



Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Sveučilište u Zagrebu

Diplomski studij **PRIMIJEJENA KEMIJA**
Kolegij:

Kemija prirodnih i sintetskih polimera

dr. sc. Ante Jukić, docent

(Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju / Savska cesta 16 / tel. 4597-128 / ajukic@fkit.hr)

Kemija sintetskih polimera



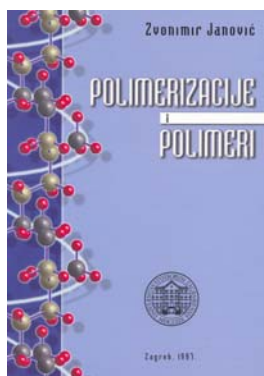
Akadska godina: 2007-2008

LITERATURA

(temeljna - na hrvatskom jeziku)

Zvonimir Janović: POLIMERIZACIJE I POLIMERI,
Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa, Zagreb, 1997.

Z. Janović, A. Jukić, E. Vidović, LJ. Tomašek:
REAKCIJE I PROCESI USMJERENIH RADIKALSKIH POLIMERIZACIJA,
Polimeri 25 (2004) 68-76.



A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA

LITERATURA

(dopunska - na engleskom jeziku)

G. Odian: PRINCIPLES OF POLYMERIZATION,
4th Edition, Wiley-Interscience, New York, 2004.

K. Davis, K. Matyjaszewski:
STATISTICAL, GRADIENT, BLOCK AND GRAFT COPOLYMERS BY
CONTROLLED / LIVING RADICAL POLYMERIZATIONS,
Advances in Polymer Science, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2002.

P. Munk: INTRODUCTION TO MACROMOLECULAR SCIENCE,
Wiley-Interscience, New York, 1989.

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA

1. UVOD

Proizvodnja i potrošnja polimernih materijala:
svijet – Europa – Hrvatska

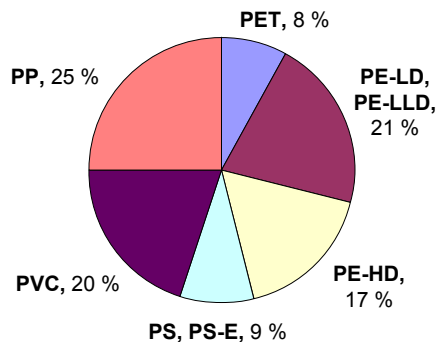
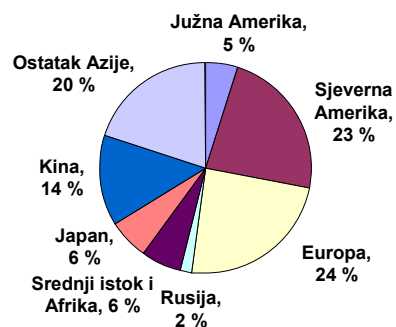
Primjer: industrijski proces proizvodnje
pjenastog polistirena, **PS-E**

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 1/20

U svijetu je **2006.** godine proizvedeno preko **265 milijuna tona polimernih materijala**: oko 245 milijuna tona plastičnih masa (175 mil. t širokoprimjenjivih plastomera) i nešto više od 21 milijun tona prirodnoga i sintetskoga kaučuka.

1950. – 2006. g.: **kontinuirana godišnja stopa rasta od 9,5 %** !

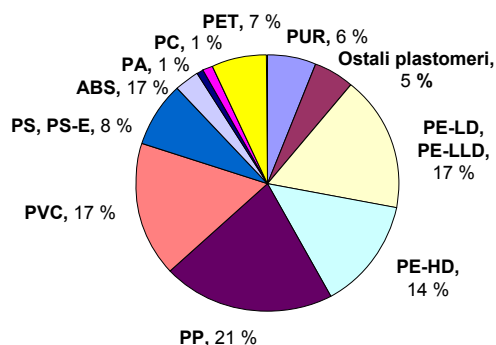
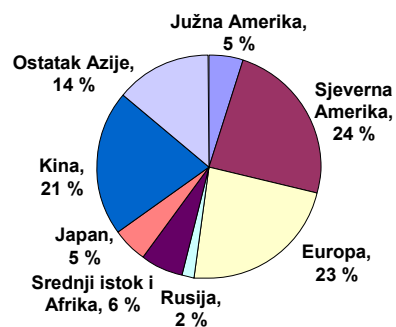
1989. g.: po volumenu 2x proizvodnje čelika; **2010. g.: > 320 milijuna tona**



Udjeli pojedinih dijelova svijeta u ukupnoj svjetskoj proizvodnji polimernih materijala u 2006. g.

