

# Proces proizvodnje Eps i kontrola kvalitete na primjeru LIM-MONT-a d.o.o. iz Vrbanovca

---

**Magić, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:788345>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-02**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

*Završni rad br. 193/PS/2016*

**PROCES PROIZVODNJE EPS I  
KONTROLA KVALITETE NA PRIMJERU  
LIM-MONTA d.o.o. IZ VRBANOVCA**

**Marko Magić, 1715/601**

Varaždin, rujan 2016. godine





**Sveučilište  
Sjever**

**Odjel za Strojtarstvo**

*Završni rad br. 193/PS/2016*

**PROCES PROIZVODNJE EPS I  
KONTROLA KVALITETE NA PRIMJERU  
LIM-MONTA d.o.o. IZ VRBANOVCA**

**Student**

Marko Magić, 1715/601

**Mentor**

izv. prof. dr. sc. Živko Kondić

Varaždin, rujn 2016. godine

## Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODIEL	Odjel za strojarstvo		
PRISTUPNIK	MARKO MAGIĆ	MATIČNI BROJ	1715/601
DATUM	08.09.2016.	KOLEGIJ	Kontrola kvalitete
NASLOV RADA	PROCES PROIZVODNJE EPS I KONTROLA KVALITETE NA PRIMJERU LIM-MONT-a D.O.O. IZ VRBANOVCA		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	PRODUCTION PROCESS EPS AND QUALITY CONTROL IN THE CASE OF LIM MONT D.O.O. VRBANOVEC		
MENTOR	KONDIĆ ŽIVKO	ZVANJE	Izv. profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. mr.sc. Zlatko Botak, v. predavač 2. dr.sc. Živko Kondić, izv. prof. 3. Marko Horvat, dip.ing., pred. 4. Veljko Kondić, mag.mech., predavač 5.		

### Zadatak završnog rada

SROJ	193/PS/2016
OPIS	U radu je potrebno: -Opisati fizičko kemijske karakterističke polimera na temelju stirena, a detaljnije opisati polistiren kroz njegove tehničke karakteristike, prolaz topfne te opisati glavne prednosti i nedostatke u odnosu na drugo izolacijske materijale. -Opisati tehnološki proces proizvodnje stiropora u odabranom poduzeću gdje se završni rad realizira i to kroz opis faza procesa proizvodnje i kontrolne aktivnosti. Detaljnije se zadržati na kontroli kvaliteta nakon svih faza procesa proizvodnje te ih povezati s procesom proizvodnje. -Ukratko opisati strojni park, odnosno strojeve na kojima se realizira proces proizvodnje stiropora. -U praktičnom dijelu provedi kontrolu procesa proizvodnje te rezultate prikazati i komentirati. -U zaključnom dijelu završnog rada kritički se osmisliti na usdeak te dati preporuke za poboljšanja i svoje viđenje procesa proizvodnje i kontrole stiropora.

ZADATAK DRUČEN

26.09.2016



## **Predgovor**

Izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno koristeći znanja stečena na Sveučilištu Sjever. Služio sam se navedenom literaturom uz stručno vodstvo mentora izv. prof. dr. sc. Živka Kondića.

Zahvaljujem se mentoru izv. prof. dr. sc. Živku Kondiću uz čije stručno vodstvo i pomoć je nastao ovaj rad.

Zahvaljujem se Katarini Međeral što mi je dopustila da pišem završni rad u tvrtki Lim-mont d.o.o iz Vrbanovca

Zahvaljujem se Petek Igoru, Katalenić Draženu i Brzaj Siniši što su svojim savjetima donjeli doprinos razvoju praktičnog dijela rada.

## SAŽETAK

U ovom radu govori se o procesu izrade stiropora (EPS – ekspanzirani polistiren) u tvrtki Lim-mont d.o.o. iz Vrbanovca. Objasnjene su definicije, način dobivanja i kratka povijest polistirena. Zatim ekspanziranje PS-a (polistirena), njegove tehničke karakteristike i svojstva vodljivosti te prednosti i nedostaci stiropora kao vrste materijala korištenog za toplinsku izolaciju. U praktičnom djelu rada opisan je postupak proizvodnje stiropora u tvrtki Lim-mont d.o.o. iz Vrbanovca. Proizvodnja stiropora se provodi u osam faza:

1. faza: Skladištenje sirovine za ekspanziranje,
2. faza: Ekspanziranje kuglica SIRCEL F900SR,
3. faza: Čuvanje stiropora u paropropusnim silosima,
4. faza: Ekspanziranje stiropora u blok formu,
5. faza: Skladištenje blok forme,
6. faza: Obrada blok forme,
7. faza: Provjera kvalitete i
8. faza: Skladištenje gotovog proizvoda.

Detaljno je opisan postupak proizvodnje po stupnjevima, sa slikama iz proizvodnog procesa (materijal, strojevi,...) i pratećim listama za kontrolu proizvoda. Opisani su strojevi korišteni kod proizvodnje stiropora i sustav održavanja strojeva.

**Ključne riječi:** stiropor, EPS, PS, Lim-mont d.o.o., kontrola kvalitete, održavanje

## **SUMMARY**

This work discusses the process of making styrofoam (EPS) in the company Lim-mont d.o.o. from Vrbanovec. First are explained the definition, a way of getting and short history of polystyrene. Then expanding the PS, its technical characteristics and properties of conductivity, the advantages and disadvantages of Styrofoam as the type of material used for thermal isolation. In the practical part of the work is described a process of producing Styrofoam in company Lim-mont d.o.o. from Vrbanovec. Production of polystyrene is carried out in eight stages:

Stage 1: Storage of raw materials for expansion,

Stage 2: Expansion of balls Styrians F900SR,

Stage 3: Protection of styrofoam in the vapor-permeable silos,

Stage 4: Expansion of Styrofoam into a block form,

Stage 5: Storage block form,

Stage 6: Processing block form,

Stage 7: Quality control and

Stage 8: Storage of the finished product.

The procedure of the production stages is described in detail, with pictures from the production process (material, machines,...) and the accompanying lists of controlling the product in production process. At the end of the work there are described machines used in the production of Styrofoam and maintenance tools.

**Keywords:** polystyrene, EPS, PS, Lim-mont d.o.o., quality control, maintenance



## Popis korištenih kratica

PS	Polistiren
EPS	Ekspandirani polistiren, stiropor
$\lambda$	Keoficijent toplinske vodljivosti
T	debljina
L	duljina
W	širina
S	pravokutnost
P	ravnost
$\sigma$	tlačna i vlačna čvrstoća
$\rho$	gustoća
k	kilo
Pa	Pascal
mm	milimetar
cm	centimetar
m	metar
m <sup>2</sup>	metar kvadratni
m <sup>3</sup>	metar kubni
K	Kelvin
kg	kilogram
s	sekunda
HR	Hrvatsko govorno područje
EN	Englesko govorno područje
SAD	Sjedinjene Američke Države
EOQC	Europska organizacija za kontrolu kvalitete

## Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	POLIMERI.....	2
2.1.	Polimeri na temelju stirena.....	2
3.	POLISTIREN.....	3
3.1.	Povijest polistirena.....	3
3.2.	Pjenasti (ekspandirani) polistiren.....	4
3.2.1.	Tehničke karakteristike stiropora .....	4
3.2.2.	Prolaz topline kroz stiropor.....	7
3.2.3.	Prednosti i nedostaci stiropora u odnosu na druge izolacijske materijale .....	8
3.2.4.	Ambalažni stiropor.....	9
4.	PROCES PROIZVODNJE STIROPORA U TVRTKI LIM-MONT d.o.o.....	12
4.1.	LIM-MONT d.o.o.....	12
4.2.	Faze u proizvodnji stiropora u LIM-MONT d.o.o.....	13
4.3.	Kontrola kvalitete.....	28
5.	STROJEVI KORIŠTENI ZA PROIZVODNJU STIROPORA .....	40
5.1.	HIRSCH PRE-EKSPANDER VACUTRANS® PREEX 6000.....	40
5.2.	HIRSCH Blockmold Monolith.....	41
5.3.	Sustav održavanja strojeva za proizvodnju stiropora .....	42
6.	ZAKLJUČAK .....	44
7.	LITERATURA.....	46

# 1. UVOD

U ovom završnom radu govori se proizvodnji i obradi ekspaniranog polistirena (EPS) za kojeg se češće koristi naziv stiropor. S obzirom na svoja izvanredna mehanička i toplinsko izolacijska svojstva, nisku cijenu i jednostavnost ugradnje stiropor se je vrlo brzo popeo na sam vrh popisa materijala koji se koriste za izolaciju, ali i za mnoge druge svrhe.

Prema namjeni možemo ga podijeliti na dvije velike vrste: ambalažni i građevinski stiropor. Proizvodi se rezanjem iz velikog komada stiropora, takozvane blok forme ili parenjem i vakuumiranjem u raznim kalupima. Ambalažni stiropor se koristi kod pakiranja raznih proizvoda, kao zaštita kod transporta. Njegova prednost se očituje u sljedećim svojstvima: cjenovno je prihvatljiv, lagan, odlično apsorbira udarce, održava temperaturu, ne šteti okolišu, reciklira se i lako se proizvede u svakakvim oblicima.

Da bi lakše shvatili princip proizvodnje stiropora potrebno je prvo objasniti što su to polimeri, kako nastaju te PS (polistiren) kao bazu za dobivanje stiropora. Odgovori na ta pitanja, kao i mnoga druga (proizvodnja stiropora, kontrola kvalitete, strojevi za proizvodnju,...) opisani su u daljnjem tekstu.

## 2. POLIMERI

Polimerima se nazivaju sve prirodne i sintetske tvari i materijali kod kojih je osnovni sastojak sustav makromolekula (polimerne molekule). Naziv dolazi od grčke riječi *poli* = mnogo i *meros* = čestica. Makromolekule su molekule koje se sastoje od velikog broja ponavljajućih jedinica (mera).

Prema njihovom ponašanju pri visokim temperaturama polimere možemo podijeliti na:

- duromere – netaljivi, netopljivi i ne bubre,
- elastomere – netaljivi, netopljivi, ali bubre (guma) i
- plastomere – taljivi i topljivi.

Tvorevine od polimernih materijala mogu biti kompaktne (masivne) i pjenaste (saćaste). [1]

### 2.1. Polimeri na temelju stirena

Stiren je bezbojna tekućina, oštra aromatična mirisa. Dobiva se dehidrogenizacijom etilbenzena (reakcija benzena i etilena). Služi kao ishodni materijal u proizvodnji polimernih materijala namijenjenih za pakiranje, izolaciju ili dijelove za uređaje. Polimere na temelju stirena možemo podijeliti na:

- polistiren,
- pjenasti (ekspandirani) polistiren,
- žilavi polistiren,
- akrilonitril/butadien/stiren (ABS) i
- ionski izmjenjivači (na temelju ko-polimera stiren/divinil-benzen).

Zbog raznolike primjene, niske cijene i lake prerađivosti polimeri na temelju stirena se nalaze u samom vrhu prema svjetskoj potrošnji plastomera.[1]

### **3. POLISTIREN**

Polistiren je amorfan, staklu sličan i porozan materijal. Njegovo nisko staklište čini ga materijalom niske toplinske provodljivosti. Lako se prerađuje, ali je male udarne žilavosti. Dva najčešća proizvodna procesa dobivanja polistirena su polimerizacija stirena u masi i suspenziji. Polimerizacijom u masi se dobiva proizvod velikih izolacijskih svojstava, čistoće i prozirnosti. Polimerizacijom u vodenoj suspenziji se dobiva polimerno zrnje koje se lako odvaja, ali je onečišćeno stabilizatorima suspenzije.[1]

#### **3.1. Povijest polistirena**

Ocem polistirena se smatra njemački ljekarnik iz Berlina, Eduard Simon. On je prvi proizveo polistiren zagrijavanjem prirodne smole Stiraxa, po kojoj je i dobio ime. Prve patentne za dobivanje polistirena je objavio ruski kemičar Ivan Ostromislensky 1911. godine. On je ujedno 1927. godine u SAD-u patentirao postupak dobivanja modificiranog polistirena s kaučukom. 1930. godine u Njemačkoj počinje prva proizvodnja polistirena. Nakon nekoliko godina počinje proizvodnja u Dow Chem. Co. (SAD), koja je i danas njegov najveći proizvođač. Proizvodnja polistirena je procvjetala nakon Drugog svjetskog rata. Uzrok tome je bila izgradnja velikih proizvodnih pogona za vrijeme rata zbog potrebe za proizvodnjom sintetičkog kaučuka. Naime količine prirodnog kaučuka nisu bile dovoljne za vojne potrebe. Početkom 1950.-tih J. L. Amos proizvodi kopolimerizaciju stirena i polibutadiena, što rezultira polimerom velike udarne žilavosti, a nakon toga i cijepljeni terpolimer akrilonitril/butadien/stiren (ABS).

Prva proizvodnja polistirena u Hrvatskoj se javlja 1961. godine u Chromosu, Zagreb. Zatim slijedi 1963. godine OKI, Zagreb (današnji DIOKI).[1]

## 3.2. Pjenasti (ekspandirani) polistiren

Za ekspandirani pjenasti polistiren (slika 3.1), EPS se najčešće koristi naziv stiropor ili okipor. To je porozan plastomerni materijal, ćeljaste strukture i niske gustoće. Dobiva se impregniranjem polistirenskog zrnja sa lakohlapljivim kapljevinama, pjenilima ili neutralnim plinom koji zagrijavanjem ekspandira materijal do željene gustoće i oblika. Gustoća EPS-a je između 5 i 300 kg/m<sup>3</sup>, a najčešće se upotrebljavaju materijali gustoće između 15 i 40 kg/m<sup>3</sup>. Zahvaljujući svojoj strukturi EPS spada u najčvršće ćeljaste materijale, odličnih svojstava toplinske i zvučne izolacije. U građevinarstvu se koristi kao izolacijski materijal zidova, krovova i podova. Osim za izolaciju koristi se kao ambalažni materijal. Stiropor se uglavnom označava prema klasi tlačne čvrstoće, npr. EPS 100, gdje EPS označava ekspandirani polistiren (stiropor), a 100 označava tlačnu čvrstoću izraženu u kPa.[1]



*Slika 3.1 Stiropor[8]*

### 3.2.1. Tehničke karakteristike stiropora

Većina mehaničkih svojstava stiropora ovisi o gustoći materijala. Važno mehaničko svojstvo stiropora je njegova tlačna čvrstoća. Na primjer, stiropor gustoće 15 kg/m<sup>3</sup> doseže granicu elastičnosti kod 2% smanjenja volumena. Daljnje

opterećenje vodi do trajnih deformacija. Podaci o različitim svojstvima stiropora prikazani su u priloženoj tablici 3.1.

