



Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije  
Sveučilišta u Zagrebu

Diplomski studij **EKOINŽENJERSTVO**

Kolegij: **ZAŠTITA OKOLIŠA U PETROKEMIJSKOJ PROIZVODNJI**

# **BAT koncept i petrokemijska industrija**

(engl. *Best Available Technology*)

dr. sc. Ante Jukić i Ivana Šoljić, dipl. ing.

Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju / Savska cesta 16 / te. 01-4597-128 / ajukic@fkit



Akademska godina: **2008-2009**

# Koncept najbolje raspoložive tehnologije (engl. *Best Available Technology, BAT*)

- najmoderniji i najnapredniji oblik tehnologije koji se može primijeniti u industriji pod uvjetima koji zadovoljavaju najviše ekonomske, tehničke i ekološke standarde

## ODRŽIVI RAZVOJ ?

- definiran je prema IPPC Direktivi 96/61/EC
- IPPC: Integrated Prevention and Pollution Control, 1996
- BAT referentni dokument – **BREFs** – dokument koji detaljno opisuje primjenu BAT koncepta u mnogim industrijskim i proizvodnim procesima prema propisima temeljenim na IPPC Direktivi – <http://eippcb.jrc.es>
- ove mjere vezane su prvenstveno za postizanje globalnih strateških ciljeva, a koje su prihvaćene i od Vlade RH:
  - ✓ smanjenje emisija stakleničnih plinova
  - ✓ povećanje udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj potrošnji energije
  - ✓ smanjenje stvaranja otpada
  - ✓ uvođenje najboljih mogućih i održivih tehnologija u proizvodnji

# Osnovni sadržaj IPPC Direktive

Potpuno novi način izdavanja dozvola – jedinstvena dozvola – tzv.

## OKOLIŠNA DOZVOLA

Postrojenja trebaju ispuniti:

- BAT (best available techniques)
- Ne smije se izazivati značajnije onečišćenje okoliša

**Jedinstvena okolišna dozvola** mora uzeti u obzir cjelovito okolišno upravljanje postrojenjem, uključujući emisije u zrak, vode i tlo, stvaranje otpada, korištenje sirovina, energetske učinkovitost, buku, ekološke nesreće i sanaciju lokacije nakon zatvaranja postrojenja.

- **'DOZVOLA'** (ili nekoliko takvih odluka) je dokument kojim se odobrava rad **cijelog postrojenja ili njegovog dijela**, i kojim se **jamči da je postrojenje u skladu sa zahtjevima IPPC Direktive**.
- Dozvola se može odnositi na jedno ili više postrojenja ili dijelove postrojenja na istom mjestu kojima upravlja isti korisnik

**B** “**best**” / najbolja – odnosi si se na tehnologiju koja je najučinkovitija u postizanju visokog stupnja zaštite okoliša

**A** “**available**” / dostupna – odnosi si se na tehnologiju koju je moguće primijeniti pod ekonomski i tehnički prihvatljivim uvjetima; pri tome treba uzeti u obzir troškove i prednosti, neovisno je li tehnologija razvijena unutar ili izvan EU, sve dok je komercijalno dostupna

**T** “**technology**” / tehnologija – odnosi se na tehnologiju koja je već u primjeni i način na koji je projektirana, izgrađena i vođena

Nekoliko važnih načela koja se odnose na implementaciju određene tehnologije kao BAT:

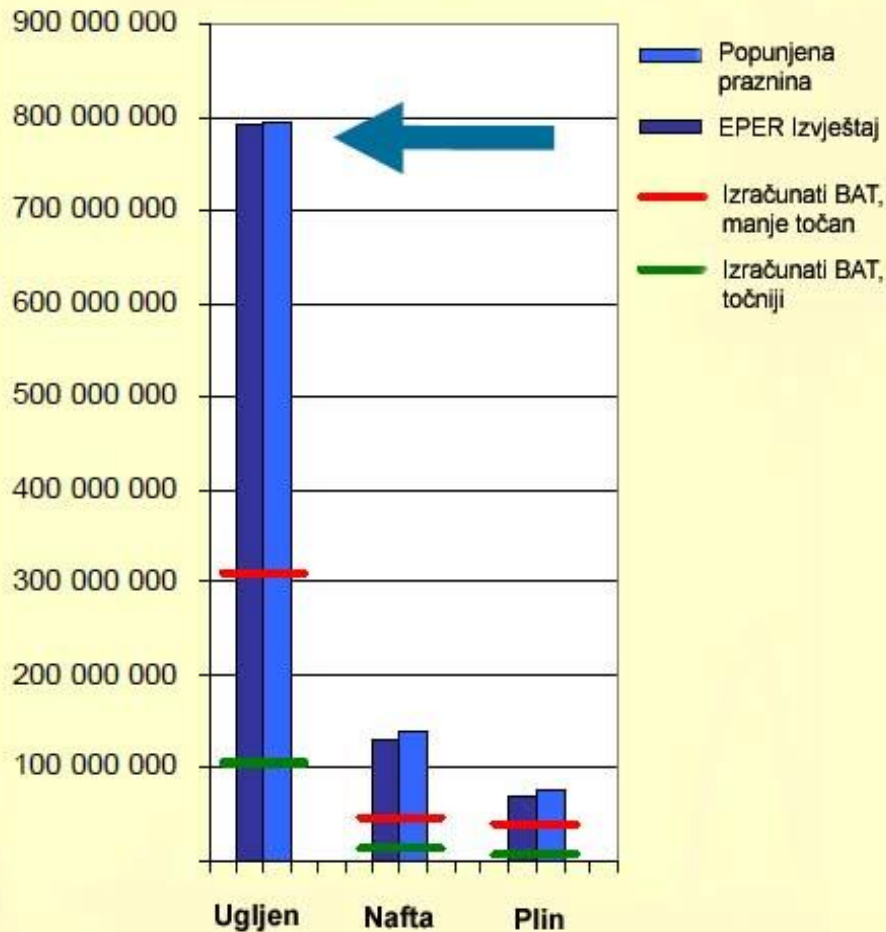
- Ne postoji “univerzalni BAT”
- Troškovi vezani uz implementaciju, ne odnose se samo na procesnu opremu već i na projektiranje, pripremu infrastrukture i instalacijske troškove
- Visoka razina kontrole

