 311,22$ ,  $GKG = 312,85$  i  $CL = 312,03$ , za  $y_1$  one su  $DKG = 309,41$ ,  $GKG = 310,60$  i  $CL = 310$ , a  $y_2$  iznose  $DKG = 308,73$ ,  $GKG = 309,86$  i  $CL = 309,29$ . Hartmannove granice jednake su za sve četiri mjerene dimenzije, a jednake su:  $DKG = 307$ ,  $GKG = 313$  i  $CL = 310$ .

X karta dimenzije  $x_1$  prikazuje odstupanje dnevne srednje vrijednosti 27.5., no kako je odstupanje malo i iznosi otprilike 0,1 mm, nije ga potrebno korigirati.

Dnevne srednje vrijednosti dimenzija  $x_2$ ,  $y_1$  i  $y_2$  ne prelaze granice tolerancije.

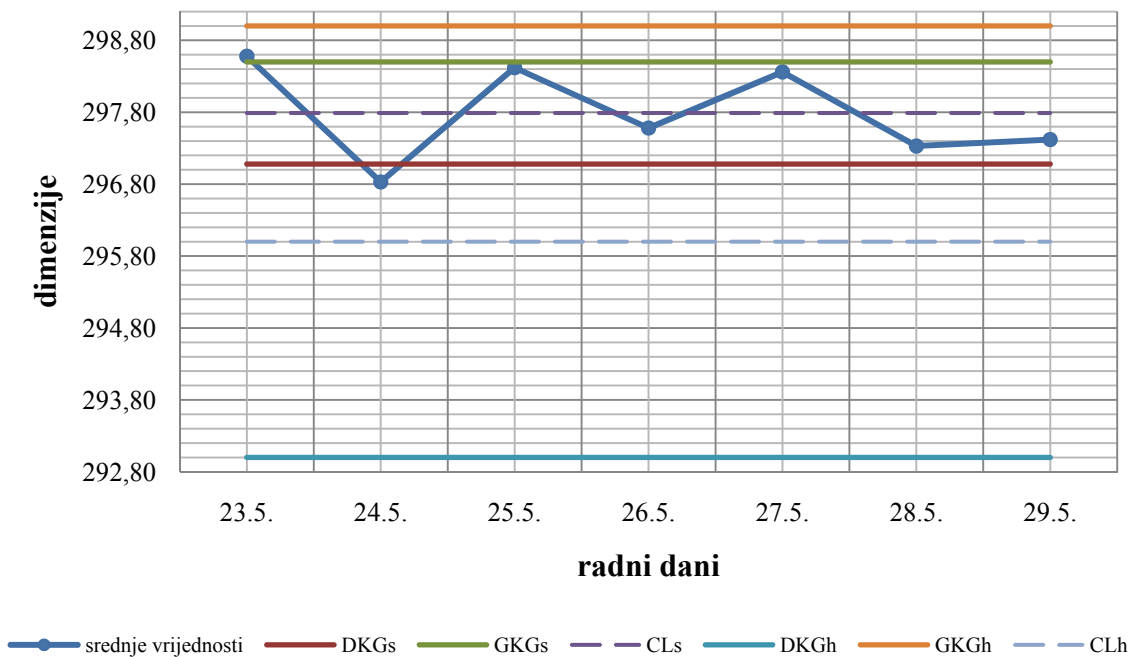
Promjene dimenzija uglavnom nastaju uslijed nepovoljnog odnosa sirovina-voda i prilikom sušenja. Ako je udio vode u smjesi prevelik, može doći do pojave oštećenih rubova na proizvodu, što također uzrokuje promjene dimenzija proizvoda. Osim toga, prilikom sušenja može se dogoditi „presušenost“ proizvoda što uzrokuje njihovu izvitoperenost pa i promjenu dimenzije.

Kako bi se izbjegle komplikacije i promjene dimenzija, potrebno je redovito kontrolirati odnos sirovina-voda, te temperaturu zraka, ali i brzinu rešetki koje putuju kroz sušaru.

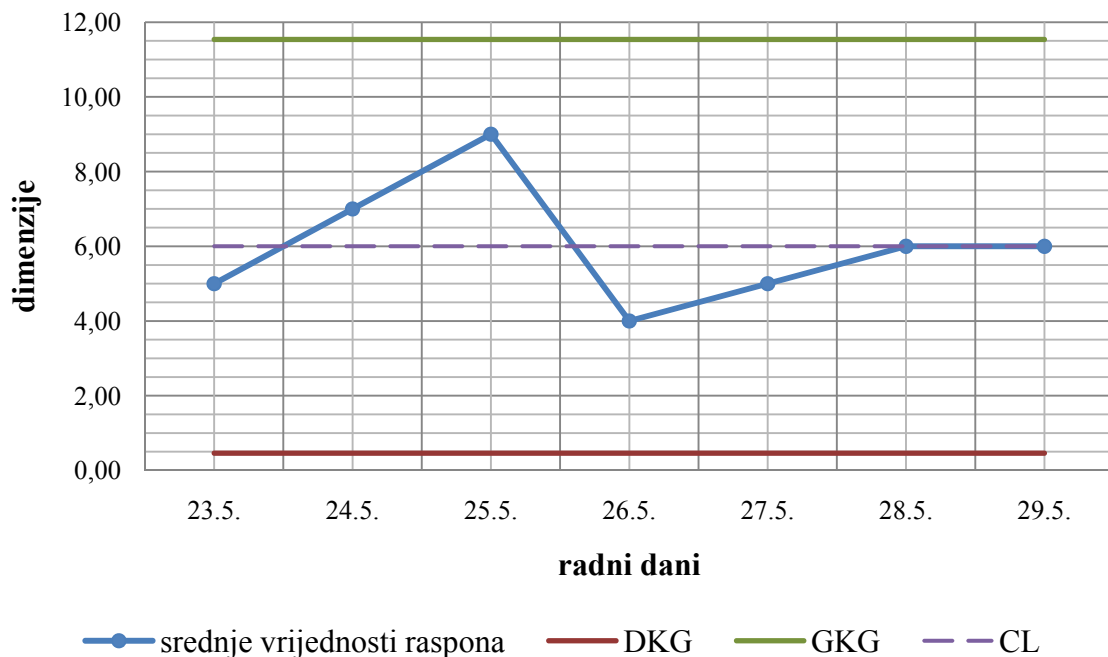
Tablica 21 - Mjerenje dimenzije  $x_1$  proizvoda Eurotray

Eurotray							
$x_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	301	299	298	297	299	297	298
<b>9.00</b>	302	297	298	296	300	295	294
<b>11.00</b>	298	297	298	298	297	294	296
<b>13.00</b>	300	297	298	295	301	299	295
<b>15.00</b>	298	297	301	297	296	297	299
<b>17.00</b>	299	292	299	298	296	298	296
<b>19.00</b>	297	296	301	299	-	297	300
<b>21.00</b>	297	299	302	298	299	299	297
<b>23.00</b>	298	298	295	299	300	298	298
<b>1.00</b>	297	297	293	297	299	300	298
<b>5.00</b>	299	295	298	298	297	298	298
<b>3.00</b>	297	298	300	299	298	296	300
$\bar{x}$	298,58	296,83	298,42	297,58	298,36	297,33	297,42
$\bar{\bar{x}}$	<b>297,79</b>						
$DKG_{\bar{x}}$	<b>297,08</b>						
$GKG_{\bar{x}}$	<b>298,50</b>						
$R$	5,00	7,00	9,00	4,00	5,00	6,00	6,00
$\bar{R}$	<b>6,00</b>						
$DKG_R$	<b>0,46</b>						
$GKG_R$	<b>11,54</b>						