Udjeli pojedinih vrsta široko primjenjivih plastomera u ukupnoj svjetskoj proizvodnji u 2006. g.

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 2/20



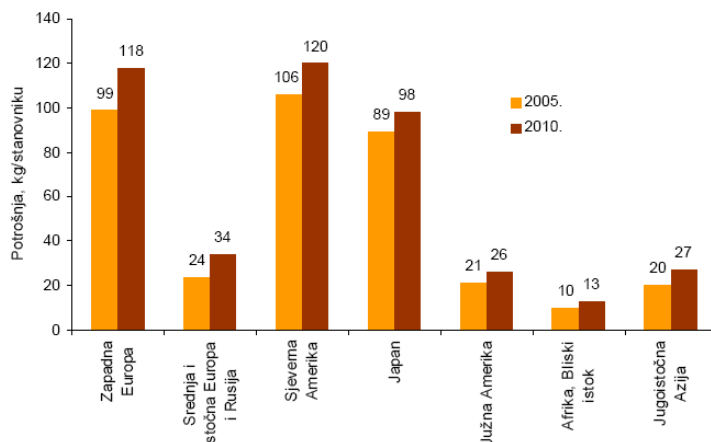
Udjeli pojedinih dijelova svijeta u ukupnoj svjetskoj potrošnji polimera u 2006. g.

Udjeli pojedinih vrsta polimera u ukupnoj svjetskoj potrošnji u 2006. g.

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 3/20

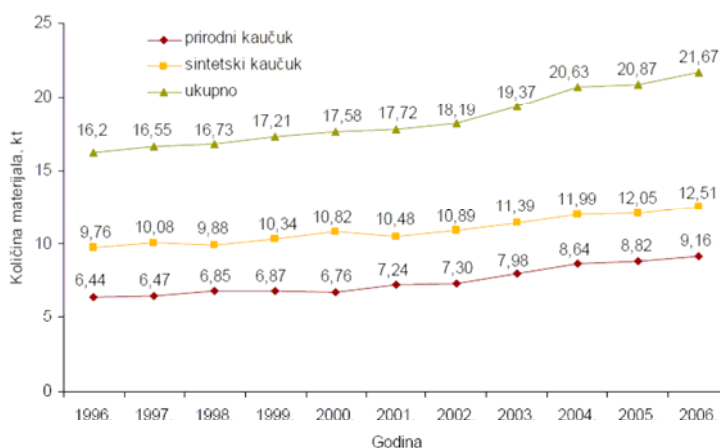
U 2005. je svaki stanovnik svijeta potrošio oko **31 kg** polimera, a predviđa se kako će u 2010. trošiti **38 kg**.

Istodobno je potrošnja polimera u 2005. u Zapadnoj Europi iznosila **99 kg / stanovniku**, te **105 kg / stanovniku** u SAD-u.

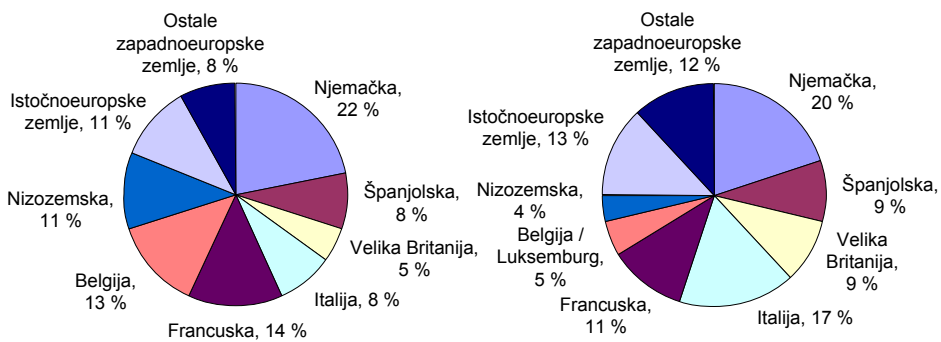


A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 4/20

Kretanje svjetske proizvodnje prirodnoga i sintetskoga kaučuka u razdoblju 1996. – 2006.