Tablica 3.1 Tehničke karakteristike nekoliko različitih vrsta stiropora[14]

Tip proizvoda			EPS	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS
Svojstvo	Simbol	Jedinica mjere	50	70	100	150	200	F	F PLUS (sivi)
Deklarirana toplinska provodljivost	$\lambda_D$	W/mK	0,041	0,038	0,037	0,035	0,035	0,038	0,032
Zapaljivost			Eurorazred E (teško zapaljiv)						
Gustoća	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	12	15	20	25	30	-16	18
Tlačna čvrstoća	CS(10)	kPa	≥50	≥70	≥100	≥150	≥200		
Čvrstoća na savijanje	BS	kPa	≥5	≥115	≥150	≥200	≥250	≥135	≥135
Vlačna čvrstoća	TR	kPa						≥150	≥150
Dugotrajna vodoupojnost: pri potpunom uranjanju	WL(T)	%			≤3	≤3	≤3		
pri djelomičnom uranjanju	WL(P)	kg/m <sup>3</sup>						≤0,5	≤0,5
Paropropusnost	$\mu$		20-40	20-40	30-70	30-70	30-70	20-40	20-40
Temperaturna postojanost: kratkotrajna		°C	100	100	100	100	100	100	100
dugotrajna		°C	75	75	80	80	80	75	75

Ako nije pod velikim opterećenjem stiropor podnosi kratkotrajno izlaganje temperaturi od 100°C. S povećanjem gustoće povećava se i otpornost na povišene temperature, ali granične temperature ostaju iste. U rangu između -180°C do 100°C ne pokazuje nikakve strukturalne promjene. Maksimalna trajna temperatura neopterećenog stiropora je 80°C.

Ima izrazito malu toplinsku vodljivost. Stoga su toplinsko-izolacijska svojstva izvrsna. Toplinska vodljivost najviše ovisi o gustoći. S porastom gustoće stiropora toplinska vodljivost pada. Stiropor s većom gustoćom ima bolja izolacijska svojstva u odnosu na stiropor manje gustoće.

Po svom kemijskom sastavu stiropor je polimerni materijal. Kao takav može se kombinirati s većinom materijala kao što su vapno, cement, gips, voda,... Ipak neka ograničenja postoje i prikazana su u tablici 3.2. U nekim kombinacijama stiropor je postojan u određenim uvjetima (npr. dizelsko gorivo, razna biljna i životinjska ulja), dok u kombinaciji s razrjeđivačima, benzinom i sličnim tvarima nije postojan.

*Tablica 3.2 Primjer postojanosti i nepostojanosti stiropora u kombinaciji s određenim materijalima[7]*

Voda, morska voda Građevinski materijali kao vapno, cement, gips Razrijeđene kiseline, alkali Bitumen Ljepila i boje na bazi vode Alkohol	Postojan
Parafinska ulja, biljna i životinjska ulja i masti Dizelsko gorivo, vazelin	Uvjetno postojan
Hladni bitumen i bitumenske mase s razrjeđivačima Životinjsko gnojivo Razrjeđivači (acetone, eter, nitro, benzol) Normal i Super benzin	Nepostojan

Stiropor se klasificira kao teško zapaljiv materijal. U europskim normama je klasificiran kao Eurorazred E odnosno po DIN normi klasa B1. Ako i dođe do zapaljenja ne razvija štetne plinove. U dodiru s otvorenim plamenom ne gori, već se samo tali, a pri uklanjanju plamena prestaje se taliti.



Nije topljiv u vodi niti ne bubri u njoj. Ne upija skoro ništa vode (npr. ako ga ostavimo potopljenog u vodi 30 dana, te nakon toga izvadimo, on će se u potpunosti osušiti. Stiropor može upiti vode maksimalno do 3% svoga volumena.

### 3.2.2. Prolaz topline kroz stiropor

Stiropor je idealno izolacijsko sredstvo. Zimi zadržava temperaturu unutar objekta, dok ljeti ne dopušta prodor topline. Ima veoma niski koeficijent toplinske provodljivosti:  $\lambda=0,032-0,041$  W/mK. Za postizanje dobre toplinske zaštite vanjskog zida, preporučeni koeficijent prolaska topline iznosi:  $U=0,35$  W/m<sup>2</sup>K. Za to je potrebno prosječno 10 cm kamene vune ili 9 cm stiropora ovisno o deklariranoj vrijednosti toplinske provodljivosti materijala (tablica 3.3).

*Tablica 3.3 Utjecaj toplinske provodljivosti različitih izolacijskih materijala i potrebna debljina izolacije za postizanje dobre toplinske provodljivosti[12]*

<b>TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJAL</b>	<b>TOPLINSKA PROVO- DLJIVOST</b>	<b>TOPLINSKI KAPACITET</b>	<b>POTREBNA DEBLJINA ZA U=0,35 W/m<sup>2</sup>K</b>
<b>MJERNA JEDINICA</b>	W/mK	J/(KgK)	cm
<b>KAMENA VUNA</b>	0,035-0,040	840	9-11
<b>STIROPOR</b>	0,032-0,041	1500	9-10
<b>DRVENA VUNA</b>	0,065-0,090	2100	16-20
<b>PERLIT</b>	0,04-0,065	1000	10-16
<b>OVČJA VUNA</b>	0,040	1000	10-11
<b>POLUTERENSKA PJENA (PUR)</b>	0,020-0,040	1500	7-9
<b>PLUTO</b>	0,040-0,055	1600-1800	11-14
<b>SLAMA</b>	0,090-0,130	80-600	20-35

S obzirom na debljinu stiropora mijenja se i toplinski otpor. Ako je ploča deblja toplinski otpor je veći, a omjer koeficijenta toplinske vodljivosti i debljine se smanjuje. To ćemo prikazati na primjeru EPS 150 (tablica 3.4).

Tablica 3.4 Ovisnost toplinske vodljivosti EPS 150 s obzirom na debljinu materijala

Bitne karakteristike	Oznaka	Svojstva							
Debljina ploče (mm)	d	10	20	30	40	50	60	70	80
Toplinski otpor deklarirani (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>D</sub>	0,25	0,55	0,80	1,10	1,35	1,65	1,90	2,20
Omjer lambda/debljina (W/m <sup>2</sup> K)	λ <sub>D/d</sub>	3,60	1,80	1,20	0,90	0,72	0,60	0,51	0,45
Debljina ploče (mm)	d	90	100	110	120	130	140	150	160
Toplinski otpor deklarirani (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>D</sub>	2,50	2,75	3,05	3,30	3,60	3,85	4,15	4,40
Omjer lambda/debljina (W/m <sup>2</sup> K)	λ <sub>D/d</sub>	0,40	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
Debljina ploče (mm)	d	180	200	220	240	250	260	280	300
Toplinski otpor deklarirani (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>D</sub>	5,00	5,55	6,10	6,65	6,90	7,20	7,75	8,30
Omjer lambda/debljina (W/m <sup>2</sup> K)	λ <sub>D/d</sub>	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12

### 3.2.3. Prednosti i nedostaci stiropora u odnosu na druge izolacijske materijale

Prednosti stiropora u odnosu na druge izolacijske materijale:

- mala težina,
- cijena,

- velika toplinska izolacija (niska toplinska provodljivost,  $\lambda=0,032-0,041$  W/mK),
- teško goriv i samogasiv materijal,
- otporan na temperaturi do 90°C,
- zadovoljavajuća paropropusnost ( $\mu=20-100$ ),
- dobar absorber i izolator zvuka,
- široka primjena,
- neutralno se ponaša prema betonu, metalima, drvetu,
- izuzetno malo upijanje vlage (0,2 - 5,0% volumena),
- jednostavna obrada,
- jednostavan transport i manipulacija pri ugradnji,
- ekološki i biološki ispravan proizvod,
- bez štetnih posljedica po okolinu i ljude,
- ne stvara pljesni niti truli,
- ne sudjeluje u stvaranju "efekta staklenika" i
- mogućnost recikliranja.

Nedostaci stiropora u odnosu na druge izolacijske materijale:

- proizvodi se od ekološki neprihvatljive sirovine,
- nije biorazgradiv i
- kod zbrinjavanja polistirena spaljivanjem kao nusprodukt nastaju brojni štetni plinovi (policiklički aromatski ugljikovodici, ugljični monoksid, stirenski monomeri i dr.). U modernim spalionicama se polistiren pretvara uglavnom u ugljični dioksid, vodenu paru, talog (oko 1% početnog volumena) i dosta topline.

### **3.2.4. Ambalažni stiropor**

Stiropor omogućuje odličnu zaštitu proizvoda od mjesta proizvodnje do konačne potrošnje. Upotrebljavamo ga pri pakiranju bijele tehnike, kućanskih aparata, elektroničkih proizvoda, u staklarskoj i industriji namještaja, u prehrambenoj

industriji, proizvodnji pića, u farmaciji i mnogim drugim mjestima. Široku potrošnju stiropora kod pakiranja omogućuju njegove karakteristike:

- cjenovno prihvatljiv,
- izuzetno lagan,
- odlično štiti proizvode od udaraca,
- održava temperaturu i štiti proizvode od velikih oscilacija u temperaturi,
- omogućava oblikovanje bilo kojeg oblika,
- ne šteti okolišu i
- reciklira se.

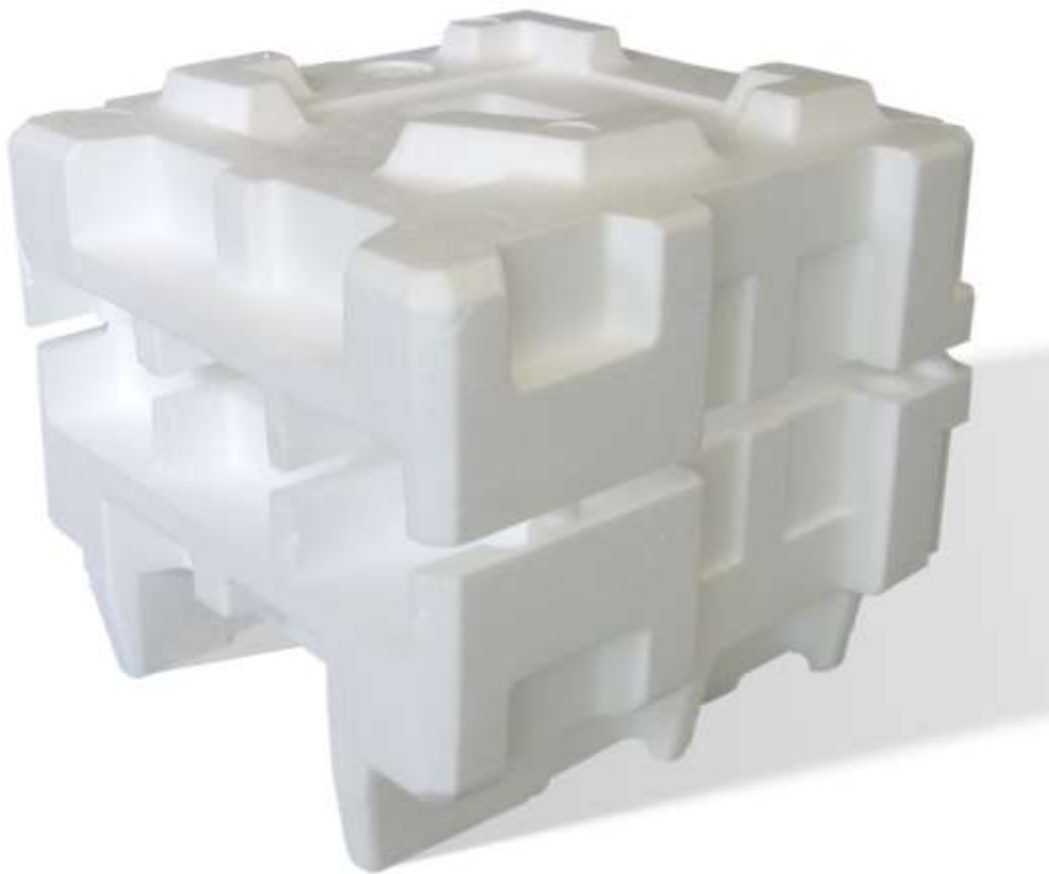
Stiroporna ambalaža se razlikuje s obzirom na način proizvodnje. Može se izrađivati rezanjem velikog bloka stiropora na manje dijelove (slika 3.2) ili proizvodnjom u kalupima (slika 3.3 i slika 3.4).[13]



*Slika 3.2 Stiropor dobiven rezanjem iz bloka[10]*



*Slika 3.3 Stiropor dobiven izradom u kalupu[12]*



*Slika 3.4 Stiropor dobiven izradom u kalupu[9]*

## 4. PROCES PROIZVODNJE STIROPORA U TVRTKI LIM-MONT d.o.o.

### 4.1. LIM-MONT d.o.o.

Tvrtka LIM-MONT d.o.o. iz Vrbanovca osnovana je 1975. godine. Iz skromne limarske radionice prerasla je u tvrtku sa 130 zaposlenih na dvije lokacije: Vrbanovec i Ludbreg (slika 4.1). Bavi se proizvodnjom proizvoda od lima i izolacijskih proizvoda. Neki od njih su:

- Dimovodi od nehrđajućeg čeličnog lima,
- Izolirani limeni paneli,
- Kontejneri,
- Ventilacijski sistemi,
- EPS (stiropor),
- Profilirani limovi,...