**X karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )



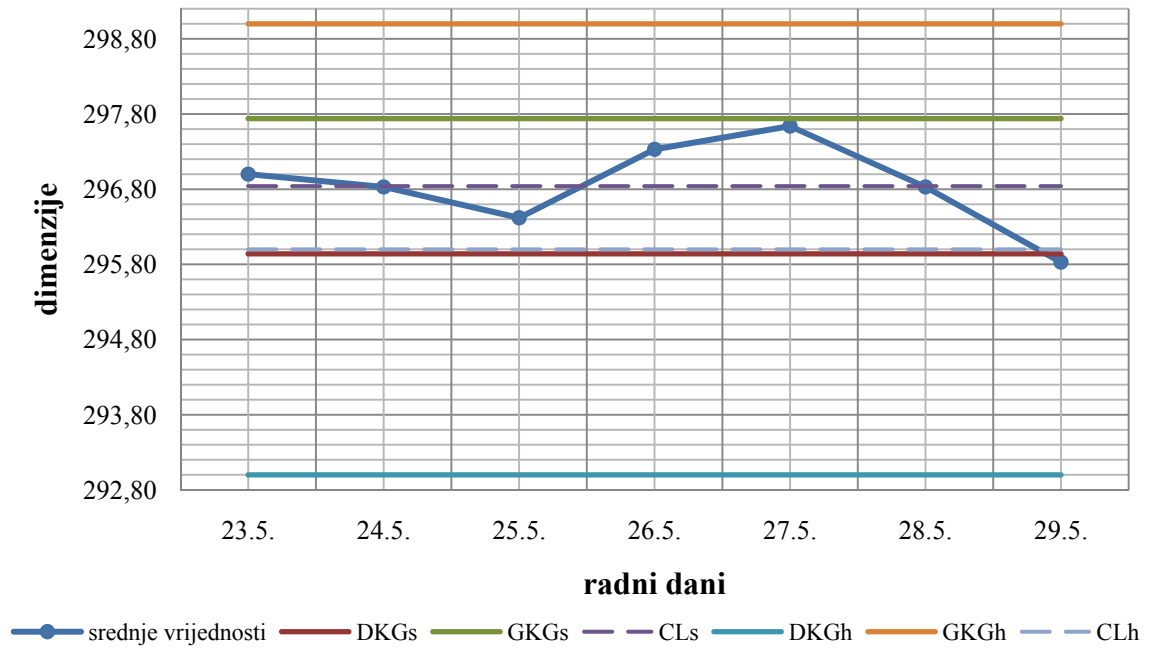
**R karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )



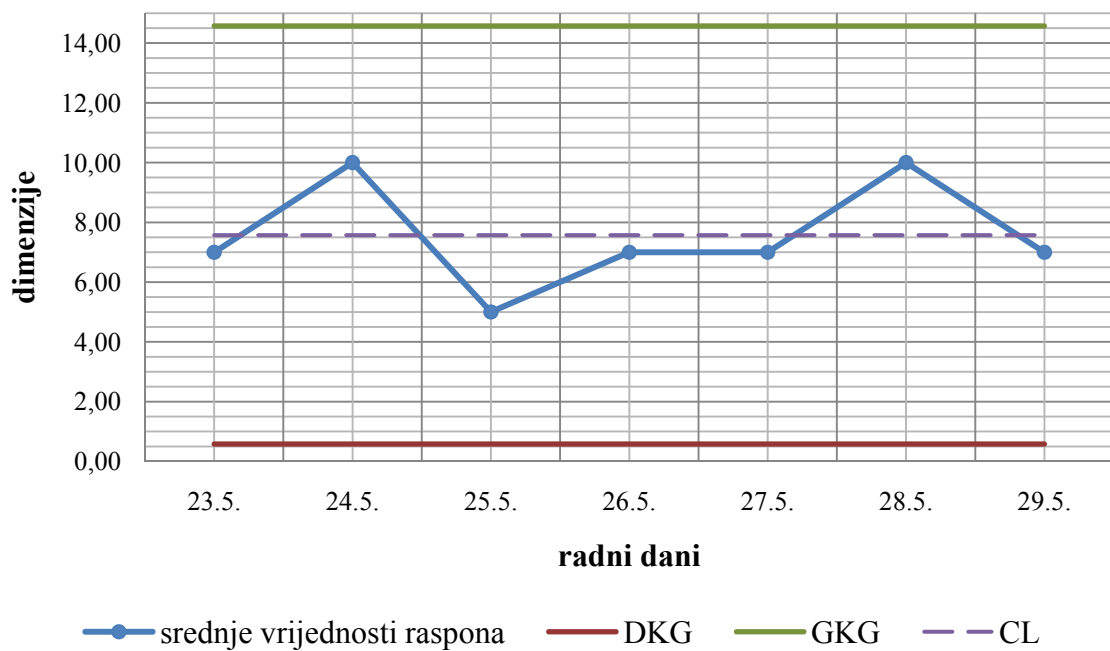
Tablica 22 - Mjerenje dimenzije  $x_2$  proizvoda Eurotray

Eurotray							
$x_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	298	298	297	296	296	293	293
<b>9.00</b>	300	295	297	298	296	296	295
<b>11.00</b>	296	302	298	297	299	293	293
<b>13.00</b>	294	295	299	295	299	295	294
<b>15.00</b>	297	300	297	294	297	298	299
<b>17.00</b>	293	297	295	298	294	299	298
<b>19.00</b>	296	296	298	297	-	303	298
<b>21.00</b>	295	301	296	296	298	299	298
<b>23.00</b>	300	292	295	298	297	298	297
<b>1.00</b>	299	295	294	298	298	297	295
<b>5.00</b>	297	295	295	300	301	297	292
<b>3.00</b>	299	296	296	301	299	294	298
$\bar{x}$	297,00	296,83	296,42	297,33	297,64	296,83	295,83
$\bar{\bar{x}}$	296,84						
$DKG_{\bar{x}}$	295,94						
$GKG_{\bar{x}}$	297,74						
$R$	7,00	10,00	5,00	7,00	7,00	10,00	7,00
$\bar{R}$	7,57						
$DKG_R$	0,58						
$GKG_R$	14,57						