## U sklopu BAT-a → ELV (engl. *Emission Level Values*)

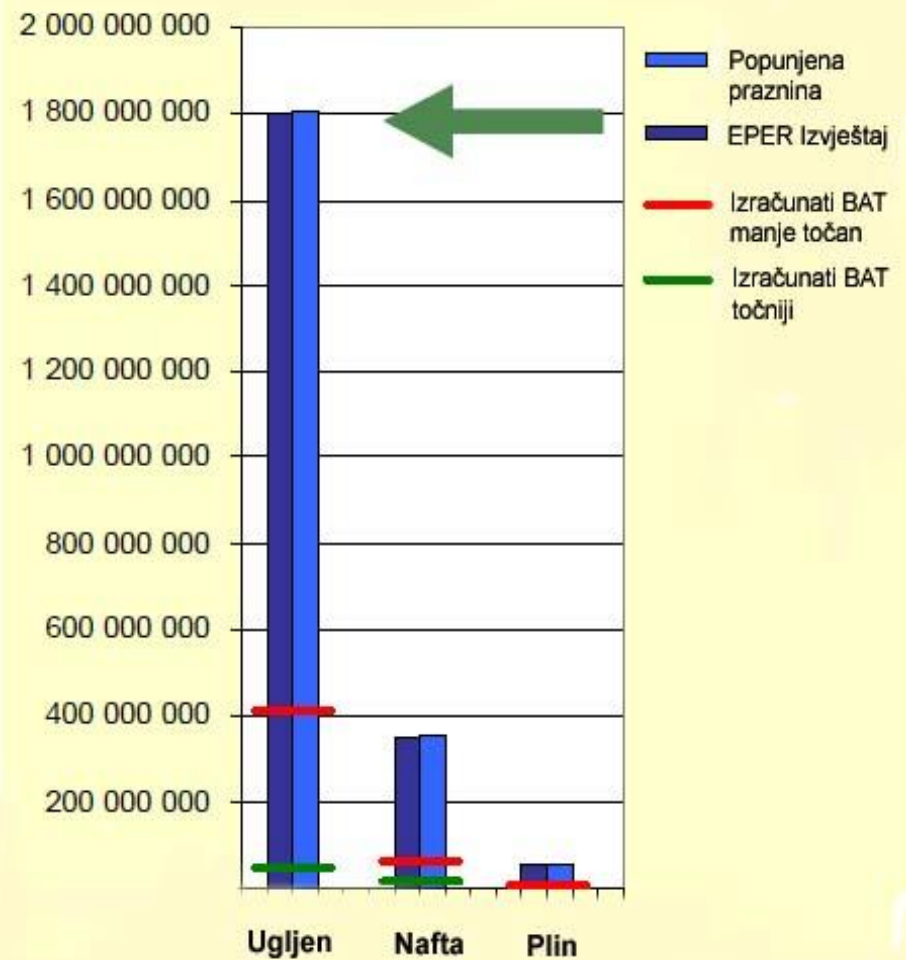
- Najučinkovitija raspoloživa tehnologija koja omogućava postizanje najnižih (graničnih) vrijednosti štetnih emisija (GVE)
- Glavni cilj je maksimalno smanjiti ili ukloniti utjecaj štetnih emisija na okoliš
- Za rad postrojenja potrebna je **jedinstvena dozvola** Agencije koja potvrđuje da je primijenjena tehnologija **BAT** te da zadovoljava propise vezane uz minimalne (granične) vrijednosti postizanja štetnih emisija (GVE)
- Odabir najbolje raspoložive tehnologije ovisit će o **lokalnim čimbenicima** kao što su:
  - tehničke karakteristike postrojenja
  - geografski položaj
  - lokalni propisi vezani uz zaštitu okoliša
  - ekonomske i tehničke mogućnosti za unapređivanje postojećeg postrojenja

# Granične vrijednosti emisija (GVE)

NOx emisije - 354 objekata



SO<sub>2</sub> emisije - 354 objekta



# Osnovne smjernice za određivanje BAT-a:

- ✓ Upotreba tehnologija koje stvaraju minimalnu količinu otpada
  - ✓ Upotreba manje opasnih i štetnih komponenata
  - ✓ Rekuperacija i recirkulacija pojedinih komponenata te njihov povratak u proces
  - ✓ Upotreba usporednih procesa ili metoda koji su se pokazali uspješnim u industrijskom mjerilu
  - ✓ Primjena naprednih tehnologija i znanstvenih saznanja
  - ✓ Treba uzeti u obzir prirodu, utjecaj te količinu štetnih emisija
  - ✓ Treba odrediti datume puštanja u pogon novih ili već postojećih aktivnosti
  - ✓ Odrediti vrijeme koje je potrebno za pronalaženje i implementaciju BAT-a
  - ✓ Treba imati u vidu potrošnju i prirodu glavnih procesnih sirovina (kao što je npr. voda) te njihovu energetska učinkovitost
  - ✓ Spriječiti ili svesti na minimalnu razinu ukupni utjecaj štetnih emisija na okoliš
  - ✓ Spriječiti ili svesti na minimalnu razinu nesreće i ekološke incidente
- 
- Podaci objavljeni od strane EZ temelje se na izmijenjenim informacijama između zemalja članica EU i industrijskih sektora koji žele primijeniti BAT

# Implementacija BAT-a u kemijskoj industriji

Kemijska industrija obuhvaća široki spektar poduzeća:

## ➡ Manja poduzeća

- jedan proizvodni proces s tek nekoliko proizvoda
- tada postoji mali broj procesnih struja (otpadne vode, emisije štetnih plinova) koje je potrebno dodatno obraditi i ekološki zbrinuti

## ➡ Velika poduzeća

- veliki broj proizvodnih procesa s velikim brojem procesnih struja koje je potrebno dodatno ekološki obraditi

**Implementacija BAT-a na postojećim postrojenjima** - BAT se može integrirati prilikom velikih izmjena na postrojenju ili se može implementirati postepeno kroz određeni vremenski period