Kvaliteta tvrtke LIM-MONT d.o.o. prepoznata je i van granica Hrvatske, tako da većinu proizvoda izvozi na područje EU, Švicarske, Rusije i zemlja bivše Jugoslavije. U Hrvatskoj se nameće kao vodeći proizvođač dimovoda od nehrđajućeg čeličnog lima i izoliranih limenih panela.

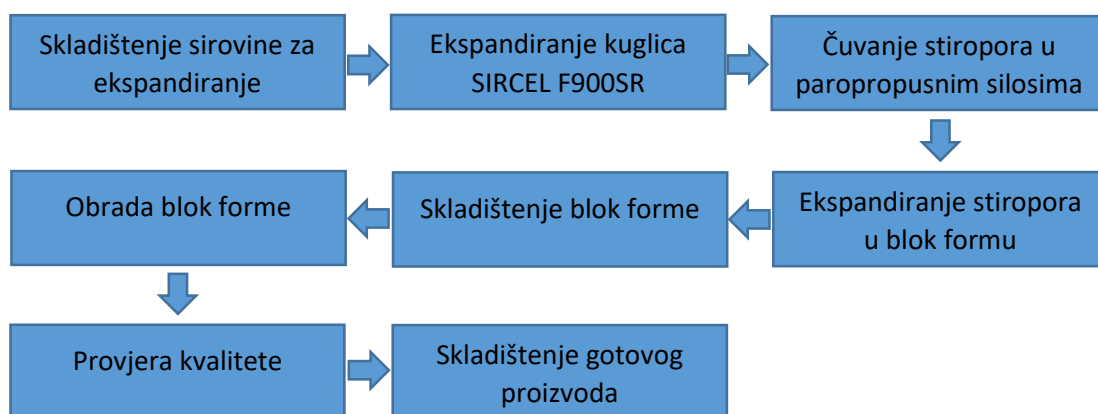


*Slika 4.1 Proizvodni pogon tvrtke LIM-MONT d.o.o. u Vrbanovcu (lijevo) i Ludbregu (desno)[13]*

## 4.2. Faze u proizvodnji stiropora u LIM-MONT d.o.o.

Proizvodnja stiropora se provodi u osam faza (slika 4.2):

1. faza: Skladištenje sirovine za ekspaniranje,
2. faza: Ekspaniranje kuglica SIRCEL F900SR,
3. faza: Čuvanje stiropora u paropropusnim silosima,
4. faza: Ekspaniranje stiropora u blok formu,
5. faza: Skladištenje blok forme,
6. faza: Obrada blok forme,
7. faza: Provjera kvalitete i
8. faza: Skladištenje gotovog proizvoda.



Slika 4.2 Grafički prikaz tijeka faza u proizvodnji stiropora

1. faza: Tvrtka Lim-mont d.o.o stiropor proizvodi od sirovine SIRCEL F900SR, koju proizvodi talijanska tvrtka SIR INDUSTRIALE Spa. To je vrsta polistirena pogodna za dobivanje blokova gustoće  $12-20\text{kg/m}^3$ . Izgleda poput zrna šećera. Kuglice su promjera 0.5 do 1.2mm. Pakirani je u kartonske kontejnere i obloženi polietilenskom folijom. Da se spriječi prodor pentana u okoliš (slika 4.3). Jedan kartonski kontejner sadrži 1100 kg PS-a.



*Slika 4.3 Zapakirane granule polistirena*

2. faza: Granule polistirena izlažu se vodenoj pari u predekspanderu HIRSCH vacutrans PREEX 6000 (slika 4.4 i 4.5). Uslijed toga granule povećavaju svoj volumen 20-40 puta, a njihova gustoća se smanjuje sa  $600\text{kg/m}^3$  na  $15\text{-}30\text{kg/m}^3$ . Njime se upravlja preko modula za upravljanje prikazanog na slici 4.6.





*Slika 4.4 HIRSCH vacutrans PREEX 6000*



Slika 4.5 HIRSCH vacutrans PREEX 6000



Slika 4.6 Modul za upravljanje predekspanderom

Koraci koji se odvijaju u predekspanderu su:

1. Punjenje materijalom – potrebno je napuniti 7,9 kg materijala. Za to je potrebno 3 - 6s.
2. Zaparivanje PS-a - 30 - 40s. Proces se odvija sve dok granule polistirena ne ekspandiraju dovoljno da dosegnu visinu senzora koji zatim zaustavlja proces zaparivanja. Granule povećavaju svoj volumen 20 do 30 puta a gustoća im se smanjuje sa  $600 \text{ kg/m}^3$  na svega  $15 \text{ kg/m}^3$  (slika 4.7). To se dešava zato što prilikom utjecaja vodene pare struktura granule omekša a lakovodljivi ugljikovodik pentan prelazi u plinovito stanje.
3. Razgradnja tlaka ekspanzijske posude – 2s
4. Ventilacija ekspanzijske posude – 2s
5. Pražnjenje ekspanzijske posude – 15s



*Slika 4.7 Granule PS nakon ekspandiranja (lijevo) i granule PS prije ekspandiranja (desno)*

Dobivene ekspanzirane kuglice PS se prazne u miješalicu koja se nalazi ispod predekspandera. Brzina miješalice je 60Hz. Granule se miješaju, te se dio granula izdvaja na vagu (slika 4.8). Na vagi se provjerava volumen granula. Kod granula gustoće  $15\text{kg/m}^3$  volumen ispuštenih granula na vagu bi trebao iznositi 10 l. Za svako mjerenje podatci se ispisuju na printeru (slika 4.9). Svaki proces ekspaniranja mjeri se jedanput. Materijal se nakon vaganja vraća u miješalicu iz koje se dalje transportira pneumatskim cijevima u paropropusne silose.



*Slika 4.8 Vaga za vaganje stiropora*



*Slika 4.9 Printer za ispisivanje izmjerene količine stiropora*

3. faza: U paropropusnim silosima (slika 4.10) granule dozrijevaju 4-5 dana. Materijal mora odstajati da bi se odvila difuzija viška pentana iz predeksandiranih granula prije početka sljedećeg proizvodnog procesa. Kad bi se materijal odmah vezao u blok formu, kuglice bi ispustile pentan i trajno se deformirale. Pri tome bi se promijenila svojstva stiropora. Lim-mont d.o.o. posjeduje 5 silosa, svaki zapremnine  $15000\text{m}^3$ .



*Slika 4.10 Silos za čuvanje ekspanziranih granula polistirena*

4. faza: Dozrele granule se transportiraju iz silosa u metalni kalup (slika 4.11). U njemu djelovanjem suhozasićene vodene pare dolazi do konačne ekspanzije granula stiropora. Zbog ograničenog prostora za širenje dolazi do njihovog sljepljivanja u monolitnu formu koja se sastoji od zatvorenih ćelija (slika 4.12). Procesi koji se odvijaju u kalupu su:

- punjenje blok forme,
- vakuumiranje prije parenja,
- prvo unakrsno parenje,
- drugo unakrsno parenje,
- ciklus hlađenja: stabilizacija,

- hlađenje vakuumom i
- ciklus izbacivanja blok forme.

Blokovi koji se mogu proizvesti su dimenzija 4060x630x800-1300mm (DxŠxV) i težine oko 50 kg (slika 4.13).



*Slika 4.11 kalup za izradu EPS blokova*



*Slika 4.12 Blok forma izlazi iz kalupa*



*Slika 4.13 Blok forma spremna za transport u skladište*



Težina blok forme ovisi o kvaliteti stiropora i dimenzijama izrade. Ako je kvaliteta stiropora veća („A“ klasa) blok forma dimenzija 4060x630x1030 će imati težinu 50, a ako se proizvodi „B“ klasa, blok forma istih dimenzija će biti teža. Na svaki proizvedeni blok potrebno je upisati datum proizvodnje, težinu bloka, dimenzije i broj šarže.

5. faza: Prije završne obrade blokovi se skladište (slika 4.14). Tek nakon što odstoje 2-3 mjeseca mogu se dalje obrađivati (rezanje na određene dimenzije i oblike).



*Slika 4.14 Uskladišteni blokovi stiropora*

6. faza: Kad je stiropor spreman za daljnju obradu, transportira se iz skladišta u prostor gdje se vrši obrada. Za rezanje stiropora se koristi stroj s ugrijanim bakrenim nitima. Stiropor se postavlja na traku (slika 4.15) po kojoj putuje kroz ugrijane bakrene žice koje ga režu. Brzina

kojom putuje kroz žice ovisi o broju žica kroz koje prolazi, gustoći materijala i suhoći stiropora. Prvo se otkida po 15 mm sa svake strane da bi se dobili glatki bridovi. Zatim prolazi kroz nekoliko vodoravnih žica koje su postavljene na određenu visinu. Tako se dobiva debljina stiropora. Kad stroj završi rezanje po visini, izrezani blok se transportira u stranu, gdje se također nalaze ugrijane bakrene žice za rezanje. Tu se određuje širina gotove EPS ploče prema potrebi.



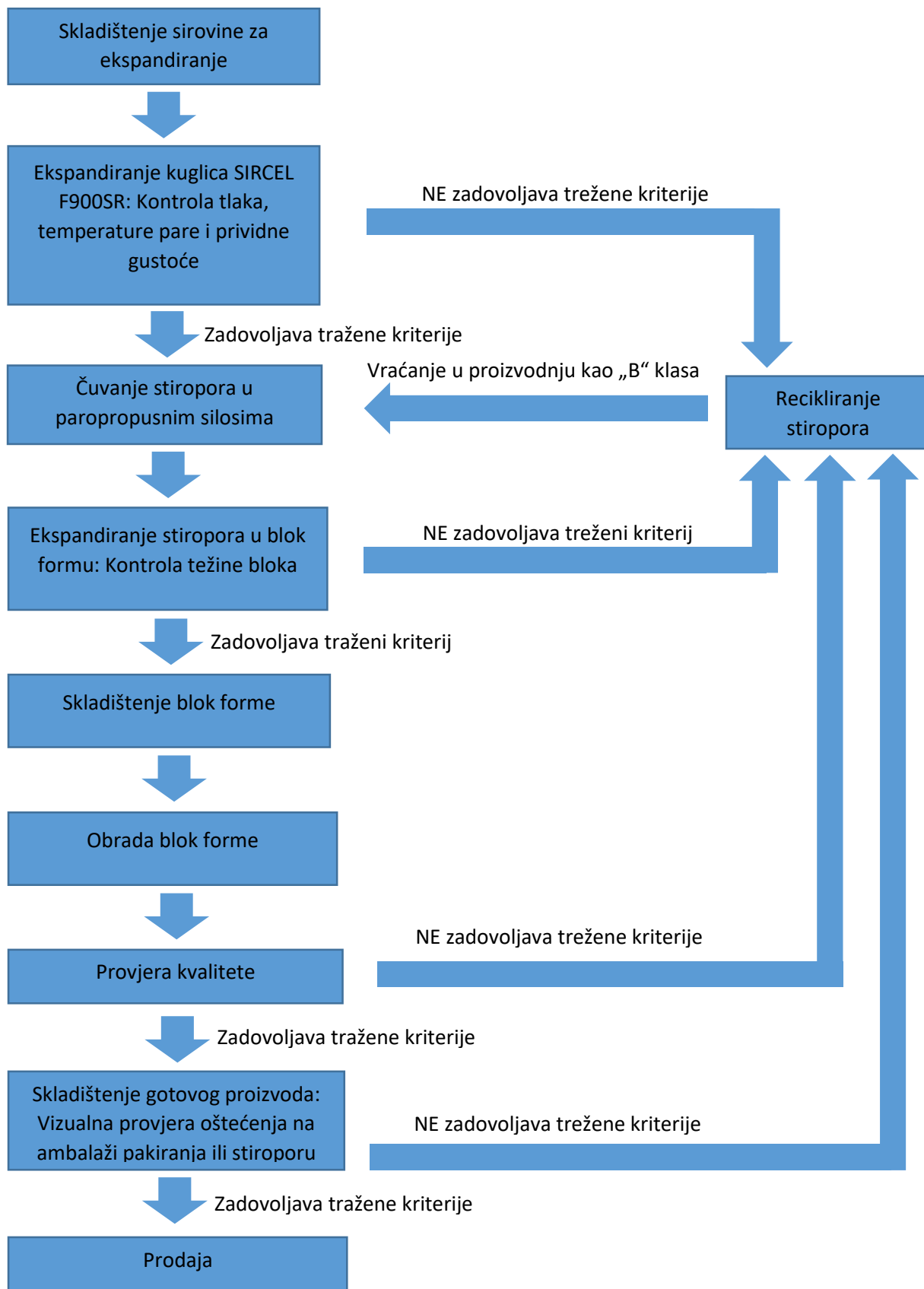
*Slika 4.15 Stroj za rezanje stiropora*

Nakon što se stiropor izreže u ploče određenih dimenzija, vrši se pakiranje u prozirnu PE foliju s logom i adresom proizvođača (slika 4.16).



*Slika 4.16 Stroj za pakiranje izrezanih ploča stiropora*

7. faza: Sa nekim provjerama kvalitete možemo sresti kod ranijih faza (slika 4.17). U fazi predekspanzije potrebno je kontrolirati tlak, temperaturu pare i prividnu gustoću. U fazi expandiranja stiropora u blok formu se mora provesti mjerenje težine bloka nakon izlaska iz kalupa. U ovoj se fazi vrše detaljnija ispitivanja mehaničkih i fizikalnih svojstava stiropora. Detaljniji opis se nalazi u poglavlju 4.3.



Slika 4.17 Prikaz kontrola kvalitete kroz faze u proizvodnji

8. faza: Kao završni korak obrade slijedi skladištenje gotovog proizvoda (slika 4.18).