**X karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )



**R karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )

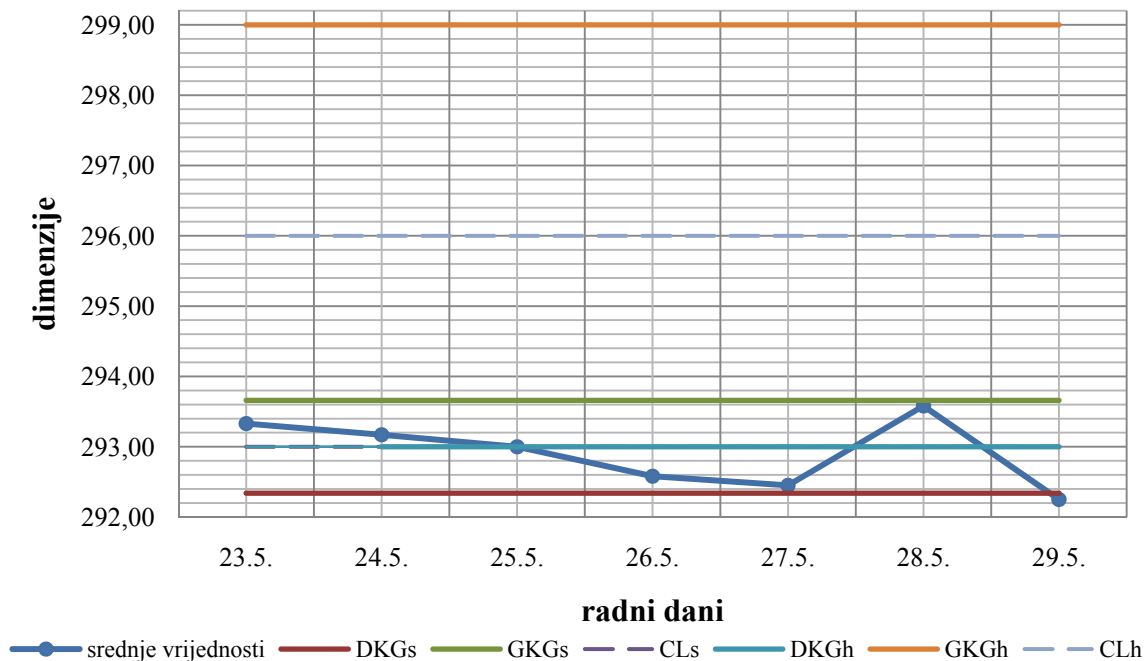




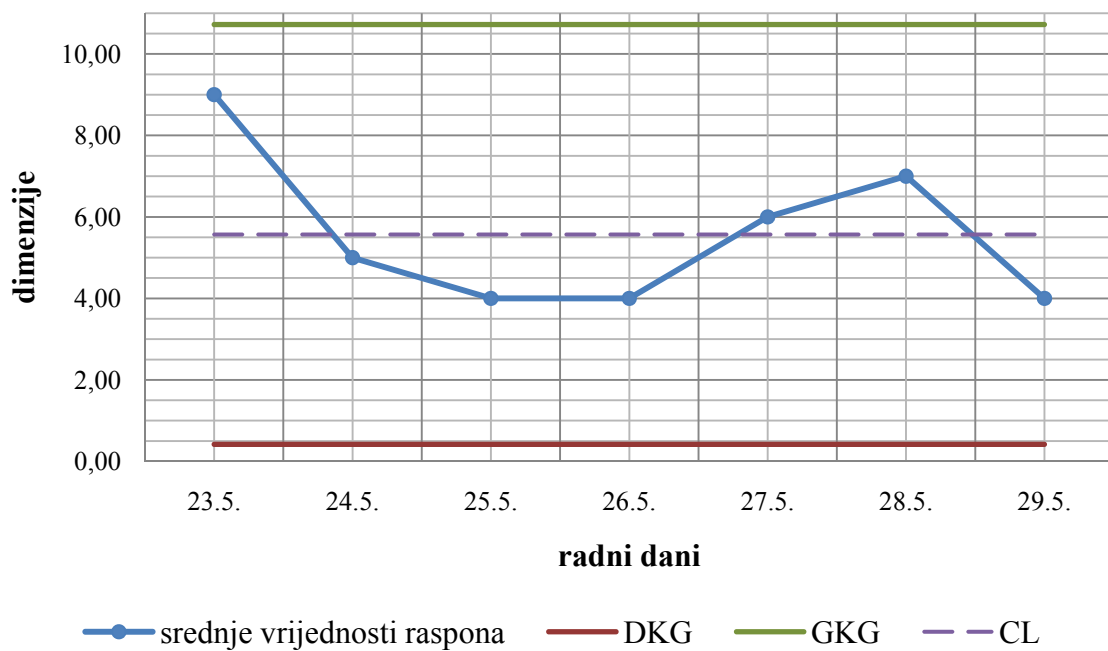
Tablica 23 - Mjerenje dimenzije  $y_1$  proizvoda Eurotray

Eurotray							
$y_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	299	293	294	292	294	295	293
<b>9.00</b>	290	294	294	292	292	297	292
<b>11.00</b>	291	291	292	292	292	297	295
<b>13.00</b>	293	293	292	293	289	294	293
<b>15.00</b>	295	291	291	295	293	291	291
<b>17.00</b>	293	292	293	292	293	292	291
<b>19.00</b>	295	291	292	291	-	295	291
<b>21.00</b>	296	293	292	293	295	290	293
<b>23.00</b>	292	296	295	295	293	292	293
<b>1.00</b>	291	296	294	292	292	293	292
<b>5.00</b>	292	295	293	292	292	293	292
<b>3.00</b>	293	293	294	292	292	294	291
$\bar{x}$	293,33	293,17	293,00	292,58	292,45	293,58	292,25
$\bar{\bar{x}}$	293,00						
$DKG_{\bar{x}}$	292,34						
$GKG_{\bar{x}}$	293,66						
$R$	9,00	5,00	4,00	4,00	6,00	7,00	4,00
$\bar{R}$	5,57						
$DKG_R$	0,42						
$GKG_R$	10,72						

**X karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



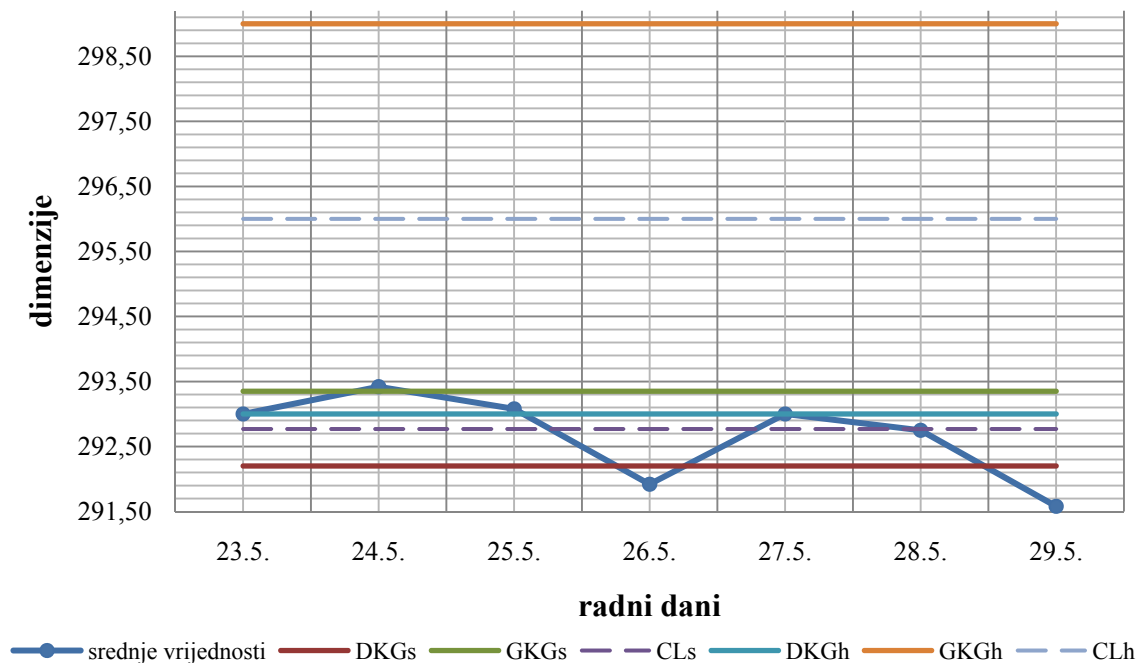
**R karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