A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 5/20

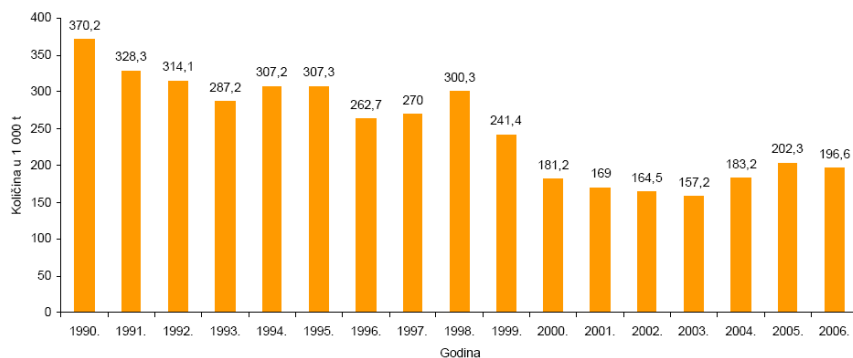


Udjeli pojedinih europskih zemalja u ukupnoj proizvodnji polimernih materijala u Europi u 2006. g.

Udjeli pojedinih europskih zemalja u ukupnoj potrošnji polimernih materijala u Europi u 2006. g.

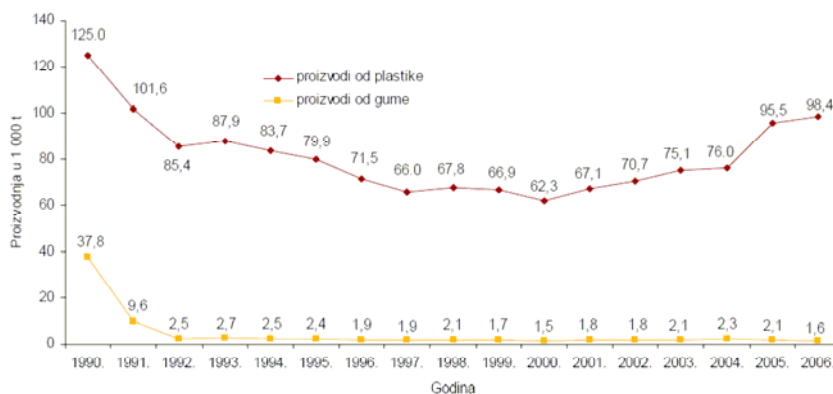
A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 6/20

Proizvodnja polimernih materijala u Hrvatskoj

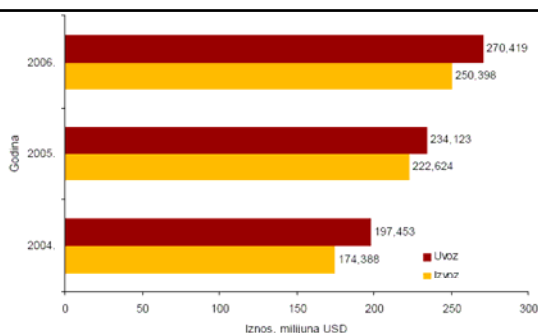


A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 7/20

Proizvodnja polugotovih i gotovih proizvoda od plastike i gume u Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 2006. g.

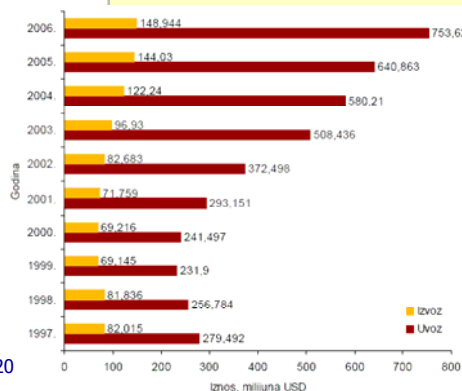


A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 8/20



Podaci o uvozu i izvozu polimera za razdoblje od 2004. do 2006. g.