**Implementacija BAT-a na novim postrojenjima** – svi novi procesi trebaju biti projektirani uzimajući u obzir koncept BAT-a



# Implementacija BAT-a u kemijskoj industriji

Tehnički kriteriji za odabir BAT-a:

- Provjerena ispravnost tehnologije
- Pouzdanost tehnologije
- Dostupnost
- Dugoročna održivost, uzimajući u obzir postojeće postrojenje i planirani razvoj
- Postojanje alternativnih rješenja
- Gospodarska održivost

<b>Pristup</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Nedostaci</b>
Globalni	Jednostavan Lako je izraditi standard	Nema eksplicitnih tehnoloških analiza
Funkcijski	Ne previše složen Rigorozan Sistematičan	Ne uzimaju se u obzir globalne emisije
Jedinični / Oprema	Sistematičan Rigorozan	Složeniji Potreban je češći pregled novih procesa

# Primjer – Proizvodnja amonijaka

## Tipovi procesa:

- dva osnovna tipa sinteze  $\text{NH}_3$ :

1. Parno reformiranje prirodnog plina ili lakih ugljikovodika (85 % svjetske proizvodnje  $\text{NH}_3$ )
2. Parcijalna oksidacija teškog plinskog ulja ili vakuumskog ostatka

## Parno reformiranje prirodnog plina

– najjednostavniji i najučinkovitiji način sinteze  $\text{NH}_3$

– **dominantna BAT za proizvodnju amonijaka**

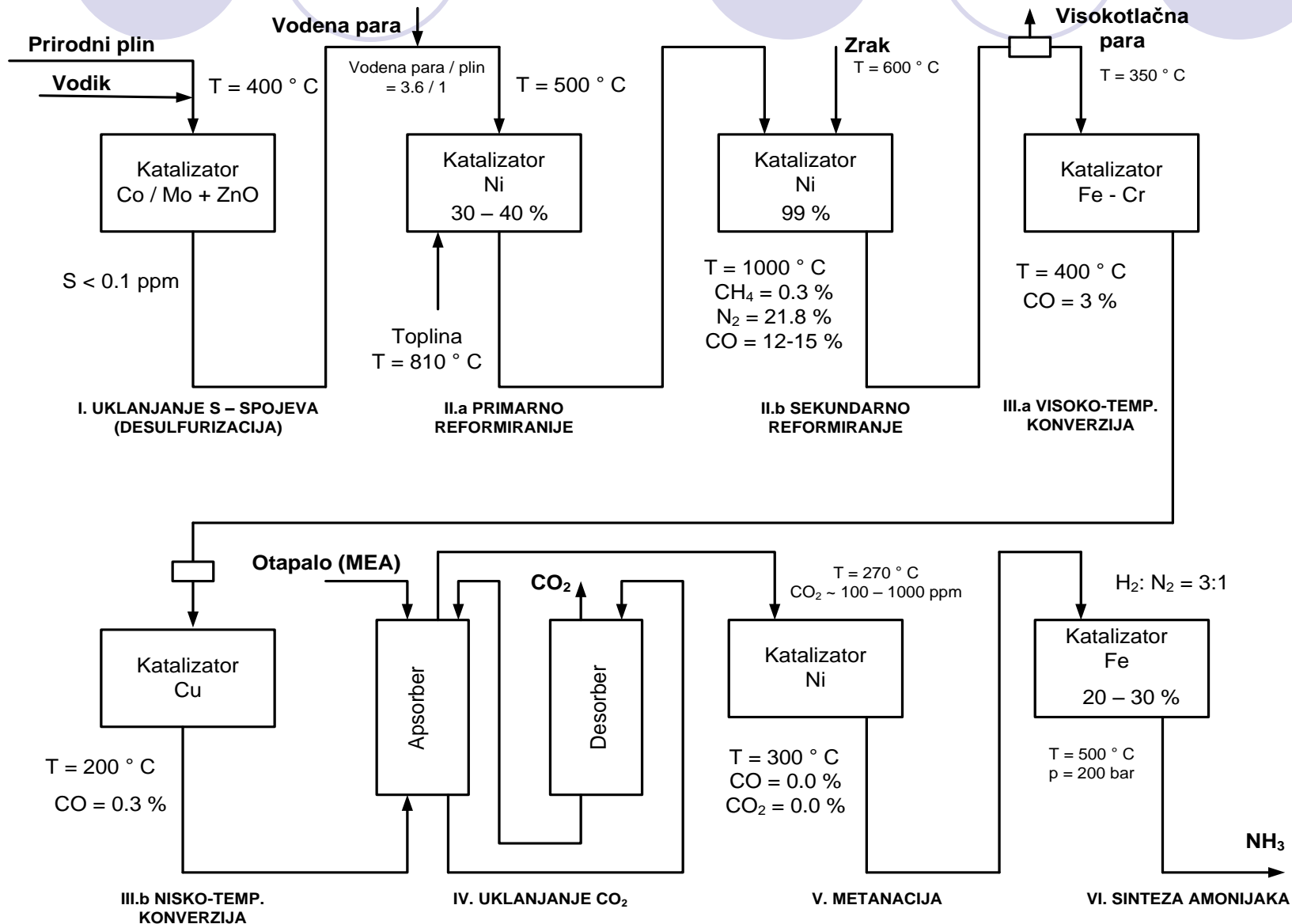
- ostali oblici sinteze (parcijalna oksidacija teškog plinskog ulja, uplinjavanje ugljena) mogu se razmatrati kao BAT samo u posebnim uvjetima