*Slika 4.18 Uskladištene obrađene ploče stiropora*

Proizvode se 2 klase stiropora. „A“ klasa za potrebe proizvodnje EPS ploča za izolaciju i „B“ klasa za unutarnje potrebe firme, gdje nije potrebna određena kvaliteta (npr. podlošci za kontejnere, podlošci za blok forme,...). „A“ klasa se sastoji od 100% kuglica EPS koji još nije bio korišten, dok se za „B“ klasu koristi mješavina recikliranog EPS-a (do 80%) i nekorištenih kuglica EPS-a. Proizvode se različite vrste limpor EPS ploča: EPS 70, EPS 100, EPS 150, EPS 200, EPS F (s i bez preklopa). Standardne dimenzije ploča su 1000x500mm, dok se ostale dimenzije rade prema narudžbi.

Kod proizvodnje stiropora potrebno je voditi listu za praćenje proizvodnje. Postoje dvije liste. Jedna za predekspanziju, a druga služi za praćenje kod izrade blokova. Na listu za praćenje predekspanzije (prilog 1) se upisuje datum i vrijeme proizvodnje, broj šarže, gustoća materijala, količina materijala utrošenog na ekspanziranje, tehnički podatci PS granula (proizvođač, Lot, primka), vrijeme ekspanziranja, tlak pare, silos u koji se materijal puni nakon ekspanziranja, gustoća

materijala (izvagana računalom i ručno), Lot broj, koliko je materijala utrošeno kod proizvodnje.

Lista za praćenje izrade blokova (prilog 2) se sastoji od datuma i vremena, dimenzija gotovog bloka, volumena, teoretske težine, vremena parenja s boka, vremena parenja s vratiju i stabilizacije, postotak ulaza pare, gustoća pare na ulazu, težina bloka, gustoća bloka, vrijeme ciklusa, oznake klase i potpisa osobe koja je unijela podatke te izvršila kontrolu.

### **4.3. Kontrola kvalitete**

U Lim-mont d.o.o. kontrola kvalitete stiropora se vrši prema normi HRN EN 13163:2001. Norma se nazivno odnosi na toplinsko-izolacijske proizvode za zgrade koji su tvornički izrađeni od ekspanzirajućeg polistirena (EPS-a). 2001 predstavlja godinu izdanja zadnje norme. EN označava da je norma napravljena za englesko govorno područje. HRN označava da je norma za englesko govorno područje prevedena na hrvatski jezik. Prema normi je izrađeni „plan kontrole i testova“ (prilog 3). U njemu je za svaku moguću vrstu ispitivanja pripisana: oznaka, prema kojoj normi se vrši ispitni postupak, dimenzije uzorka, minimalni broj mjerenja za dobiti ispravan rezultat, posebni uvjeti kod mjerenja, minimalna učestalost ispitivanja (direktno ispitivanje, indirektno ispitivanje) i obrazac u koji se upisuju rezultati testiranja (za stiropor QD.97<sub>1.1</sub>).

Prema obrascu QD.97<sub>1.1</sub> (prilog 4, 5, 6, 7 i 8) se vrši ispitivanje kontrole kvalitete stiropora. U njemu se evidentiraju rezultati, za svaki postupak je opisano prema kojoj normi i instrukciji za ispitivanje se ono vrši te na koliko uzoraka.

Ispitivanja se provode na Stirolab ES.10EPS (univerzalni aparat za ispitivanje vlačne i tlačne čvrstoće, debljine i čvrstoće na savijanje), Stirolab LM.305 (aparat za provjeru toplinskih svojstava), TGV-805 (tester gorivosti) i XYZ.320 (aparat za provjeru dimenzija, ravnosti i pravokutnosti).

Za potrebe praktičnog dijela rada provedeno je jedno ispitivanje limpor EPS F ploče dimenzija 1000x500 mm i debljine 80 mm. Ispitivanje se radi prema obrascu

QD.97<sub>1.1</sub>. Ispitivanje duljine (L) i širine (W) vrši se sukladno normi HRN EN 822:1998 i instrukciji za ispitivanje duljine i širine EPS ploča, TI. 03<sub>1.0</sub> (prilog 9 i 10). Ispitivanje se vrši na četiri uzorka dimenzija 1000x500 mm (slika 4.19).



Slika 4.19 Uzorci za ispitivanje početnih dimenzija 1000x500 mm

Zadana tolerancija je  $\pm 2$  mm. Izmjerena odstupanja su prikazana u tablici 4.1, na slici 4.20 je prikazan uređaj na kome se vrše ispitivanja duljine, širine, pravokutnosti i ravnosti.

Tablica 4.1 Rezultati mjerenja duljine i širine

Šifra uzorka	Duljina, L (mm)	Širina, W (mm)
1	1002	502
2	1001	502
3	1001	502
4	1002	502



*Slika 4.20 Uređaj za mjerenje duljine, širine, pravokutnosti i ravnosti.*

Odstupanja duljine su od +1 do +2 mm, a širine +2 mm. Mjerenje je pokazalo da ploče zadovoljavaju zadane vrijednosti odstupanja  $\pm 2$  mm.

Ispitana pravokutnost (S) se ispituje sukladno normi HRN EN 824:1998 i instrukciji za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča, TI. 05<sub>1,0</sub> (prilog 11) . Ispitivanje se vrši na četiri uzorka dimenzija 1000x500 mm. Zadana tolerancija odstupanja je  $\pm 2$  mm na duljinu od 1000 mm. Rezultati su prikazani u tablici 4.2. Izmjerene dimenzije su na gornjoj granici tolerancija.

*Tablica 4.2 Rezultati mjerenja pravokutnosti*

Šifra uzorka	Pravokutnost, S (mm)
1	+2
2	+2
3	+2
4	+2



Ispitivanje ravnosti (P) se izražava se u milimetrima. Vršiti se sukladno normi HRN EN 825:1998 i instrukciji za ispitivanje ravnosti EPS ploča, TI. 06<sub>1.0</sub> (prilog 12). Potreban je jedan uzorak dimenzija 1000x500 mm. Zadana tolerancija je ±2.5 mm. Dobiveni rezultat je +0.65 mm (tablica 4.3), što zadovoljava i puno strože kriterije od zadanih.

*Tablica 4.3 Rezultat mjerenja ravnosti*

Šifra uzorka	Ravnost, P (mm)
1	+0.65

Prividna gustoća ( $\rho_a$ ) se ispituje sukladno normi HRN EN 1602:1998 i instrukciji za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča, TI. 11<sub>1.0</sub> (prilog 13), na četiri uzorka dimenzija 1000x500 mm. Prividna gustoća se određuje pomoću formule:

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]}.$$

Potrebno je izvagati masu uzorka (slika 4.21) i izračunati volumen da bi se iz zadanih podataka mogla dobiti prividna gustoća. Rezultati su prikazani u tablici 4.4. Ispitivanje je pokazalo da su sve gustoće izvan zadane gornje granice.

*Tablica 4.4 Rezultat ispitivanja prividne gustoće*

Šifra uzorka	Masa (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Gustoća (kg/m <sup>3</sup> )
1	0.662	0.04	16.55
2	0.676	0.04	16.90
3	0.686	0.04	17.15
4	0.688	0.04	17.20



*Slika 4.21 Vaganje uzoraka*

Nakon ispitivanja prividne gustoće uzorci se režu na dimenzije potrebne za daljnja ispitivanja. Ispitivanje toplinske vodljivosti ( $\lambda_D$ ) se vrši na uroku 300x300 mm sukladno normi HRN RN 12939:2002 i instrukcijama za ispitivanje toplinske vodljivosti EPS ploča, TI. 01<sub>1.0</sub> (prilog 14 i 15). Toplinska vodljivost se iščitava iz grafa na temelju izračunate prividne gustoće (prilog 15), a za jedan uzorak se određuje direktno, na stroju za ispitivanje. Izražava se u W/mK. Zadana toplinska vodljivost je 0,039 W/mK. Dobiveni rezultati su prikazani u tablici 4.5. Ispitivanje je pokazalo da su sva četiri uzorka imaju povoljnija svojstva od traženih vrijednosti. Direktno je ispitani uzorak broj 2. Dobivena toplinska vodljivost iznosi 0.03718 W/mK (slika 4.22). Direktno očitavanje pokazuje da je stiropor još manju toplinsku vodljivost nego što je izračunato.

Tablica 4.5 Rezultati očitavanja toplinske vodljivosti

Šifra uzorka	Toplinska vodljivost, $\lambda_D$ (W/mK)
1	0,0365
2	0,0360
3	0,0355
4	0,0353

Otpor prolaza topline ( $R_D$ ) je omjer debljine ploče i toplinske vodljivosti:

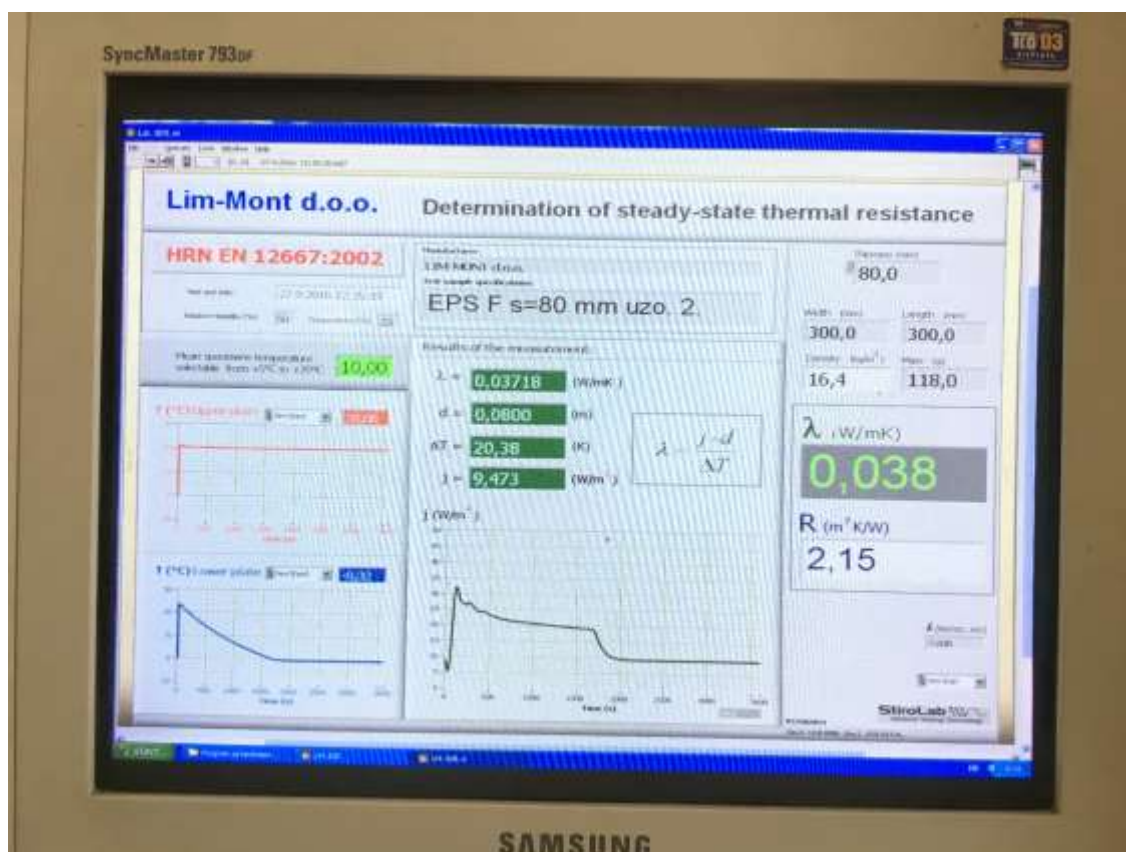
$$R_D = \frac{d_N}{\lambda_D} [\text{m}^2\text{K/W}].$$

Ispitivanje se vrši na 4 uzorka dimenzija 300x300 sukladno normi HRN EN 12667:2002 i instrukciji za ispitivanje otpora prolaza topline IT. 02<sub>1.0</sub> (prilog 16). Za 4 uzorka izračunamo otpor prolaza topline, dok se na jednom uzorku vrši direktno ispitivanje na stroju (slika 4.22).



Slika 4.22 Uređaj za ispitivanje otpora prolaza topline

Strojno je ispitani uzorak broj 2. Dobiveni rezultat mjerenja otpora prolaza topline je  $2.15 \text{ m}^2\text{K/W}$  (slika 4.23), a izračunati rezultati se nalaze u tablici 4.6. Zadani minimalni otpor prolaza topline iznosi  $2.05 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Na temelju izračunatih rezultata vidljivo je da kroz stiropor prolazi 10% manje topline od zadane vrijednosti, a na temelju očitavanja stroja za ispitivanje 5%.



Slika 4.23 Rezultat mjerenja otpora prolaza topline

Tablica 4.6 Izračunati rezultati otpora prolaza topline

Šifra uzorka	Toplinska vodljivost, $\lambda_D$ (W/mK)	Otpor prolaza topline, $R_D$ ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )
1	0,0365	2.19
2	0,0360	2.22
3	0,0355	2.25
4	0,0353	2.27

Debljina (T) se ispituje sukladno normi HRN EN 823:1998 i instrukciji za ispitivanje debljine EPS ploča, TI. 04<sub>1.0</sub> (prilog 17). Ispitivanje se vrši strojno na 4 uzorka 200x200 mm (slika 4.24). Dozvoljeno odstupanje je  $\pm 1$  mm. Rezultati su prikazani u tablici 4.7 i prikazuju da odstupanja nema.



Slika 4.24 Ispitivanje debljine i debljine kod opterećena 250 Pa

Tablica 4.7 Rezultati mjerenja debljine

Šifra uzorka	Debljina, T (mm)
1	80
2	80
3	80
4	80

Debljina se mora provjeriti i kod opterećenja 250 Pa, 300 s nakon prestanka opterećenja (slika 4.23). To se radi sukladno normi HRN EN 12431:2000 izvedeno prema instrukciji za ispitivanje debljine EPS ploča kod opterećenja 250 Pa, 300 s nakon prestanka opterećenja, IT. 10<sub>1.0</sub> (prilog 18). Vršiti se na tri uzorka 200x200 mm izrezanih iz ploče 3. Granica tolerancije je  $\pm 1$  mm. Rezultati su unutar granica tolerancije te su prikazani u tablici 4.8.  $d_L$  je debljina ploče kod opterećenja 250 Pa,  $d_B$  je debljina ploče kod opterećenja 250 Pa nakon 300 s.