Uvoz i izvoz proizvoda od plastike za razdoblje od 1997. do 2006. g.



A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 9/20

Glavni proizvođači
HRVATSKA:

dioki

organska petrokemijska industrija
organic petrochemical industry

Monomeri (organske petrokemikalije):

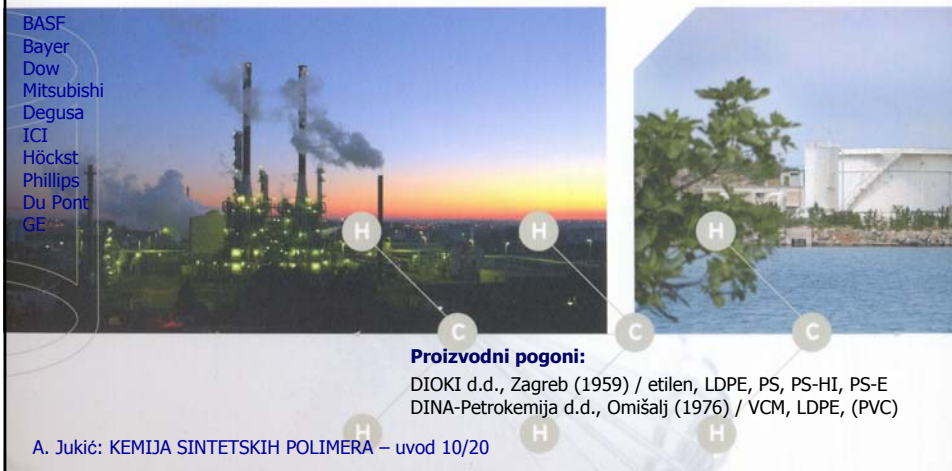
- etilen, 90.000 t / g
- vinil-klorid monomer (VCM), 160.000 t / g

Polimeri:

- polietilen niske gustoće (LDPE), 120.000 t / g
- polistiren (PS-GP, PS-HI), 50.000 t / g
- pjenasti polistiren (PS-E), 15.000 t / g

SVIJET:

BASF
Bayer
Dow
Mitsubishi
Degusa
ICI
Höchst
Phillips
Du Pont
GE



Proizvodni pogoni:

DIOKI d.d., Zagreb (1959) / etilen, LDPE, PS, PS-HI, PS-E
DINA-Petrokemija d.d., Omišalj (1976) / VCM, LDPE, (PVC)

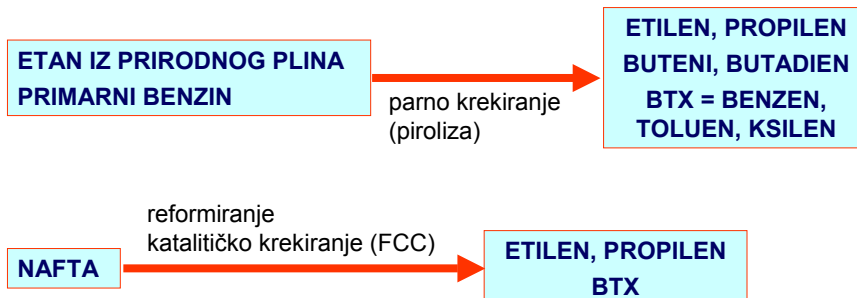
A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 10/20

Sirovine za proizvodnju sintetskih polimera

NAFTA

PRIRODNI PLIN

(> 90 % za goriva, ostalo – petrokemijska proizvodnja)

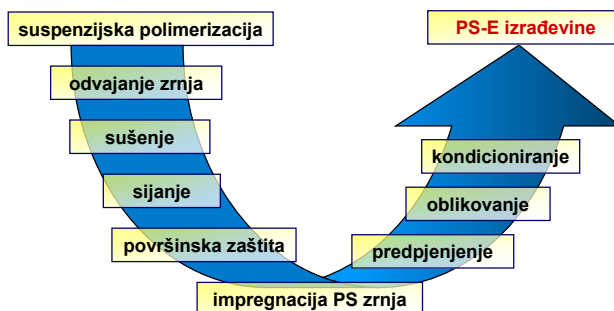


A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 11/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