	Prirodni plin	Teško plinsko ulje	Ugljen
Potrošnja energije	1.0	1.3	1.7
Investicijski troškovi	1.0	1.4	2.4
Proizvodni troškovi	1.0	1.2	1.7

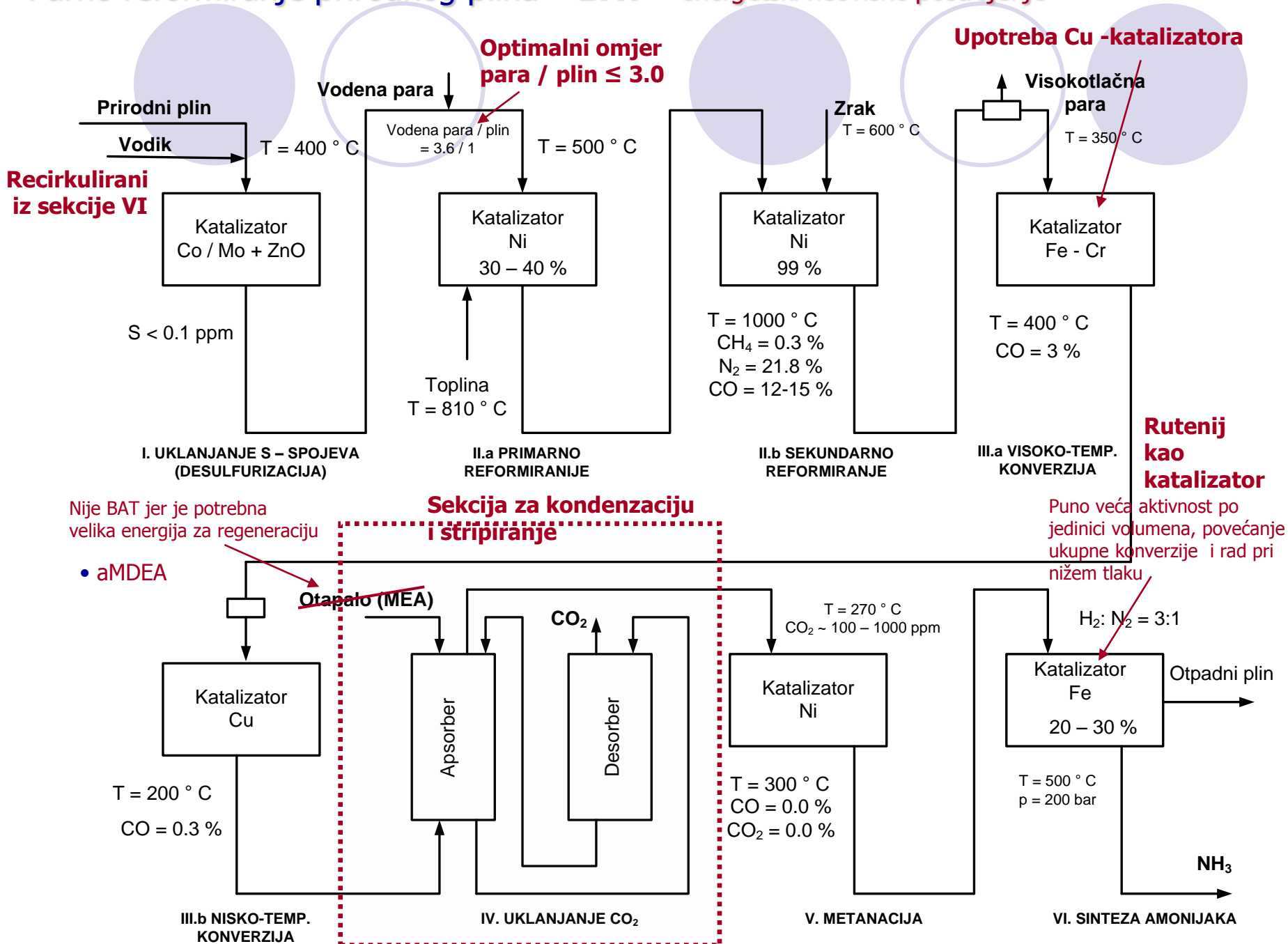
# Opis procesa: Parno reformiranje prirodnog plina – 6 osnovnih stupnjeva