*Tablica 4.8 Mjerenje debljine kod opterećenja 250 Pa, 300 s nakon prestanka opterećenja*

Šifra uzorka	$d_L$ (mm)	$d_B$ (mm)	$d_L - d_B$ (mm)
3	80	79.7	0,3
3	80	79.6	0.4
3	80	79.7	0.3

Čvrstoća na savijanje ( $\sigma_b$ ) se ispituje sukladno normi HRN EN 12089:1998 izvedeno prema instrukciji za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča, IT. 07<sub>1.0</sub> (prilog 19). Ispitivanje se vrši računalno (slika 4.25), na tri uzorka 500x200 mm izrezanih iz ploče 1. Dobiveni rezultat treba biti iznad 100 kPa. U dobivenim rezultatima (tablica 4.9) se vidi da je čvrstoća na savijanje ispitanih primjeraka 50% viša od tražene.

*Tablica 4.9 Rezultati mjerenja čvrstoće na savijanje*

Šifra uzorka	Čvrstoća na savijanje, $\sigma_b$ (kPa)
1	153
1	149
1	148



*Slika 4.25 Ispitivanje čvrstoće na savijanje*

Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji se ispituje sukladno normi HRN EN 826:1998, izvedeno prema instrukciji za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča, IT. 08<sub>1.0</sub> (prilog 20). Iz ploče 4 izrezana su 3 uzorka 200x200 mm na kojima se vrši strojno ispitivanje. Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji mora iznositi 70 kPa ili više. Rezultati su u granicama tolerancije (tablica 4.10).

Tablica 4.10 Rezultati mjerenja tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji

Šifra uzorka	Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji, $\sigma_{10}$ (kPa)
4	79.24
4	79.17
4	79.13

Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče se ispituje sukladno normi HRN EN 1607:1998, izvedeno prema instrukciji za ispitivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu EPS ploča, TI. 09<sub>1.0</sub> (prilog 21). Koriste se 3 uzorka izrezana iz ploče 3, dimenzija 100x100 mm. Primjer ispitivanja je prikazani na slici 4.26. Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče mora biti više od 150 kPa. Rezultati su prikazani u tablici 4.11. Vlačna čvrstoća je veća od zadane za minimalno 10 kPa.

Tablica 4.11 Rezultati mjerenja vlačne čvrstoće okomito na površinu ploče

Šifra uzorka	Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče, $\sigma_{mt}$ (kPa)
3	170.8
3	174.2
3	170.5



Slika 4.26 Ispitivanje vlačne čvrstoće



Nakon što su sva ispitivanja uredno izvršena rezultati su upisani u obrazac QD.97<sub>1.1</sub> (prilog 22, 23, 24, 25 i 26) te se izdaje deklaracija proizvoda (prilog 27). Iz nje se jasno mogu iščitati:

- podaci o proizvođaču,
- opis proizvoda,
- uporaba,
- kakvoća,
- ekologija,
- podaci o skladištenju,
- podaci o transportu,
- rok upotrebe i
- tehničke karakteristike proizvoda.

Primjer označavanja stiropora:

EPS-EN 13163-L2-W2-T1-S2-P5-DS(N)2-DS(70,-)-BS100-TR150

EPS označava vrstu stiropora, EN 13163 normu, L2 označava duljinu ploče s tolerancijom  $1000 \pm 2$  mm, W2 označava širinu ploče s tolerancijom od  $\pm 2$  mm, T1 označava debljinu ploče s tolerancijom  $\pm 1$  mm, S2 označava pravokutnost ploče s tolerancijom  $\pm 2$  mm na ploči duljine 1000 mm, P5 označava ravnost ploče s tolerancijom  $\pm 5$  mm, DS(N)2 označava dimenzijsku stabilnost ploče u normalnim uvjetima s tolerancijom  $\pm 0.2$  %, DS(70,-) označava dimenzijsku stabilnost ploče s tolerancijom  $\pm 1$  % kod prisustva definirane vlage i temperature, BS100 označava čvrstoću ploče na savijanje veću od 100 kPa i TR150 označava vlačnu čvrstoću ploče veću od 150 kPa. Detaljniji opis nalazi se u prilogu 22.

Neka svojstva kvalitete stiropora se mogu uočiti na prvi pogled. Na primjer razlika između „A“ i „B“ klase se može uočiti kod rezanja. „A“ klasa ima glatki rez, dok su na „B“ klasi vidljivi tragovi rezanja. Ako prepolovimo ploču stiropora, kod „A“ klase sve kuglice će ostati vezane za jedan ili drugi dio polomljene ploče dok će se kod „B“ klase pojaviti kuglice na presjeku koje će ispasti iz forme.

## 5. STROJEVI KORIŠTENI ZA PROIZVODNJU STIROPORA

U procesu proizvodnje stiropora koriste se različite vrste strojeva. Lim-mont d.o.o. koristi strojeve proizvođača HIRSCH servo AG iz Italije. Njihova linija se sastoji od:

1. dva parna kotla,
2. predekspandera,
3. paropropusnih silosa,
4. preše za formiranje „blok forme“ stiropora,
5. rezačice stiropora,
6. stroja za obradu stiropora,
7. stroja za pakiranje gotovog proizvoda i
8. drobilice za stiropor.

U daljnjem tekstu se nalaze tehničke karakteristike za dva najvažnija stroja u procesu: pred-ekspander i preša za formiranje „blok forme“ stiropora.

### 5.1. HIRSCH PRE-EKSPANDER VACUTRANS® PREEX 6000

Tablica 5.1 Tehničke karakteristike HIRSCH pre-ekspander Vacutrans preex 6000[11]

Propusnost standardnog EPS materijala	12 g/l = 1050-1300 kg/h 15 g/l = 1300-1600 kg/h 20 g/l = 1800-2100 kg/h 25 g/l = 2200-2650 kg/h 32 g/l = 2600-3000 kg/h
Vanjske dimenzije (ŠxDxV)	4330x4200x7200 mm
Potrebna visina sobe	7500 mm
Volumen ekspanzijske komore	3,25 m <sup>3</sup>
Iskoristivi volumen	2,5 m <sup>3</sup>
Težina	7300 kg



*Slika 5.1 HIRSCH pre-ekspander Vacutrans preex 6000[11]*

## **5.2. HIRSCH Blockmold Monolith**

*Tablica 5.2 Tehničke karakteristike HIRSCH blockmold monolith*

Vanjske dimenzije (ŠxDxV)	2300x1500x5000mm
Unutarnja širina	630 mm
Unutarnja visina	800-1300 mm
Unutarnja duljina	4060 mm
Maksimalan broj proizvedenih blokova po satu	17 blokova/h



*Slika 5.2 HIRSCH blockmold monolith*

### **5.3. Sustav održavanja strojeva za proizvodnju stiropora**

Održavanje možemo definirati različitim definicijama. Prema Europskoj organizaciji za upravljanje kakvoćom EOQC (European Organization for Quality Control) : Održavanje je kombinacija svih tehničkih i odgovarajućih administrativnih aktivnosti predviđenih za očuvanje nekog sredstva rada - radnog sustava ili dovođenje istog u stanje u kojem on može obavljati predviđenu funkciju. Cilj održavanja je:

- usporiti zastarijevanje radnih sustava čija je posljedica smanjenje kvalitete proizvoda i pojava škarta u proizvodnji,
- svesti na minimum troškove zbog zastoja uzorkovanim prestankom rada strojeva i
- osigurati sigurnost zaposlenih prilikom rukovanja strojevima.

Radnje održavanja strojeva obavljaju se na dnevnoj, tjednoj, mjesečnoj i tromjesečnoj bazi. Dnevno je potrebno:

- očistiti strojeve od kuglica i komadića otpada PS-a,
- provjeriti funkcionalnost sigurnosnih uređaja,
- isprazniti eventualno nastale kondenzacije u protoku komprimiranog zraka pomoću posebnog vijka na filteru,
- pratiti vrijednosti razine i temperature ulja i
- pratiti vrijednost radnog tlaka.

Tjedne radnje održavanja

- kompletno i detaljno čišćenje strojeva,
- provjera protoka svih ventila,
- provjera čvrstoće vijaka na strojevima i
- provjeriti filtere na prigušivačima.

Mjesečne radnje održavanja:

- podmazivanje pomičnih dijelova strojeva i
- očistiti sve filtere.

Tromjesečne radnje održavanja:

- pažljivo provjeriti sustav vodeći računa o mogućim ogrebotinama i
- provjeriti ulje u centrali i zamijeniti prema potrebi (najmanje jednom godišnje).

## 6. ZAKLJUČAK

Možemo zaključiti da je danas tehnološki postupak proizvodnje stiropora znatno inovativan i jednostavan. To se najviše odražava na njegovu cijenu i kvalitetu. Gustoća stiropora ( $\text{kg/m}^3$ ) najviše utječe na njegova svojstva. Proizvodi se različitih gustoća u rasponu  $12\text{kg/m}^3$  do  $40\text{kg/m}^3$ . Najčešće ga deklariramo temeljem EPS HRN EN 13163 i to prema tlačnoj čvrstoći (kPa). Svaki od ovih nekoliko različitih tipova gustoće ima svoje specifično područje ugradnje za koje se koristi.

Proizvodi se iz malih granula PS koji je nalik šećeru, a u sebi sadrži malu dozu pentana. Dobivamo ga kao nusproizvod kod prerade nafte. Proizvodnju možemo podijeliti u 8 faza:

1. faza: Skladištenje sirovine za ekspandiranje,
2. faza: Ekspandiranje kuglica SIRCEL F900SR,
3. faza: Čuvanje stiropora u paropropusnim silosima,
4. faza: Ekspandiranje stiropora u blok formu,
5. faza: Skladištenje blok forme,
6. faza: Obrada blok forme,
7. faza: Provjera kvalitete i
8. faza: Skladištenje gotovog proizvoda.

Provedena ispitivanja na limpor EPS F ploči dimenzija  $1000 \times 500$  mm te debljine 80 mm pokazuju da tvrtka Lim-mont proizvodi kvalitetniji stiropor od klase u kojoj se prodaje. Prednosti proizvodnje takvog stiropora su:

- kvaliteta na višem nivou od tražene,
- bolja izolacijska svojstva i
- vjernost kupca.

Nedostatak je cijena proizvodnje. Zbog veće cijene izrade, potrebno je proizvod prodavati po višoj cijeni. Samim time se gubi konkurentnost na tržištu. Kad bi se smanjila gustoća stiropora sa  $16.55 \text{ kg/m}^3$  na oko  $15 \text{ kg/m}^3$  smanjila bi se cijena proizvodnje, a svojstva kod ispitivanja ne bi izašla iz granica tolerancija.

S obzirom na svoje mnogobrojne prednosti, stiropor će se još dugi niz godina koristiti kao vodeći materijal u raznoraznim vrstama izolacija te mnoge druge potrebe.

U Varaždinu 19.10.2016.

Marko Magić

## 7. LITERATURA

- [1] A. Rogić, I. Čatić, D. Godec, Polimeri i polimerne tvorevine, Zagreb 2008
- [2] Emir Cerić, Nafta i naftni procesi, Sarajevo 2012
- [3] Norma HRN EN 13163:2001
- [4] Tehnička dokumentacija tvrtke „Lim-mont“
- [5] [https://tkojetko.irb.hr/documents/16691\\_2082.pdf](https://tkojetko.irb.hr/documents/16691_2082.pdf), dostupno 10.08.2016.
- [6] <https://www.fer.unizg.hr/download/repository/ferpogl11a%5B2%5D.pdf>, dostupno 07.08.2016
- [7] <http://www.webgradnja.hr/images/specifikacije/384/3.gif>, dostupno 25.08.2016.
- [8] <http://www.finehomebuilding.com/2009/05/01/which-rigid-insulation-should-i-choose>, dostupno 04.09.2016.
- [9] [https://en.wikipedia.org/wiki/Polystyrene#/media/File:Expanded\\_polystyrene\\_foam\\_dunnage.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Polystyrene#/media/File:Expanded_polystyrene_foam_dunnage.jpg), dostupno 25.08.2016.
- [10] [http://www.jub.si/sites/www.jub.si/files/images/facade\\_systems/eps\\_25.jpg](http://www.jub.si/sites/www.jub.si/files/images/facade_systems/eps_25.jpg), dostupno 13.08.2016
- [11] [http://www.hirsch-gruppe.com/homepage/com/geschaeftsfelder/maschinen\\_anlagenbau/produkte/vorschaemer/preex\\_6000.php](http://www.hirsch-gruppe.com/homepage/com/geschaeftsfelder/maschinen_anlagenbau/produkte/vorschaemer/preex_6000.php), dostupno 04.09.2016.
- [12] <http://www.jub.hr/eps/ambalazni-i-tehnicki-stiropor>, dostupno 18.08.2016
- [13] [http://www.lim-mont.hr/o\\_nama/default.aspx](http://www.lim-mont.hr/o_nama/default.aspx), dostupno 18.08.2016
- [14] <http://www.webgradnja.hr/images/specifikacije/384/tablica.gif>, dostupno 18.08.2016