Slijed postupaka proizvodnje
pjenastog polistirena

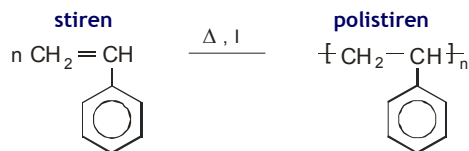
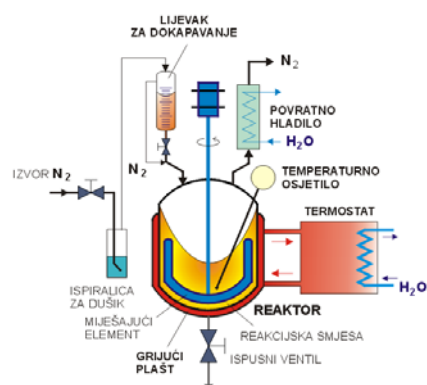


A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 12/20

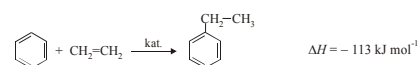
PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

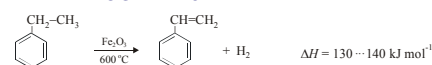
Polimerizacijski reaktor s
pripadajućom opremom



DOBIVANJE STIRENA (PETROKEMIJA):
1. ETILIRANJE BENZENA



2. DEHIDROGENACIJA ETILBENZENA



A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 13/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

1. Jednostupnjeviti postupak: pjenilo se dodaje u tijeku suspenzijske polimerizacije
2. Dvostupnjeviti postupak: pjenilo se dodaje nakon suspenzijske polimerizacije

POLIMERIZACIJA -
IMPREGNACIJA

SIJANJE PS-E

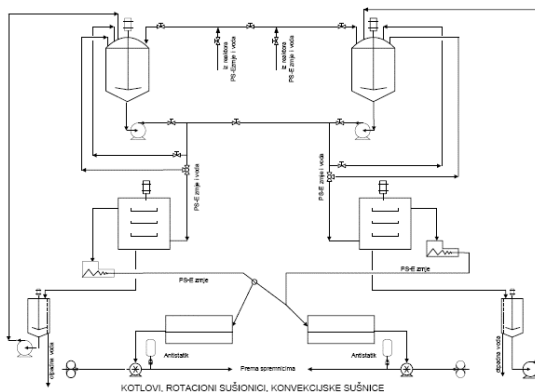
POVRŠINSKA
DORADA I
PAKIRANJE PS-E

Shematski prikaz jednostupnjevitog procesa proizvodnje PS-E

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 14/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

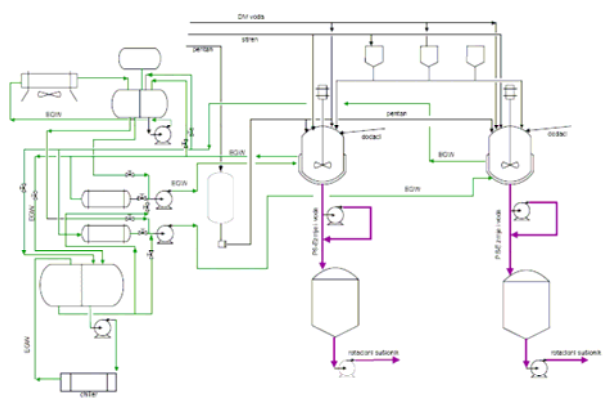


Tehnološka shema: odvajanje vode i sušenje

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 15/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

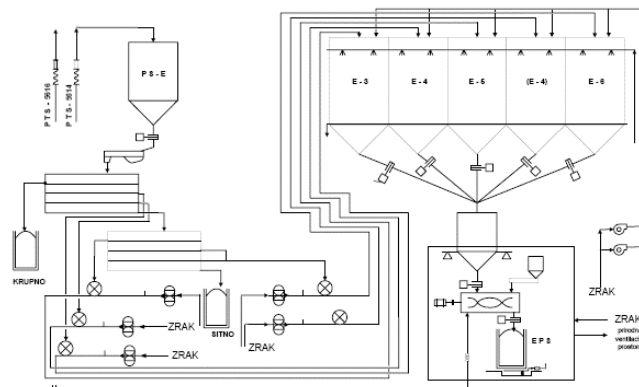


Tehnološka shema: reaktorski sustav

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 16/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E