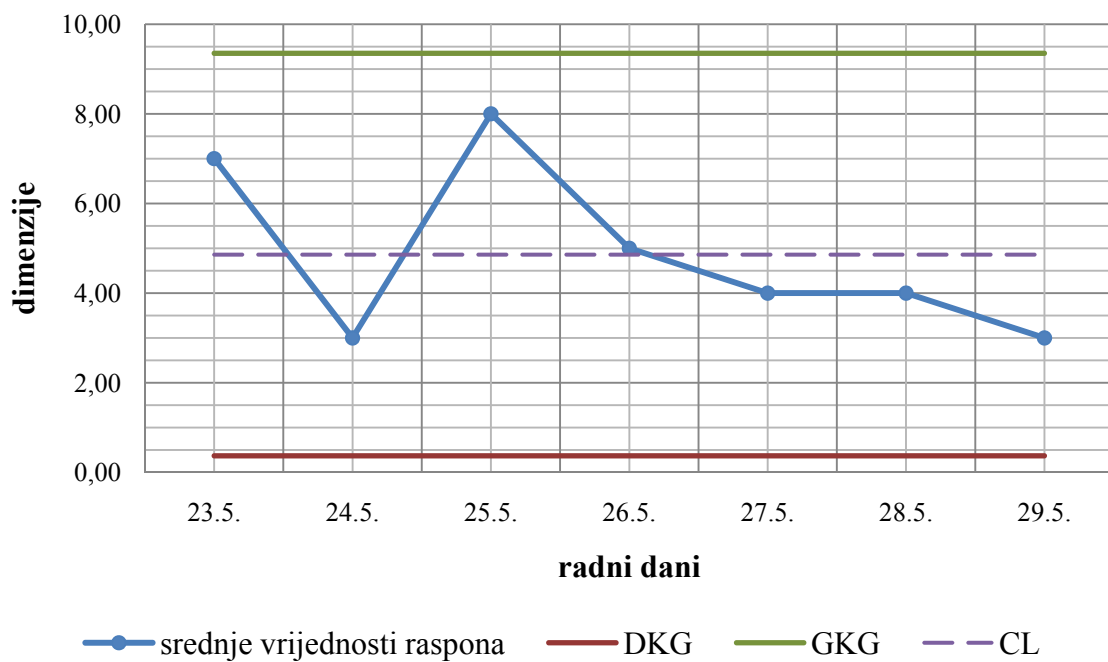
Tablica 24 - Mjerenje dimenzije  $y_2$  proizvoda Eurotray

Eurotray							
$y_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	293	292	293	292	294	293	292
<b>9.00</b>	291	293	291	293	293	295	293
<b>11.00</b>	292	292	291	291	294	294	292
<b>13.00</b>	293	294	290	294	290	294	292
<b>15.00</b>	295	295	292	293	294	292	292
<b>17.00</b>	294	295	295	289	294	294	291
<b>19.00</b>	292	293	291	290	-	291	291
<b>21.00</b>	298	293	293	292	293	292	293
<b>23.00</b>	293	295	294	291	292	292	292
<b>1.00</b>	294	293	298	293	294	291	290
<b>5.00</b>	294	292	297	293	292	292	291
<b>3.00</b>	295	294	292	292	293	293	290
$\bar{x}$	293,00	293,42	293,08	291,92	293,00	292,75	291,58
$\bar{\bar{x}}$	292,77						
$DKG_{\bar{x}}$	292,20						
$GKG_{\bar{x}}$	293,35						
$R$	7,00	3,00	8,00	5,00	4,00	4,00	3,00
$\bar{R}$	4,86						
$DKG_R$	0,37						
$GKG_R$	9,35						

**X karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $y_2$ )



**R karta**  
Eurotray - Dimenzije proizvoda ( $y_2$ )



### ***Dimenzije – Eurotray***

Statističke granice dimenzije  $x_1$  iznose  $DKG = 297,08$ ,  $GKG = 298,50$  i  $CL = 297,79$ , za dimenziju  $x_2$   $DKG = 295,94$ ,  $GKG = 297,74$  i  $CL = 296,84$ , za  $y_1$  one su  $DKG = 292,34$ ,  $GKG = 293,66$  i  $CL = 293$ , a  $y_2$  iznose  $DKG = 292,20$ ,  $GKG = 293,35$  i  $CL = 292,77$ . Hartmannove granice jednake su za sve četiri mjerene dimenzije, a jednake su:  $DKG = 293$ ,  $GKG = 299$  i  $CL = 296$ .

Iz X karte dimenzije  $x_1$  i  $x_2$  vidljivo je kako su dnevne srednje vrijednosti unutar propisanih granica tolerancije tvrtke i s toga nije bilo potrebe za korekcijama.

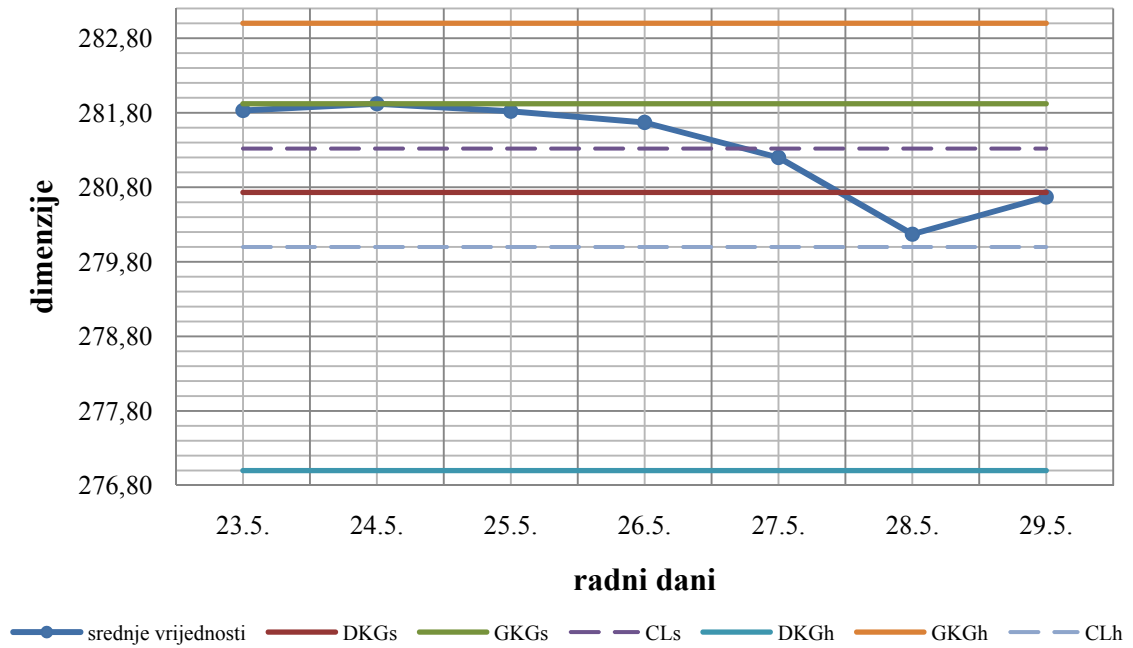
Dnevne srednje vrijednosti dimenzije  $y_1$  prelaze Hartmannove granice 26., 27. i 29.5. Kako su odstupanja srednje vrijednosti premašene za otprilike 0,5 mm, nisu značajna za kvalitetu proizvoda.

$y_2$  dimenzije prelazi granicu tolerancije tvrtke 26., 28. i 29.5. Ni u ovom slučaju nisu provedene korekcije jer je odstupanje manje od 1 mm.