## Popis slika

Slika 3.1 Stiropor .....	4
Slika 3.2 Stiropor dobiven rezanjem iz bloka .....	10
Slika 3.3 Stiropor dobiven izradom u kalupu .....	11
Slika 3.4 Stiropor dobiven izradom u kalupu .....	11
Slika 4.1 Proizvodni pogon tvrtke LIM-MONT u Vrbanovcu i Ludbregu .....	12
Slika 4.2 Grafički prikaz tijeka faza u proizvodnji stiropora .....	13
Slika 4.3 Zapakirane granule polistirena .....	14
Slika 4.4 HIRSCH vacutrans PREEX 6000 .....	15
Slika 4.5 HIRSCH vacutrans PREEX 6000 .....	16
Slika 4.6 Modul za upravljanje predekspanderom .....	16
Slika 4.7 Granule PS nakon ekspandiranja i granule PS prije ekspandiranja .....	17
Slika 4.8 Vaga za vaganje stiropora .....	18
Slika 4.9 Printer za ispitivanje izmjerene količine stiropora .....	19
Slika 4.10 Silos za čuvanje ekspandiranih granula polistirena .....	20
Slika 4.11 kalup za izradu EPS blokova .....	21
Slika 4.12 Blok forma izlazi iz kalupa .....	22
Slika 4.13 Blok forma spremna za transport u skladište .....	22
Slika 4.14 Uskladišteni blokovi EPS-a .....	23
Slika 4.15 Stroj za rezanje stiropora .....	24
Slika 4.16 Stroj za pakiranje izrezanih ploča stiropora .....	26
Slika 4.17 Prikaz kontrola kvalitete kroz faze u proizvodnji .....	26

Slika 4.18 Uskladištene obrađene ploče stiropora .....	27
Slika 4.19 Uzorci za ispitivanje, početnih dimenzija 1000x500 mm .....	29
Slika 4.20 Uređaj za mjerenje duljine, širine, pravokutnosti i ravnosti .....	30
Slika 4.21 Vaganje uzoraka .....	32
Slika 4.22 Uređaj za ispitivanje otpora prolaska topline .....	33
Slika 4.23 Rezultat mjerenja otpora prolaska topline .....	34
Slika 4.24 Ispitivanje debljine i debljine kod opterećenja 250 Pa .....	35
Slika 4.25 Ispitivanje čvrstoće na savijanje .....	37
Slika 4.26 Ispitivanje vlačne čvrstoće.....	38
Slika 5.1 HIRSCH pre-ekspander Vacutrans preex 6000 .....	41
Slika 5.2 HIRSCH blockmold monolith .....	42

## Popis tablica

Tablica 3.1 Tehničke karakteristike nekoliko različitih vrsta stiropora .....	5
Tablica 3.2 Primjer postojanosti i nepostojanosti stiropora u kombinaciji s određenim materijalima .....	6
Tablica 3.3 Utjecaj toplinske provodljivosti različitih izolacijskih materijala i potrebna debljina izolacije za postizanje dobre toplinske provodljivosti .....	7
Tablica 3.4 Ovisnost toplinske vodljivosti EPS 150 s obzirom na debljinu materijala .....	8
Tablica 4.1 Rezultati mjerenja duljine i širine .....	29
Tablica 4.2 Rezultati mjerenja pravokutnosti .....	30
Tablica 4.3 Rezultat mjerenja ravnosti .....	31
Tablica 4.4 Rezultat ispitivanja prividne gustoće .....	31
Tablica 4.5 Rezultati očitavanja toplinske vodljivosti .....	33
Tablica 4.6 Izračunati rezultati otpora prolaza topline .....	34
Tablica 4.7 Rezultati mjerenja debljine .....	35
Tablica 4.8 Mjerenje debljine kod opterećenja 250 Pa, 300 s nakon prestanka opterećenja.....	36
Tablica 4.9 Rezultati mjerenja čvrstoće na savijanje .....	36
Tablica 4.10 Rezultati mjerenja tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji .....	38
Tablica 4.11 Rezultati mjerenja vlačne čvrstoćeekomito na površinu ploče.....	38

Tablica 5.1 Tehničke karakteristike HIRSCH pre-ekspander

Vacutrans preex 6000 ..... 40

Tablica 5.2 Tehničke karakteristike HIRSCH blockmold monolith ..... 41

# Prilozi

## Prilog 1. Lista za praćenje predekspanzije

Dokument: QD. 96. a

stranica 1 od 2

### PRAĆENJE PROIZVODNJE - EPS - Ludbreg

Datum: 27.07.16.

Ime naručitelja: LIM-MONT d.o.o. VRBAJLOVEC

Broj radnog naloga: \_\_\_\_\_

Predekspanzija Datum i vrijeme: 27.07.16. 10:15

Broj šarže	Silos broj	Gustoća [kg/m <sup>3</sup> ]	Količina mat
201607272	2	150	7,90

Šifra materijala	Proizvođač	Lot	Primka :
	STYCEL	01070216	335/16.

Vrijeme eksp. [s]	Tlak pare [bar]		
47	0,22		

Gustoća (komp.) [kg/m <sup>3</sup> ]			
	1524		
Gustoća (izvagana) [kg/m <sup>3</sup> ]			
	150		

Lot broj			
	01070216		
l' trošeno materijala [kg]			
	900kg		

Ostalo:

Kontrolirao: \_\_\_\_\_

Prilog 2. Lista za praćenje izrade blokova

Dokument: QD. 112.4  
 Stranica 2 od 2

## PRAĆENJE PROIZVODNJE - EPS - Ludbreg

Izrada blokova Datum / vrijeme: 02. CR 10' 9 15

Dimenzija bloka [mm]	1030 x 630 x 4060
Volumen [m <sup>3</sup> ]	2.63
Teoretska težina [kg/kom.]	33.519

Vrijeme parenja s boka [s]	Vrijeme parenja s vratiju [s]	l laz pare [%]	Vrijeme stabilizacije
70	60	45	6

Gustoća (na ulazu) [kg/m <sup>3</sup> ]	150
Težina bloka [kg]	4018
Gustoća bloka [kg m <sup>3</sup> ]	1515
Vrijeme ciklusa [s]	4.28

Kontrolirao: \_\_\_\_\_

Sifra	Dimenzije [mm]	A klasa [kom.]	B klasa [kom.]	Otpad [kom.]	Nesukladno
	1030 x 630 x 4060	22	0		

Ostalo: \_\_\_\_\_

Podatke unio: Brij Kontrolirao: \_\_\_\_\_

Prilog 3. Plan kontrole i testova EPS-a

Dokument: ITP 01.E <sub>03</sub>		PLAN KONTROLE I TESTOVA – EPS – L.LUBREG (prema HRN EN 13163:2001)									
Str.: 1 od 1											
R. Br.	Vrsta ispitivanja	Ozn.	Ispitni postupak prema	Dim. uzoraka	Mta. br. mjer. za dob. jed. isp. rez.	Posebni uvjeti	Direktno ispitivanje	Minimalna učestalost ispitivanja Indirektno ispitivanje	Učestalost	Zapis	
							Ispitni postupak				
1.	otpor prolaza topline i toplinska vodljivost	R <sub>0</sub> λ <sub>0</sub>	EN 12667 III EN 12939 (TI.01, TI.02)	vidi normu	1	-		površinska masa 1 x svaka 2 sata	1 x dnevno 1 x svaka 3 mj. 1 x godišnje	QD.97.1a	
2.	Dužina i širina	L i W	EN 822 (TI.03)	isporučena dim.	1	-		metoda tab. B-2	1 x svaka 2 sata	QD.97.1a	
3.	Debljina	T	EN 823 (TI.04)	isporučena dim.	1	-		-	-	QD.97.1a	
4.	Pravokutnost	S	EN 824 (TI.05)	isporučena dim.	1	opt. od 250±5 Pa		-	-	QD.97.1a	
5.	Ravnost	P	EN 825 (TI.06)	isporučena dim.	1	-		-	-	QD.97.1a	
6.	Dimenzijska stabilnost	DS(N)	EN 1603	isporučena dim.	3	-		-	-	QD.97.1a	
7.	Dimenzijska stab. kod def. uvjeta vlage i temperature	DS(N)	EN 1604	200 x 200	3	-		-	-	QD.97.1a	
8.	Svojstva čvrstoća	BS	EN 12089 (TI.07)	300 x 150 x 50	3	-		1 x dnevno	-	QD.97.1a	
9.	Otpornost na goruće		pREN 13501-1	-	-	-		1 x svaka 3 mj.	-	QD.97.1a	
10.	Definiranija kod spec. uvjeta opterećenja u određenim temp. uvjetima	DLT	EN 1605	50 x 50 x 50	3	sljedeće ili preskr. treću odzračiti		primisvod metoda	1 x dnevno	QD.97.1a	
11.	Tlačna napetost pri 10% silačivosti	CS(10)	EN 826 (TI.08)	50 x 50 x 50	3	brušenje		vidi tablicu B.2.	vidi tablicu B.2.	QD.97.1a	
12.	Vlačna čvrstoća okomito na površinu pleće	TR	EN 1607 (TI.09)	50 x 50 x 50	3	-		-	-	QD.97.1a	
13.	Otpornost na pužanje	CC	EN 1606	200 x 200	3	brušenje		-	-	QD.97.1a	
14.	Absorpcija vode imerzijom	WL(T)	EN 12087	200 x 200	3	metoda 1A ili 2		-	-	QD.97.1a	
15.	Absorpcija vode difuzijom	WD(V)	EN 12088	500 x 500	2	A		-	-	QD.97.1a	
16.	Otpornost na stvaranje		EN 12091	200 x 200	6	priprema prema EN 12087		-	-	QD.97.1a	
17.	Koeficijent prijenosa vodara-para	Z	EN 12086	100 x 100	5	B		-	-	QD.97.1a	
18.	Dinamička čvrstoća	SD	EN 29 052-1	200 x 200	3	-		-	-	QD.97.1a	
19.	Debljina - kod opterećenja 250 Pa	d <sub>1</sub>	EN 12431 (TI.10)	200 x 200	3	-		-	-	QD.97.1a	
20.	Debljina - 300 s niskom oklon. opter.	d <sub>2</sub>	EN 12431	200 x 200	3	-		-	-	QD.97.1a	
21.	Korrozivnost	CP	EN 1606	200 x 200	3	-		-	-	QD.97.1a	
22.	Smanjenje debljine s vremenom		EN 1602 (TI.11)	isporučena dim.	5	-		-	-	QD.97.1a	
23.	Otpornost na pužanje	P <sub>3</sub>									

Priprema: Dražen Katalenić Datum: 15. 5. 2009.  
 Pregledao: Dražen Katalenić Datum: 15. 5. 2009.  
 Popis:

Odobrio: Ivan Medjarić Datum: 15. 5. 2009.  
 Popis:

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 1 od 5		

Broj šarže: 201411115 Datum: 10.04.2015. Debljina: 80 mm

Deklarirana oznaka: EPS EN 13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(70,-)1-DS(N)2-BS100-TR150

1.) Otpor prolaza topline,  $R_D$  [ $m^2K/W$ ] očekivani: 2,05

- ispitivanje sukladno HRN EN 12667:2002, izvedeno prema TI. 01<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje otpora prolaza topline - površinska masa EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	07.30	2,25
2.	2	09.30	2,25
3.	3	13.00	2,15
4.	4	15.00	2,20
Srednja vrijednost:			<b>2,21</b>

Direktno ispitivanje	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
	1	11.00	<b>2,25</b>

2.) Toplinska vodljivost,  $\lambda_D$  [ $W/mK$ ] očekivana: 0,039

- ispitivanje sukladno HRN EN 12939:2002, izvedeno prema TI. 02<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje toplinske vodljivosti EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	07.30	0,036
2.	2	09.30	0,036
3.	3	13.00	0,038
4.	4	15.00	0,037
Srednja vrijednost:			<b>0,037</b>

Direktno ispitivanje	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
	2	11.00	0,036



ref.QD.97 - Ispitivanje EPS ploča

Dokument: QD.97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 2 od 5		

**3.) Duljina i širina, L i W [mm]**      *očekivane:* 1000 / 500 ± 2

- ispitivanje sukladno HRN EN 822:1998, izvedeno prema TI. 03<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat: duljina / širina	
1.	1	07.30	1,5	0,0
2.	2	09.30	1,0	1,0
3.	3	13.00	-0,5	1,5
4.	4	15.00	0,5	1,5
<b>Srednja vrijednost:</b>			<b>0,63</b>	<b>1</b>

**4.) Debljina, T [mm]**      *očekivana :* 80 ± 1

- ispitivanje sukladno HRN EN 823:1998, izvedeno prema TI. 04<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	07.30	-0,8
2.	2	09.30	-0,5
3.	3	13.00	0,4
4.	4	15.00	0,4
<b>Srednja vrijednost:</b>			<b>-0,13</b>

**5.) Pravokutnost, S [mm]**      *očekivana:* ± 2 / 1000

- ispitivanje sukladno HRN EN 824:1998, izvedeno prema TI. 05<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	07.30	-0,8
2.	2	09.30	-0,6
3.	3	13.00	1,0
4.	4	15.00	1,3
<b>Srednja vrijednost:</b>			<b>0,22</b>

ref.QD.97 - Ispitivanje EPS ploča

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 3 od 5		

6.) Ravnost, P [mm] očekivana: ± 5

- ispitivanje sukladno HRN EN 825:1998, izvedeno prema TI. 06<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	4	13.00	2,8

7.) Čvrstoća na savijanje,  $\sigma_b$  [kPa] očekivana: > 100

- ispitivanje sukladno HRN EN 12089:1998, izvedeno prema TI. 07<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	2	07.30	115
			108
			128
			$\Delta\sigma_b$ 117

8.) Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji,  $\sigma_{10}$  [kPa]

očekivana: > 70

- ispitivanje sukladno HRN EN 826:1998, izvedeno prema TI. 08<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	07.30	82
			81
			76
			$\Delta\sigma_{10}$ 79,67

9.) Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče,  $\sigma_{nt}$  [kPa]

očekivana: ≥ 150

- ispitivanje sukladno HRN EN 1607:1998, izvedeno prema TI. 09<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	3	09.30	155
			158
			162
			$\Delta\sigma_{nt}$ 158,33

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 4 od 5		

10.) Debljina kod opterećenja 250 Pa i 300 s nakon prestanka opte.,  $d_L$  i  $d_B$  [mm]  
očekivana: 80 ± 1

- ispitivanje sukladno HRN EN 12431:2000, izvedeno prema TI. 10<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča kod opterećenja 250 Pa i 300 s nakon prestanka opterećenja

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	$d_L$	$d_B$	$d_L - d_B$
1.	1	07.30	79,87	79,45	<b>0,42</b>
			79,84	79,65	<b>0,19</b>
			79,94	79,13	<b>0,81</b>
Srednja vrijednost:					<b>0,47</b>

11.) Kompresibilnost [mm] očekivana: ----

- ispitivanje sukladno HRN EN 12431:2000

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat	$\Delta CP$
1.	----	----	----	----
			----	
			----	

12.) Prividna gustoća  $\rho_a$  [kg/m<sup>3</sup>] očekivana: 14,5 – 16,5

- ispitivanje sukladno HRN EN 1602:1998, izvedeno prema TI. 11<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	3	09.30	14,8
			15,8
			15,9
			15,1
			15,6
$\Delta \rho_a$ :			<b>15,44</b>

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub> Stranica: <u>5</u> od <u>5</u>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
---	------------------------------	---


13.) Ostale zabilješke

Ispitao: Dražen Katalenić

Kontrolirao: \_\_\_\_\_

ref:QD. 97 - Ispitivanje EPS ploča

Prilog 9. Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča, strana 1.