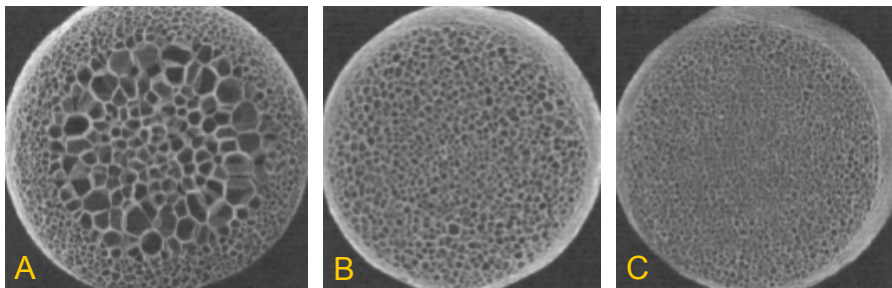


Tehnološka shema: sijanje i pakiranje zrnja

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 17/20

PRIMJER:

Proizvodnja pjenastog polistirena, PS-E



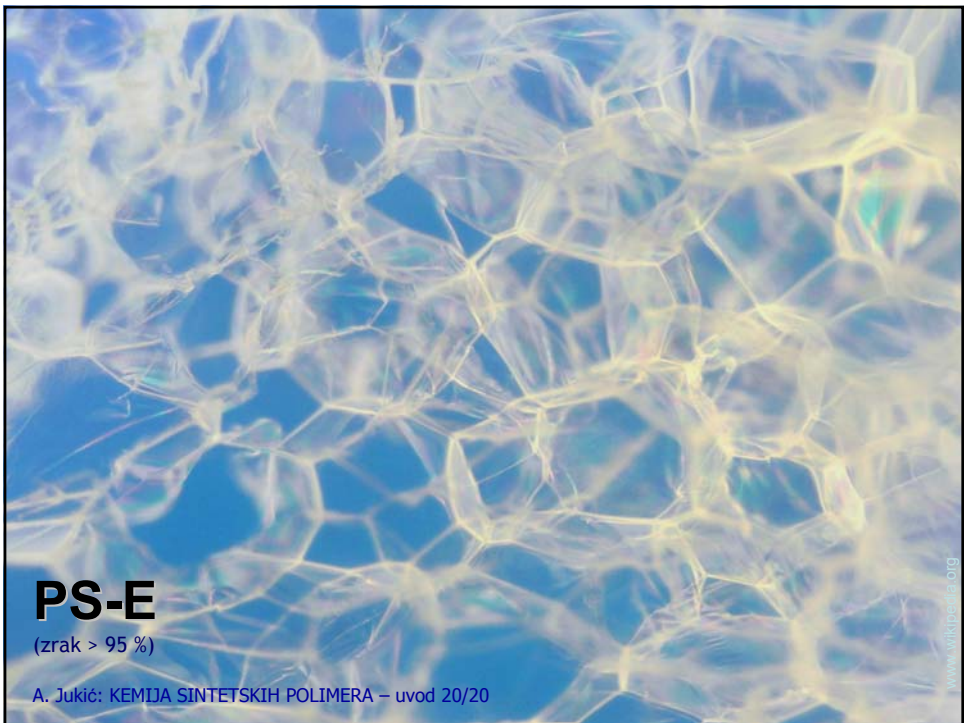
Utjecaj koncentracije nukleacijskog sredstva, niskomolekulnog polietilena (M_w : 6770, granatost: 1,21, kristalnost: 48 %) na ćelijastu strukturu pjenastog PS:

a) 0,0 %, b) 0,05 % i c) 0,2 %

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 18/20



A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 19/20



PS-E

(zrak > 95 %)

A. Jukić: KEMIJA SINTETSKIH POLIMERA – uvod 20/20

bio.uzh.ch