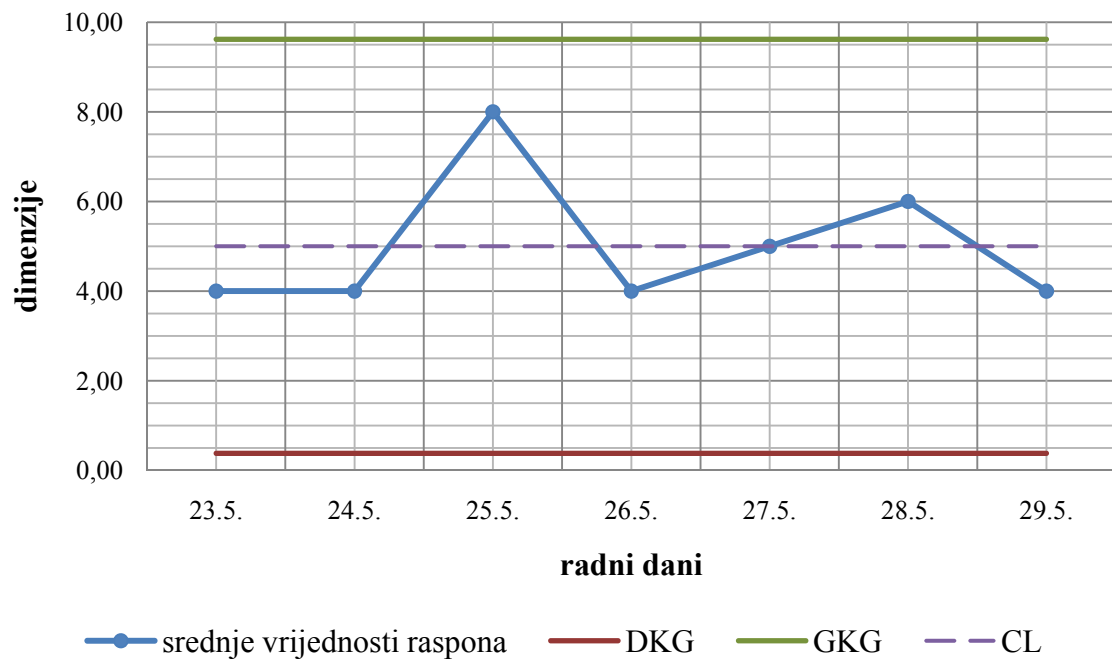
Tablica 25 - Mjerenje dimenzije  $x_1$  proizvoda Cargo Small

Cargo Small							
$x_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	280	281	-	281	280	278	281
<b>9.00</b>	282	282	286	282	281	278	280
<b>11.00</b>	282	283	283	279	282	278	278
<b>13.00</b>	284	282	284	282	279	277	280
<b>15.00</b>	282	281	282	283	-	279	281
<b>17.00</b>	281	282	282	279	284	280	280
<b>19.00</b>	282	281	282	282	-	282	281
<b>21.00</b>	280	283	281	283	284	281	281
<b>23.00</b>	283	282	278	283	282	282	282
<b>1.00</b>	282	284	280	281	281	282	281
<b>5.00</b>	283	282	280	283	280	283	282
<b>3.00</b>	281	280	282	282	279	282	281
$\bar{x}$	281,83	281,92	281,82	281,67	281,20	280,17	280,67
$\bar{\bar{x}}$	281,32						
$DKG_{\bar{x}}$	280,73						
$GKG_{\bar{x}}$	281,92						
$R$	4,00	4,00	8,00	4,00	5,00	6,00	4,00
$\bar{R}$	5,00						
$DKG_R$	0,38						
$GKG_R$	9,62						