Glavne sirovine: **zrak** ( $N_2$ ,  $O_2$ , Ar,  $CO_2$ ), **prirodni plin** ( $CH_4 \rightarrow H_2$ ) i **vodena para**

Uvjeti sinteze:  $p = 200$  bar,  $T = 500$  °C; BAT Kapacitet =  $1500$  t d<sup>-1</sup>  $NH_3$



# Parno reformiranje prirodnog plina – **BAT** – energetska neovisno postrojenje



# Primjena BAT na novim postrojenjima za sintezu amonijaka

## Razvojni smjerovi:

- smanjenje omjera para/plin
- prebacivanje opterećenja s primarnog na sekundarni reformer
- poboljšati krajnju čistoću proizvoda
- poboljšati učinkovitost sintezne petlje
- poboljšati energijsku učinkovitost sustava
- smanjiti emisije  $\text{NO}_x$
- pronaći bolji katalizator za sintezu amonijaka



# Štetne emisije i kruti otpad



## Emisije u zrak

### Glavni izvori:

- dimni plinovi iz primarnog reformera –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  i  $\text{CO}$
- ispusni plinovi iz jedinice za uklanjanje  $\text{CO}_2$  –  $\text{CO}_2$
- otpadni plin iz sekcije za sintezu amonijaka –  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$
- nekontinuirane emisije –  $\text{NO}_2$

## Emisije u vode

### Glavni izvor:

- kondenzat nakon nisko-temperaturne sekcije
- voda za pranje otpadnog plina

## Kruti otpad

### Glavni izvor:

- potrošeni katalizator
- molekularna sita

# Emisije u zrak

## I. izvor: dimni plinovi iz primarnog reformera

CO<sub>2</sub>: 500 kg CO<sub>2</sub> / t NH<sub>3</sub>  
NO<sub>x</sub>: 0.6 – 1.3 kg NO<sub>2</sub> / t NH<sub>3</sub>  
SO<sub>2</sub>: 0.01 kg SO<sub>2</sub> / t NH<sub>3</sub> – ovisno o gorivu  
CO: 0.03 kg CO / t NH<sub>3</sub>

Osnovni koraci za smanjenje štetnih emisija NO<sub>x</sub> plinova:

- mali sadržaj NH<sub>3</sub> u otpadnom plinu
- mali suvišak O<sub>2</sub>

## II. izvor: ispušni plinovi iz jedinice za uklanjanje CO<sub>2</sub>

Manje ili više CO<sub>2</sub> se mora ispustiti u atmosferu, a taj plin u tragovima sadrži NH<sub>3</sub>