Dokument: TI. 03 <sub>1,0</sub> Stranica: 1 od 2	<b>Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča</b>	
---	--	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema TIP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS - Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 822:1998

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

**l** – duljina EPS ploče [mm]

**b** – širina EPS ploče [mm]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**


**6.1. Duljina EPS ploče**

- duljina EPS ploče ispituje se na *Napravi za ispitivanje dimenzija EPS ploča* koja ima ugraviranu standardnu duljinu od 1000 mm, te u plusu i minusu 5 mm od standardne duljine, s podjelom od 1 mm
- ploča se postavi u Napravu i očita se vrijednost duljine na graviranom dijelu
- očitane vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 3.
- učestalost određivanja je svaka 2 sata, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

**6.2. Širina EPS ploče**

- širina EPS ploče ispituje se na *Napravi za ispitivanje dimenzija EPS ploča* koja ima ugraviranu standardnu širinu od 500 mm, te u plusu i minusu 5 mm od standardne širine, s podjelom od 1 mm
- ploča se postavi u Napravu i očita se vrijednost širine na graviranom dijelu
- očitane vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 3.
- učestalost određivanja je svaka 2 sata, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

Prilog 10. Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča, strana 2.

Dokument: <b>TI. 03<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>2</u> od <u>2</u>	<b>Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča</b>	
---	--	---

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)


**8. PRILOZI**

- 1) QD.97<sub>1,0</sub> - Ispitivanje EPS ploča
- 2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.		
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Pregledao / Datum	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Odobrio / Datum	Ivan Mederal / 05.03.2008.	

ref. TI. 03<sub>1,0</sub> – Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča

## Prilog 11. Instrukcije za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča

Dokument: <b>TI. 05<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>  </u> od <u>  </u>	<b>Instrukcije za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča</b>	
---	---	---

### 1. SVRHA

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

### 2. PODRUČJE PRIMJENE

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

### 3. PODLOGE

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 824:1994

### 4. DEFINICIJE I KRATICE

S – pravokutnost EPS ploče [mm]

### 5. ODGOVORNOST

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

### 6. POSTUPAK ISPITIVANJA

#### 6.1. Pravokutnost EPS ploče

- pravokutnost EPS ploče ispituje se na *Napravi za ispitivanje dimenzija EPS ploča* koja ima ugraviranu standardnu duljinu dijagonale od 1118 mm, te u plusu i minusu 5 mm od standardne duljine dijagonale, s podjelom od 1 mm
- ploča se postavi u Napravu i očita se vrijednost pravokutnosti na graviranom dijelu
- očitane vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 5.
- učestalost određivanja je svaka 4 sata, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

### 7. VEZANI DOKUMENTI

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)


### 8. PRILOZI

- 1) QD.97<sub>1,0</sub> – Ispitivanje EPS ploča
- 2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.		
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Pregledao / Datum	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Odobrio / Datum	Ivan Mederal / 05.03.2008.	

ref. TI. 05<sub>1,0</sub> – Instrukcije za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča

Prilog 12. Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča

Dokument: <b>TI. 06<sub>1,8</sub></b> Stranica: <u>1</u> od <u>1</u>	<b>Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča</b>	
---	--	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 825:1994

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

P – ravnost EPS ploče [mm]

S<sub>max</sub> – maksimalno odstupanje od ravnine EPS ploče [mm]

Y<sub>max</sub> – maksimalna vrijednost očitana na komparatoru [mm]

Y<sub>min</sub> – minimalna vrijednost očitana na komparatoru [mm]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**

**6.1. Ravnost EPS ploče**

- ravnost EPS ploče ispituje se na *Napravi za ispitivanje dimenzija EPS ploča* pomoću komparatora
- na komparatoru se očitava minimalna i maksimalna vrijednost (Y<sub>min</sub> i Y<sub>max</sub>), koju dobijemo povlačenjem komparatora uzdužno i poprečno po ploči dimenzije 1000x500 mm
- iz tih dviju vrijednosti izračunava se maksimalno odstupanje (S<sub>max</sub>), prema slijedećoj formuli:

$$S_{max} = Y_{max} - Y_{min} \rightarrow S_{max} = P$$

- izračunate vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 6.
- učestalost određivanja je svakih 8 sati, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)

**8. PRILOZI**

1) QD.97<sub>1,0</sub> – Ispitivanje EPS ploča


2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Odobrio / Datum:	Ivan Mederal / 05.03.2008.

ref. TI. 06<sub>1,8</sub> – Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča



Prilog 13. Instrukcije za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča

Dokument: <b>TI. 11.1E</b> Stranica: <u>1</u> od <u>1</u>	<b>Instrukcije za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča</b>	
--	--	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1.0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 1602:1996+AC:1997

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

$\rho$  – prividna gustoća EPS ploče [kg/m<sup>3</sup>]

$m$  – masa EPS ploče [kg]

$V$  – volumen EPS ploče [m<sup>3</sup>]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**

**6.1. Ispitivanje prividne gustoće EPS ploča**

- ispitivanje prividne gustoće EPS ploče provodi se tako da se izvaže masa EPS ploče na elektronskog vagi, te izračuna njezin volumen na temelju osnovnih dimenzija (duljine, širine i visine)
- iz tih podataka izračunava se prividna gustoća prema formuli:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- dobivene vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 11.
- učestalost ispitivanja je jednom svaka 2 sata, a minimalni broj ispitivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1.0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)


**8. PRILOZI**

- 1) QD.97<sub>1.0</sub> – Ispitivanje EPS ploča
- 2) KM. 01.E<sub>1.0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.		
Preprijevio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Pregledao / Datum	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Odobrio / Datum	Ivan Mederal / 05.03.2008.	

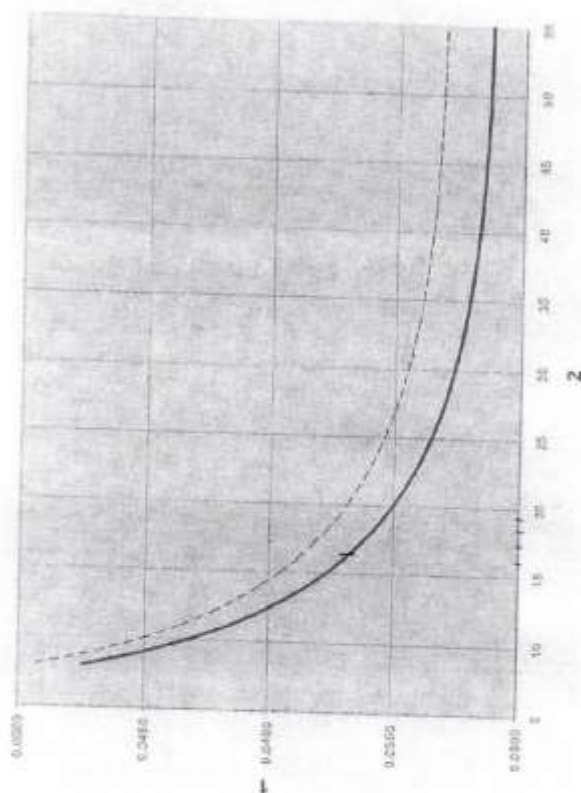
ref. TI. 11.1E – Instrukcije za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča

Prilog 14. Instrukcije za određivanje toplinske vodljivosti, strana 1.

Dokument: <b>TI. 01<sub>L0</sub></b> Stranica: <u>1</u> od <u>2</u>	<b>Instrukcije za određivanje toplinske vodljivosti INDIREKTNO</b>	
--	--	---

- 1. SVRHA**  
Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1.0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg
- 2. PODRUČJE PRIMJENE**  
Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.
- 3. PODLOGE**  
HRN EN 13163:2001 i HRN EN 12939:2000
- 4. DEFINICIJE I KRATICE**  
 $\lambda_D$  – toplinska vodljivost [ $W/mK$ ]  
 $\rho_v$  – prividna gustoća [ $kg/m^3$ ]
- 5. ODGOVORNOST**  
Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča.  
Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča
- 6. POSTUPAK ISPITIVANJA**
  - 6.1. Toplinska vodljivost**
    - toplinska vodljivost (indirektno određivanje) očitava se iz grafa (strana 2.) na temelju prividne gustoće materijala ( $\rho_v$ ), koja se određuje prema TI. 12<sub>1.0</sub> – Instrukcije za određivanje prividne gustoće
    - očitane vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1.0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 1.
    - učestalost određivanja je svaka 2 sata, a minimalni broj očitavanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno
- 7. VEZANI DOKUMENTI**  
ITP 01.E<sub>1.0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)
- 8. PRILOZI**
  - 1) QD.97<sub>1.0</sub> – Ispitivanje EPS ploča
  - 2) KM. 01.E<sub>1.0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Prilog 15. Instrukcije za određivanje toplinske vodljivosti, strana 2.




- 1 -  $\lambda_t$  - toplinska vodljivost [ $W/mK$ ]
- 2 -  $\rho_a$  - prividna gustoća [ $kg/m^3$ ]

- - prosječna toplinska vodljivost
- - - - - predviđena toplinska vodljivost

Izdavanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Odobrio / Datum:	Ivan Mederal / 05.03.2008.

inf. TI. 01<sub>1,2</sub> - Instrukcije za određivanje toplinske vodljivosti INDIREKTNO

## Prilog 16. Instrukcije za određivanje otpora prolaza topline

Dokument: <b>TI. 02<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>1</u> od <u>1</u>	<b>Instrukcije za određivanje          otpora prolaza topline –          - površinska masa EPS ploča</b>	
---	--	---

### 1. SVRHA

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS - Ludbreg

### 2. PODRUČJE PRIMJENE

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

### 3. PODLOGE

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 12667:2002

### 4. DEFINICIJE I KRATICE

$R_D$  – otpor prolaza topline [ $m^2K/W$ ]

$\lambda_D$  – toplinska vodljivost [ $W/mK$ ]

$d_N$  – debljina ploče [ $m$ ]

### 5. ODGOVORNOST

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

### 6. POSTUPAK ISPITIVANJA

#### 6.1. Otpor prolaza topline

- otpor prolaza topline izračunava se računskim putem prema formuli:

$$R_D = \lambda_D / d_N$$

gdje je vrijednost  $\lambda_D$  definirana prema TI. 01<sub>1,0</sub> Instrukcije za određivanje toplinske vodljivosti – INDIREKTNO i  $d_N$  definirana prema TI. 04<sub>1,0</sub> Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča

- dobivene računске vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 2.
- učestalost određivanja je svaka 2 sata, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

### 7. VEZANI DOKUMENTI

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)


### 8. PRILOZI

- 1) QD.97<sub>1,0</sub> - Ispitivanje EPS ploča
- 2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.		
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Pregledao / Datum	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Odobrio / Datum	Ivan Mederal / 05.03.2008.	

ref. TI. 02<sub>1,0</sub> - Instrukcije za određivanje otpora prolaza topline – površinska masa EPS ploča

## Prilog 17. Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča

Dokument: <b>TI. 04<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>1</u> od <u>1</u>	<b>Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča</b>	
---	--	---

### 1. SVRHA

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

### 2. PODRUČJE PRIMJENE

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

### 3. PODLOGE

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 823:1994

### 4. DEFINICIJE I KRATICE

d – debljina EPS ploče [mm]

### 5. ODGOVORNOST

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

### 6. POSTUPAK ISPITIVANJA

#### 6.1. Debljina EPS ploče

- duljina EPS ploče ispituje se na *Stroju za kontinuirano opterećenje* prema kompjuterskom programu za **ispitivanje debljine EPS ploča** (*Ispitivanje je potpuno automatizirano*)
- dimenzija uzorka je 200x200 mm, a ispitno opterećenje iznosi 250±5 Pa
- program automatski očitava debljinu uzorka i vrijednosti sprema u memoriju računala, a postoji i mogućnost ispisa istog
- dobivene vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 4.
- učestalost ispitivanja je svaka 2 sata, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

### 7. VEZANI DOKUMENTI

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (*prema HRN EN 13163:2001*)


### 8. PRILOZI

- 1) QD.97<sub>1,0</sub> - Ispitivanje EPS ploča
- 2) KM, 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Pregledao / Datum	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Odobrio / Datum	Ivan Mederal / 05.03.2008.

ref. TI. 04<sub>1,0</sub> – Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča

Prilog 18. Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča

Dokument: <b>TI. 06<sub>1,8</sub></b> Stranica: <u>1</u> od <u>1</u>	<b>Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča</b>	
---	--	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 825:1994

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

P – ravnost EPS ploče [mm]

S<sub>max</sub> – maksimalno odstupanje od ravnine EPS ploče [mm]

Y<sub>max</sub> – maksimalna vrijednost očitana na komparatoru [mm]

Y<sub>min</sub> – minimalna vrijednost očitana na komparatoru [mm]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**