**X karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )



**R karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $x_1$ )

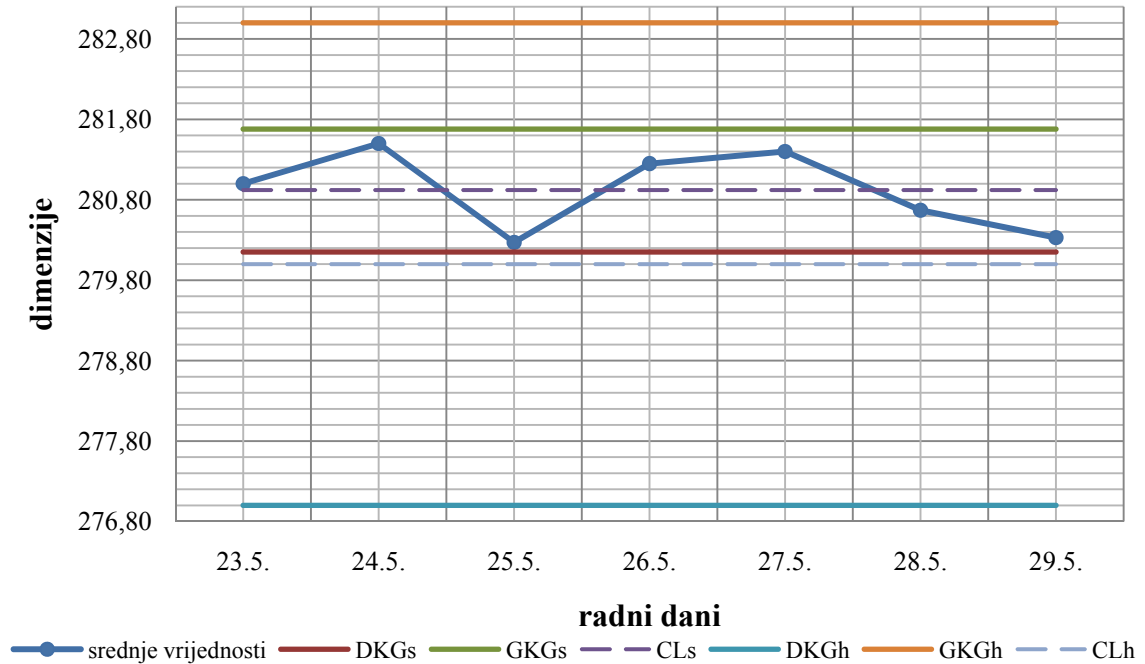


Tablica 26 - Mjerenje dimenzije  $x_2$  proizvoda Cargo Small

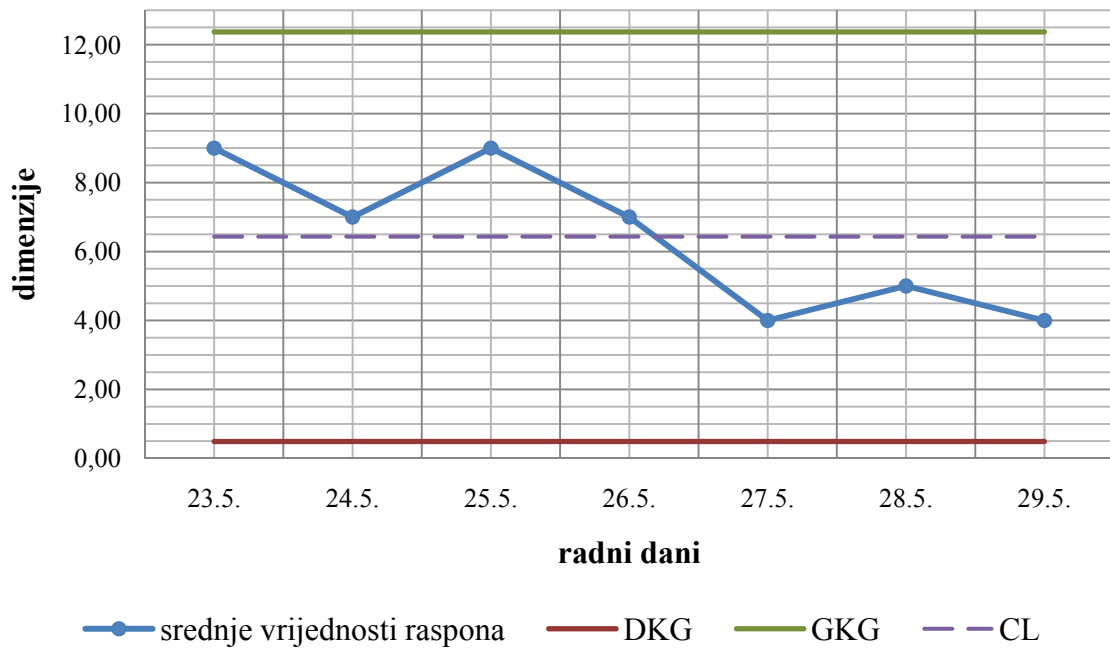
Cargo Small							
$x_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	280	280	-	279	281	277	278
<b>9.00</b>	281	281	284	283	279	278	278
<b>11.00</b>	282	283	284	278	283	281	278
<b>13.00</b>	278	281	283	285	283	280	282
<b>15.00</b>	280	280	281	281	-	280	282
<b>17.00</b>	278	284	281	278	282	281	282
<b>19.00</b>	280	282	281	280	-	282	281
<b>21.00</b>	280	285	279	282	283	282	281
<b>23.00</b>	282	281	278	282	281	282	281
<b>1.00</b>	287	282	278	283	281	282	280
<b>5.00</b>	283	281	279	283	281	282	281
<b>3.00</b>	281	278	275	281	280	281	280
$\bar{x}$	281,00	281,50	280,27	281,25	281,40	280,67	280,33
$\bar{\bar{x}}$	280,92						
$DKG_{\bar{x}}$	280,15						
$GKG_{\bar{x}}$	281,68						
$R$	9,00	7,00	9,00	7,00	4,00	5,00	4,00
$\bar{R}$	6,43						
$DKG_R$	0,49						
$GKG_R$	12,37						



**X karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )



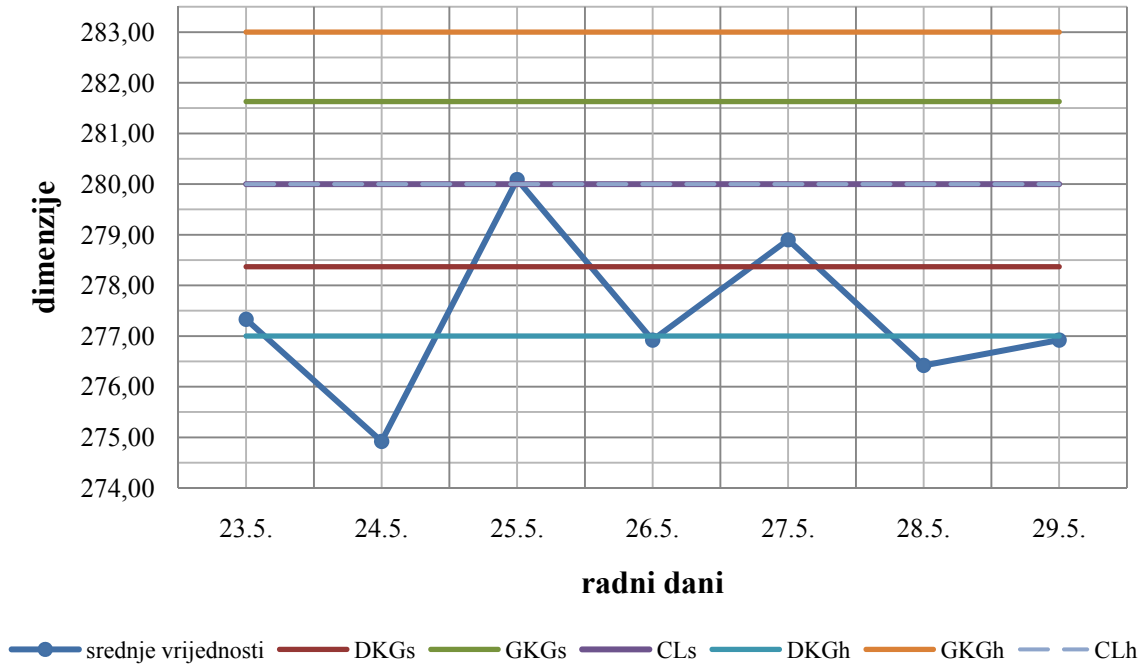
**R karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $x_2$ )



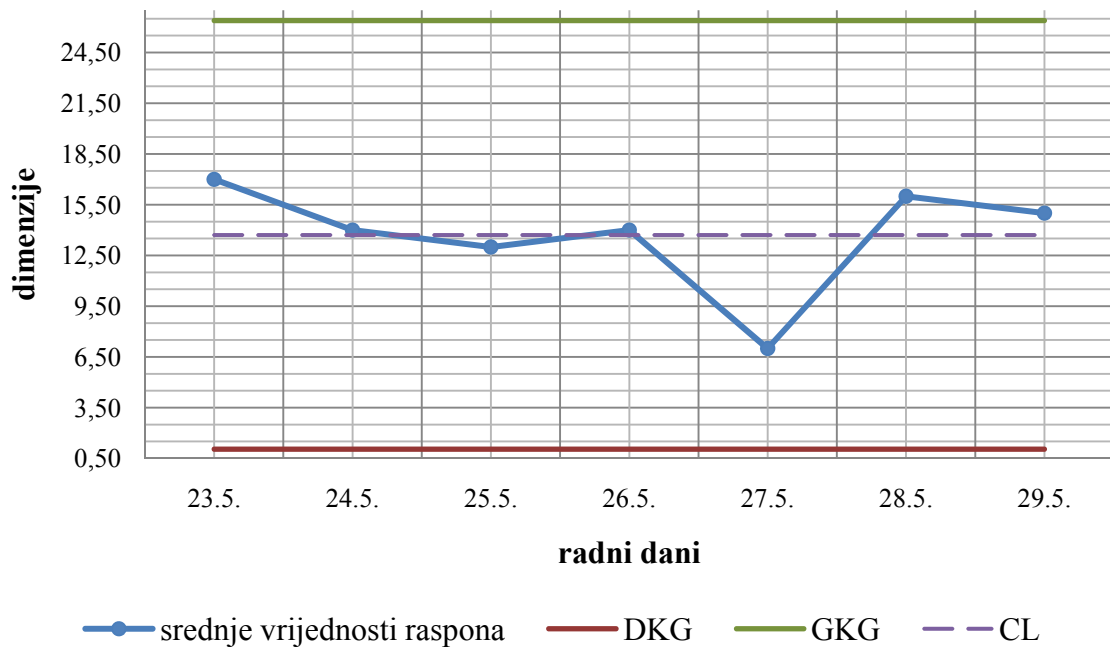
Tablica 27 - Mjerenje dimenzije  $y_1$  proizvoda Cargo Small

Cargo Small							
$y_1$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	278	279	-	277	278	270	272
<b>9.00</b>	277	277	273	273	280	272	270
<b>11.00</b>	276	275	286	282	279	272	271
<b>13.00</b>	276	276	279	270	275	270	280
<b>15.00</b>	277	274	274	284	-	278	272
<b>17.00</b>	268	273	281	284	279	275	275
<b>19.00</b>	279	276	276	282	-	286	275
<b>21.00</b>	285	276	284	279	278	278	278
<b>23.00</b>	277	274	281	271	281	278	280
<b>1.00</b>	279	265	284	273	276	278	285
<b>5.00</b>	274	278	278	276	281	278	284
<b>3.00</b>	282	276	285	272	282	282	281
$\bar{x}$	277,33	274,92	280,09	276,92	278,90	276,42	276,92
$\bar{\bar{x}}$	<b>280,00</b>						
$DKG_{\bar{x}}$	<b>278,37</b>						
$GKG_{\bar{x}}$	<b>281,63</b>						
$R$	17,00	14,00	13,00	14,00	7,00	16,00	15,00
$\bar{R}$	<b>13,71</b>						
$DKG_R$	<b>1,04</b>						
$GKG_R$	<b>26,39</b>						

**X karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



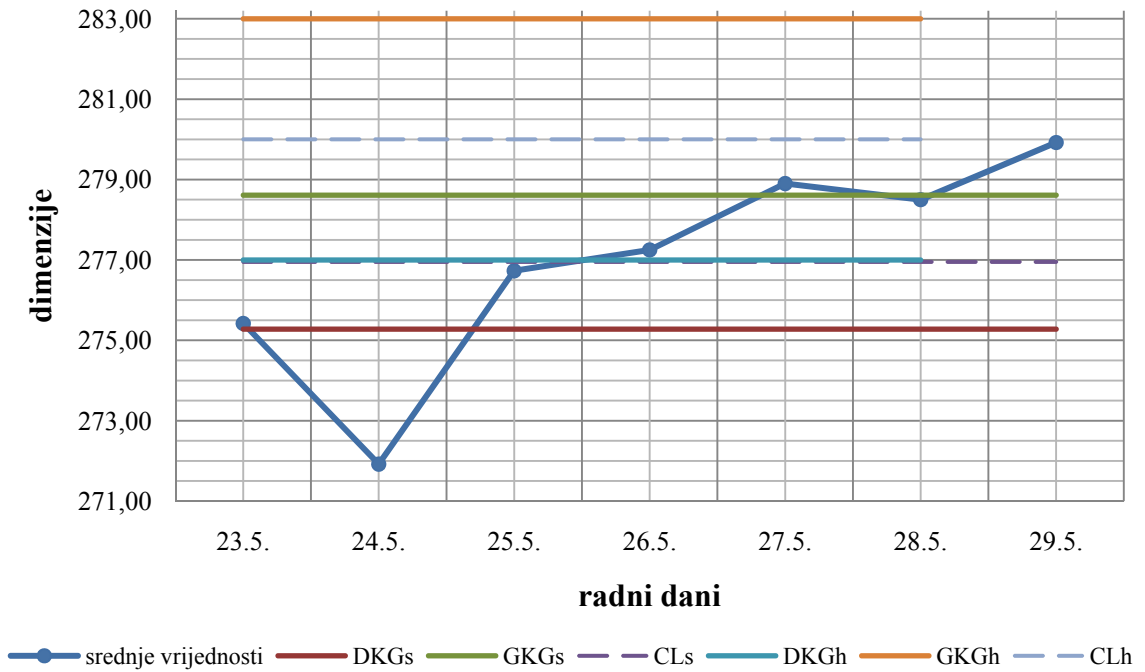
**R karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda ( $y_1$ )



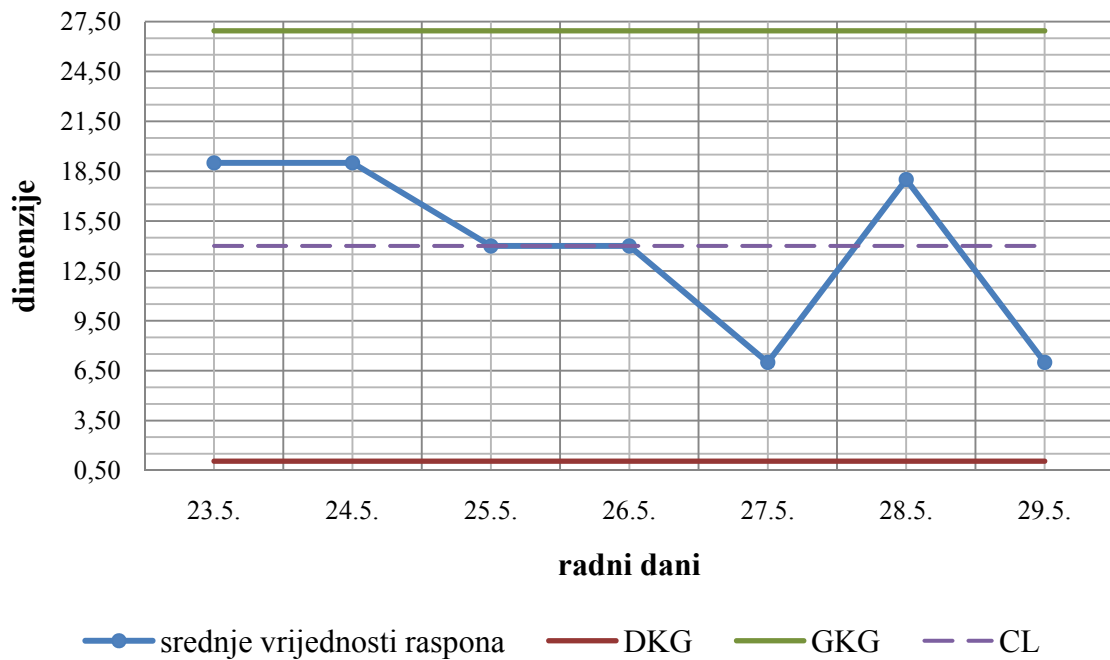
Tablica 28 - Mjerenje dimenzije  $y_2$  proizvoda Cargo Small

Cargo Small							
$y_2$							
	23.5.	24.5.	25.5.	26.5.	27.5.	28.5.	29.5.
<b>7.00</b>	274	278	-	279	278	278	278
<b>9.00</b>	273	274	269	274	280	267	283
<b>11.00</b>	272	265	279	285	279	282	277
<b>13.00</b>	278	279	278	271	281	282	283
<b>15.00</b>	277	274	276	281	-	276	283
<b>17.00</b>	268	272	283	282	280	276	278
<b>19.00</b>	265	274	276	280	-	285	278
<b>21.00</b>	277	275	277	278	274	279	281
<b>23.00</b>	284	272	278	271	281	277	278
<b>1.00</b>	280	260	278	281	276	281	284
<b>5.00</b>	273	265	272	273	281	279	279
<b>3.00</b>	284	275	278	272	279	280	277
$\bar{x}$	275,42	271,92	276,73	277,25	278,90	278,50	279,92
$\bar{\bar{x}}$	276,95						
$DKG_{\bar{x}}$	275,28						
$GKG_{\bar{x}}$	278,61						
$R$	19,00	19,00	14,00	14,00	7,00	18,00	7,00
$\bar{R}$	14,00						
$DKG_R$	1,06						
$GKG_R$	26,94						

**X karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda (y<sub>2</sub>)



**R karta**  
Cargo Small - Dimenzije proizvoda (y<sub>2</sub>)



### *Dimenzije – Cargo Small*

Statističke granice dimenzije  $x_1$  iznose  $DKG = 280,73$ ,  $GKG = 281,92$  i  $CL = 281,32$ , za dimenziju  $x_2$   $DKG = 280,15$ ,  $GKG = 281,68$  i  $CL = 280,92$ , za  $y_1$  one su  $DKG = 278,37$ ,  $GKG = 281,63$  i  $CL = 280$ , a  $y_2$  iznose  $DKG = 275,28$ ,  $GKG = 278,61$  i  $CL = 276,95$ . Hartmannove granice jednake su za sve četiri mjerene dimenzije, a jednake su:  $DKG = 277$ ,  $GKG = 283$  i  $CL = 280$ .