**6.1. Ravnost EPS ploče**

- ravnost EPS ploče ispituje se na *Napravi za ispitivanje dimenzija EPS ploča* pomoću komparatora
- na komparatoru se očitava minimalna i maksimalna vrijednost (Y<sub>min</sub> i Y<sub>max</sub>), koju dobijemo povlačenjem komparatora uzdužno i poprečno po ploči dimenzije 1000x500 mm
- iz tih dviju vrijednosti izračunava se maksimalno odstupanje (S<sub>max</sub>), prema slijedećoj formuli:

$$S_{max} = Y_{max} - Y_{min} \rightarrow S_{max} = P$$

- izračunate vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 6.
- učestalost određivanja je svakih 8 sati, a minimalni broj određivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata je jedno

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)

**8. PRILOZI**


1) QD.97<sub>1,0</sub> – Ispitivanje EPS ploča

2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Odobrio / Datum:	Ivan Mederal / 05.03.2008.

ref. TI. 06<sub>1,8</sub> – Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča

## Prilog 19. Instrukcije za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča

Dokument: <b>TI. 07<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>  </u> od <u>  </u>	<b>Instrukcije za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča</b>	
---	---	---

### 1. SVRHA

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

### 2. PODRUČJE PRIMJENE

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

### 3. PODLOGE

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 12089:1998

### 4. DEFINICIJE I KRATICE

$\sigma_b$  – maksimalna čvrstoća na savijanje kod EPS ploče pri upotrebi maksimalne sile [kPa]

X – progib kod savijanja kod EPS ploče pri upotrebi sile  $F_x$  [mm]

$F_x$  – sila kojom djelujemo pri savijanja EPS ploče [N]

### 5. ODGOVORNOST

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

### 6. POSTUPAK ISPITIVANJA

#### 6.1. Čvrstoća na savijanje EPS ploče

- čvrstoća na savijanje EPS ploče ispituje se na *Stroju za kontinuirano opterećenje* prema kompjuterskom programu za **Ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča** (*ispitivanje je potpuno automatizirano*)
- dimenzija uzorka je 200x500 mm, a ispitno opterećenje je koncentrirano u sredini ploče, po cijeloj širini ploče
- program automatski očitava progib, silu kojom djeluje pri savijanju, čvrstoću na savijanju i kod loma automatski izračunava maksimalnu čvrstoću na savijanje, te vrijednosti sprema u memoriju računala, a postoji i mogućnost ispisa istog
- dobivene vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 7.
- učestalost ispitivanja je jednom dnevno, a minimalni broj ispitivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata su tri

### 7. VEZANI DOKUMENTI

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (*prema HRN EN 13163:2001*)

### 8. PRILOZI


1) QD.97<sub>1,0</sub> – Ispitivanje EPS ploča

2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.
Odobrio / Datum:	Ivan Mederal / 05.03.2008.

ref. TI. 07<sub>1,0</sub> – Instrukcije za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča

Prilog 20. Instrukcije za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča

Dokument: <b>TI.08<sub>1,0</sub></b> Stranica: <u>  </u> od <u>  </u>	<b>Instrukcije za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča</b>	
--	---	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 826:1996

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

$\sigma_{10}$  – tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploče [kPa]

$F_{10}$  – sila kojom djelujemo pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploče [N]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**

**6.1. Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploče**

- tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploče ispituje se na *Stroj za kontinuirano opterećenje* prema kompjuterskom programu za **Ispitivanje tlačne čvrstoće EPS ploča** (ispitivanje je potpuno automatizirano)
- dimenzija uzorka je 200x200 mm, a ispitno opterećenje je kontinuirano na površinu cijele ploče
- program automatski očitava deformaciju i silu kojom djeluje pri tlačenju, te automatski izračunava tlačnu čvrstoću, te vrijednosti sprema u memoriju računala, a postoji i mogućnost ispisa istog
- dobivene vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 8.
- učestalost ispitivanja je jednom dnevno, a minimalni broj ispitivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata su tri

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)

**8. PRILOZI**

1) QD.97<sub>1,0</sub> - Ispitivanje EPS ploča


2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

Izdanje 1. Revizija 0.		
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.	
Odobrio / Datum:	Ivan Mederal / 05.03.2008.	

ref. TI.08<sub>1,0</sub> - Instrukcije za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča



Prilog 21. Instrukcije za ispitivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu EPS ploča

Dokument: TI. 09 <sub>1,0</sub> Stranica: 1 od 1	<b>Instrukcije za ispitivanje vlačne                  čvrstoće okomito na površinu                  EPS ploča</b>	
---	---	---

**1. SVRHA**

Propisati aktivnosti pri ispitivanju EPS ploča prema ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg

**2. PODRUČJE PRIMJENE**

Primjenjuje se u Završnoj kontroli, za kontrolu kvalitete EPS ploča prema HRN EN 13163:2001 u tvrtki LIM-MONT d.o.o.

**3. PODLOGE**

HRN EN 13163:2001 i HRN EN 1607:1996+AC:1997

**4. DEFINICIJE I KRATICE**

$\sigma_{na}$  – maksimalna vlačna čvrstoća ispitana okomito na EPS ploču [kPa]

$F_m$  – maksimalna vlačna sila kojom djelujemo pri vlaku EPS ploče [N]

**5. ODGOVORNOST**

Rukovoditelj odjela Završne kontrole proizvodnje odgovoran je za kontrolu rezultata Ispitivanja EPS ploča, te to potvrđuje svojim potpisom na dokumentu QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča.

Djelatnik odjela Završne kontrole odgovoran je za ispitivanje EPS ploča prema uputama, te točan unos podataka u obrazac QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča

**6. POSTUPAK ISPITIVANJA**

**6.1. Vlačna čvrstoća okomita na površinu EPS ploče**

- vlačna čvrstoća okomita na površinu EPS ploče ispituje se na *Stroju za kontinuirano opterećenje prema kompjuterskom programu za Ispitivanje vlačnu čvrstoće EPS ploča (ispitivanje je potpuno automatizirano)*
- dimenzija uzorka je 100x100 mm, a ispitno vlačno opterećenje je kontinuirano na površinu cijelog uzorka
- program automatski očitava deformaciju i silu kojom djeluje pri vlaku, te automatski izračunava vlačnu čvrstoću, te vrijednosti sprema u memoriju računala, a postoji i mogućnost ispisa istog
- dobivene vrijednosti upisuju se u dokument QD.97<sub>1,0</sub> Ispitivanje EPS ploča, točka 9.
- učestalost ispitivanja je jednom dnevno, a minimalni broj ispitivanja za dobivanje jednoznačno određenog ispravnog rezultata su tri

**7. VEZANI DOKUMENTI**

ITP 01.E<sub>1,0</sub> – Plan kontrole i testova – EPS – Ludbreg (prema HRN EN 13163:2001)

**8. PRILOZI**

1) QD.97<sub>1,0</sub> - Ispitivanje EPS ploča

2) KM. 01.E<sub>1,0</sub> – Osnovne karakteristike materijala LIMOPOR – EPS- Ludbreg

		Izdavanje 1. Revizija 0.	
Pripremio / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.		
Pregledao / Datum:	Dražen Katalenić / 05.03.2008.		
Odobrio / Datum:	Ivan Međeral / 05.03.2008.		

ref. TI. 09<sub>1,0</sub> - Instrukcije za ispitivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu EPS ploča

Prilog 22. Rezultati ispitivanja uneseni u obrazac QD.97<sub>1.1</sub>, strana 1.

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub> Stranica: 1 od 5	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
---	------------------------------	---

Broj šarže: 201506132 Datum: 27.03.2016. Debljina: **80 mm**

Deklarirana oznaka: **EPS EN 13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(70.-)1-DS(N)2-BS100-TR150**

1.) Otpor prolaza topline,  $R_D$  [ $m^2K/W$ ] očekivani: 2,05

- ispitivanje sukladno HRN EN 12667:2002, izvedeno prema TL 01<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje otpora prolaza topline - površinska masa EPS ploča [Uzorak: 300x300 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	11:20	2,19
2.	2	10:20	2,22
3.	3	12:20	2,25
4.	4	15:20	2,27
Srednja vrijednost:			2,23

Direktno ispitivanje	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
	2	11:20	2,15

2.) Toplinska vodljivost,  $\lambda_D$  [ $W/mK$ ] očekivana: 0,039

- ispitivanje sukladno HRN EN 12939:2002, izvedeno prema TL 02<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje toplinske vodljivosti EPS ploča [Uzorak: 300x300 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	11:20	0,0365
2.	2	10:20	0,0360
3.	3	12:20	0,0355
4.	4	13:20	0,0353
Srednja vrijednost:			0,0358

Direktno ispitivanje	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
	2	11:20	0,03718

Prilog 23. Rezultati ispitivanja uneseni u obrazac QD.97<sub>1.1</sub>, strana 2.

ref.QD. 97 - Ispitivanje EPS ploča

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 2 od 5		

3.) Duljina i širina, L i W [mm] očekivane: 1000 / 500 ± 2

- ispitivanje sukladno HRN EN 822:1998, izvedeno prema TI. 03<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje duljine i širine EPS ploča [Uzorak: 1000x500 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat: duljina / širina	
1.	1	08:37	+2	+2
2.	2	08:55	+1	+2
3.	3	08:53	+2	+2
4.	4	03:01	+2	+2
Srednja vrijednost:			+1,75	+2

4.) Debljina, T [mm] očekivana : 80 ± 1

- ispitivanje sukladno HRN EN 823:1998, izvedeno prema TI. 04<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča [Uzorak: 200x200 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	11:45	80
2.	2	11:55	80
3.	3	11:35	80
4.	4	12:10	80
Srednja vrijednost:			80

5.) Pravokutnost, S [mm] očekivana: ± 2 / 1000

- ispitivanje sukladno HRN EN 824:1998, izvedeno prema TI. 05<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje pravokutnosti EPS ploča [Uzorak: 1000x500 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	08:40	+2
2.	2	08:56	+2
3.	3	08:53	+2
4.	4	03:02	+2
Srednja vrijednost:			+2

ref.QD. 97 - Ispitivanje EPS ploča

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 3 od 5		

6.) Ravnost, P [mm] očekivana: ± 5

- ispitivanje sukladno HRN EN 825:1998, izvedeno prema TI. 06<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje ravnosti EPS ploča [Uzorak: 1000x500 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	A	08:44	+0,65

7.) Čvrstoća na savijanje,  $\sigma_b$  [kPa] očekivana: ≥ 100

- ispitivanje sukladno HRN EN 12089:1998, izvedeno prema TI. 07<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje čvrstoće na savijanje EPS ploča [Uzorak: 500x200 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	A	13:08	153
			148
			148
			$\Delta\sigma_b$

8.) Tlačna čvrstoća pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji,  $\sigma_{10}$  [kPa]

očekivana: > 70

- ispitivanje sukladno HRN EN 826:1998, izvedeno prema TI. 08<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje tlačne čvrstoće pri 10%-tnoj relativnoj deformaciji EPS ploča [Uzorak: 200x200 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	I	13:08	73,24
			73,17
			73,13
			$\Delta\sigma_{10}$

9.) Vlačna čvrstoća okomito na površinu ploče,  $\sigma_{mt}$  [kPa]

očekivana: > 150

- ispitivanje sukladno HRN EN 1607:1998, izvedeno prema TI. 09<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje vlačne čvrstoće okomito na površinu EPS ploča [Uzorak: 100x100 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	3	14:20	170,8
			174,2
			170,5
			$\Delta\sigma_{mt}$

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub>	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
Stranica: 4 od 5		

**10.) Debljina kod opterećenja 250 Pa i 300 s nakon prestanka opte.,  $d_L$  i  $d_B$  [mm]**  
 očekivana: 80 ± 1

- ispitivanje sukladno HRN EN 12431:2000, izvedeno prema TI. 10<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje debljine EPS ploča kod opterećenja 250 Pa i 300 s nakon prestanka opterećenja [Uzorak: 200x200 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	$d_L$	$d_B$	$d_L - d_B$
1.	3	11:45	80	79,7	0,3
			80	78,6	0,4
			80	79,7	0,3
Srednja vrijednost:					0,33

**11.) Kompresibilnost [mm]**                      očekivana: ---

- ispitivanje sukladno HRN EN 12431:2000


R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat	$\Delta CP$
1.	---	---	---	---
			---	
			---	

**12.) Prividna gustoća  $\rho_a$  [kg/m<sup>3</sup>]**                      očekivana: 14,5 – 16,5

- ispitivanje sukladno HRN EN 1602:1998, izvedeno prema TI. 11<sub>1.0</sub> - Instrukcije za ispitivanje prividne gustoće EPS ploča [Uzorak: 1000x500 mm]

R.B.	Šifra uzorka	Vrijeme ispitivanja	Rezultat
1.	1	9:15	16,15
2.	2	9:17	16,9
3.	3	9:18	17,15
4.	4	9:20	17,2
Srednja vrijednost:			16,95

Prilog 26. Rezultati ispitivanja uneseni u obrazac QD.97<sub>1.1</sub>, strana 5.

Dokument: QD. 97 <sub>1.1</sub> Stranica: 5 od 5	<b>ISPITIVANJE EPS PLOČA</b>	
---	------------------------------	---

**13.) Ostale zabilješke**

**Ispitao:** MARKO HAGIĆ                      **Kontrolirao:** DRŽEN KATALENIĆ

ref: QD. 97 – Ispitivanje EPS ploča



I  
MORALNOM  
MATERIJALNOM

Sveučilište  
Sjever



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, MARKO MAGIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKTOVANJE I KONSTRUKCIJA KVALITETA NA PUNIBEV (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Marko Magić  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MARKO MAGIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKTOVANJE I KONSTRUKCIJA KVALITETA NA PUNIBEV (upisati naslov) čiji sam autor/ica. LIM-MONT D.O.O. IZ VODARSKA

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Marko Magić  
(vlastoručni potpis)