Iz X karte dimenzije  $x_1$  vidljivo je kako su dnevne srednje vrijednosti unutar propisanih granica tolerancije tvrtke i s toga nije bilo potrebe za korekcijama.

Na X karti dimenzije  $x_2$  također su sve vrijednosti unutar granica tolerancije tvrtke.

X karta dimenzije  $y_1$  prikazuje odstupanja srednjih vrijednosti 24., 26., 28. i 29.5. Kako su odstupanja mala i u prosjeku iznose 0,3 mm, nisu značajna za kvalitetu proizvoda jer nisu vidljiva.

X karta dimenzije  $y_2$  također pokazuje odstupanje vrijednosti od granica tolerancije tvrtke, dana 24.5. Dnevna srednja vrijednost odstupa od gornje granice za otprilike 5 mm. Iako odstupanje nije preveliko, potrebno ga je korigirati jer je na pojedinim proizvodima izrazito vidljivo.

## 6. ZAKLJUČAK

U provedenoj kontroli kvalitete papirne mase utvrđeno je kako su mjerene vrijednosti na svim točkama mjerenja bile unutar granica tolerancije tvrtke i nije bilo potrebe za korektivnim akcijama.

- Koncentracija mase u pulper kadi i nivo kadi pojedinih strojeva kretala se ispod 6%, što je zadovoljavajući rezultat jer tada ne dolazi do otežane proizvodnje.
- Stupanj razvlaknjenosti mase u pulper kadi također je bio unutar zadovoljavajućih granica (30 do 60°SR), što je uvjet za uspješnu proizvodnju.
- pH vrijednost u pulper kadama i na strojevima za oblikovanje bila je u skladu sa zakonskim normama, dakle nije prelazila ispod propisanih 6,5, odnosno iznad 9.

Kontrola kvalitete gotovih proizvoda pokazala je sljedeće:

- Na masu zračno suhog, kao i apsolutno suhog proizvoda utječu: kvaliteta same sirovine, odnos materijal-voda (ako je u papirnoj masi previše materijala, papirna masa je gušća, a time se povećava masa proizvoda i obrnuto) i postotak dodanog aditiva (povećana količina aditiva može uzrokovati veću masu).
- Odstupanja vrijednosti vlage proizvoda javlja se zbog mase proizvoda, sušenja i aditiva. Zbog prevelike mase, proizvod teže suši i njegova vlaga ostaje povećana, a ako je masa proizvoda premala, sušenje može prejako smanjiti vlagu proizvoda pa se javljaju druge greške: požutjeli proizvodi, proizvodi s mrljama, deformiranost i dr. Aditiv, u ovom slučaju sikativ, u premalim količinama, uzrokuje teže sušenje. Jednako tako, prevelika količina aditiva može znatno povećati masu proizvoda pa on ponovo teže suši.
- Promjene dimenzija uglavnom nastaju uslijed nepovoljnog odnosa sirovina-voda i prilikom sušenja. Zbog prevelikog udjela vode u smjesi može doći do pojave oštećenih rubova na proizvodu, što također uzrokuje promjene dimenzija proizvoda. Prilikom sušenja može se dogoditi „presušnost“ proizvoda što uzrokuje njihovu izvitoperenost i samim time promjenu dimenzije.

\* \* \*

Proizvodi od recikliranih materijala, a naročito od oblikovane pulpe, sve su zastupljeniji na tržištu zbog brojnih prednosti.

S ekološkog aspekta gledano, proizvodi su povoljni za okolinu jer su izrađeni od 100% recikliranih materijala, sami su pogodni za reciklažu, a njihovo uništavanje ne ostavlja nikakve posljedice na okolinu. Proizvodi imaju relativno nisku cijenu proizvodnje, no ona uvelike ovisi o izvedbi. Mogu se potpuno prilagoditi željama kupaca i sve više pozornosti se dodaje izgledu proizvoda – apliciraju se razne vrste etiketa, na proizvodima se radi višebojni tisak, sam proizvod se boji po željama kupca, površine su sve bolje obrađene, oblici su prilagođeni što lakšem korištenju i dr.

U proizvodnji materijala od recikliranih papira, a samim time i proizvoda od oblikovane pulpe, pokušavaju se razviti tehnologije kojim bi se omogućilo i iskorištavanje jednogodišnjih biljaka jer je šumski fond ozbiljno ugrožen.



## LITERATURA

### Knjige i članci

1. Anić, V., Goldstein, I.; *Rječnik stranih riječi*; Novi liber; Zagreb, 2000.
2. Golubović, A.: *Svojstva i ispitivanje papira*, Grafički fakultet, Zagreb, 1993.
3. Golubović, A.; *Tehnologija izrade i svojstva papira*; Viša grafička škola; Zagreb, 1984.
4. Kipphan, H.; *Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods*; Springer; Berlin, 2001.
5. Opačić, I.; *Kemijska prerada drva*; Sveučilište u Zagrebu; Zagreb, 1967.
6. Rodin, A.: *Pakovanje u industriji*; Panorama; Zagreb, 1968.
7. Stričević, N.; *Suvremena ambalaža 1*; Školska knjiga; Zagreb, 1982.
8. Stričević, N.; *Suvremena ambalaža 2*; Školska knjiga; Zagreb, 1983.
9. Vujković, I., Galić, K., Vereš, M.; *Ambalaža za pakiranje namirnica*; Tectus; Zagreb, 2007.
10. Yam, Kit L.; *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology - 3rd edition*; Wiley; New Jersey, 2009.

### Internet

11. <http://en.wikipedia.org/wiki/Cellulose>; 30. svibnja 2011.
12. [http://en.wikipedia.org/wiki/Molded\\_pulp](http://en.wikipedia.org/wiki/Molded_pulp), 30. svibnja 2011.
13. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wood\\_pulp](http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_pulp), 7. lipnja 2011.
14. [http://hr.mt.com/hr/hr/home/products/Laboratory\\_Analytics\\_Browse/Meter\\_family\\_page/SEVEN\\_Bench\\_meters\\_Family\\_page/S20\\_SevenEasy\\_pH\\_1.html](http://hr.mt.com/hr/hr/home/products/Laboratory_Analytics_Browse/Meter_family_page/SEVEN_Bench_meters_Family_page/S20_SevenEasy_pH_1.html); 31. svibnja 2011.
15. [http://new.ametek.com/content-manager/files/TLI/LR5KPlus%20Spec%20Sheet%20\(SS-MT-6251-0909\).pdf](http://new.ametek.com/content-manager/files/TLI/LR5KPlus%20Spec%20Sheet%20(SS-MT-6251-0909).pdf), 29. Svibnja 2011.
16. <http://www.basf.com>; 20. lipnja 2011.

17. [http://www.hartmann.dk/?sc\\_lang=hr](http://www.hartmann.dk/?sc_lang=hr), 20. svibnja 2011.
18. <http://www.hartmann.dk/Egg%20Pack/Trays/20%20lbs.aspx>, 25. svibnja 2011.
19. <http://www.hartmann.dk/Egg%20Pack/Trays/Eggtec%20CARGO%20small.aspx>, 25. svibnja 2011.
20. <http://www.hartmann.dk/Egg%20Pack/Trays/Eurotray.aspx>, 25. svibnja 2011.
21. <http://www.ktf-split.hr/bib/ambalaza.pdf>, 2. lipnja 2011.
22. <web.efzg.hr/dok//TRG/tbakovic/6.%20AMBALAA.ppt>, 21. svibnja 2011.