- ako se na drugim proizvodnim jedinicama javlja potreba za CO<sub>2</sub> tada se može upotrijebiti

## III. izvor: otpadni plin iz sekcije za sintezu amonijaka

Iz otpadnog plina potrebno u što većoj količini ukloniti NH<sub>3</sub> zbog toga jer to znatno doprinosi smanjenju štetnih emisija NO<sub>x</sub> iz dimnih plinova

Amonijak se iz otpadnog plina izdvaja pranjem s vodom, zatim se od vode izdvaja destilacijom te se ponovo vraća u proces

## IV. izvor: nekontinuirane emisije

NO<sub>x</sub>: 10-20 kg h<sup>-1</sup>

# Emisije u vode

## I. izvor: kondenzat nakon nisko-temperaturne sekcije

- Procesni plin nakon nisko-temperaturne sekcije sadrži  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$  i vodene pare u suvišku koju je potrebno kondenzirati

**KONDENZAT:** ako ga se ne tretira može sadržavati  $1 \text{ kg } NH_3 / m^3$  i  $1 \text{ kg metanola} / m^3$

- rekuperacija stripiranjem i recirkulacija u proces gdje se može upotrijebiti kao kotlovska voda

## II. izvor: voda za pranje otpadnog plina

- količina amonijaka ovisi o uspješnosti procesa destilacije kojim dolazi do separacije vode i amonijaka

# Kruti otpad

## Izvori: potrošeni katalizator i molekularna sita

- BAT proces proizvodnje amonijaka ne stvara kruti otpad jer se navedeni izvori izdvoje iz procesa, a vrijedni se metali rekuperiraju



## Praćenje i kontrola štetnih emisija u zrak

Praćenje je nužno za:

**Emisije NO<sub>x</sub>** – u dimnom plinu

**Emisije SO<sub>2</sub>** – u dimnom plinu

Praćenje nije potrebno za:

**Emisije CO<sub>2</sub>**

**Emisije CO**

- nekontinuirane emisije je teško pratiti

Učestalost kontrole: **1 mjesečno**

Analitičke metode kontrole:

Za emisije NO<sub>x</sub> – Fotometrija

Za emisije SO<sub>2</sub> – IR spektrometrija

## Praćenje i kontrola štetnih emisija u vode

- Praćenje nije potrebno ako postoji recirkulacija kondenzata u proces

- Ako nema recirkulacije kondenzata, potrebno je mjeriti količinu amonijaka i metanola u ispusnim vodama (spektrofotometrija)

## Granične vrijednosti štetnih emisija (GVE) koje je moguće postići na novim postrojenjima za sintezu NH<sub>3</sub>:

<b>Emisije u zrak</b>	
NO <sub>x</sub> (kao NO <sub>2</sub> )	75 ppm / 0.45 kg / t proizvoda
SO <sub>2</sub>	ovisno o gorivu
<b>Emisije u vode</b>	
NH <sub>3</sub> ili NH <sub>4</sub> (kao N)	0.1 kg / t proizvoda
<b>Kruti otpad</b>	
Potrošeni katalizator	< 0.2 kg / t proizvoda
<b>Potrošnja energije</b>	
	29.3 GJ / t proizvoda

## Granične vrijednosti štetnih emisija (GVE) koje je moguće postići na postojećim postrojenjima za sintezu NH<sub>3</sub>:

<b>Emisije u zrak</b>	
NO <sub>x</sub> (kao NO <sub>2</sub> )	150 ppm / 0.9 kg / t proizvoda
SO <sub>2</sub>	ovisno o gorivu
<b>Emisije u vode</b>	
NH <sub>3</sub> ili NH <sub>4</sub> (kao N)	0.1 kg / t proizvoda
<b>Kruti otpad</b>	
Potrošeni katalizator	< 0.2 kg / t proizvoda
<b>Potrošnja energije</b>	
	31.5 GJ / t proizvoda



## Welcome to the European IPPC Bureau (EIPPCB)



### 10 years in helping to protect the European environment

The European IPPC Bureau is an action of the Sustainable Production and Consumption Unit of the **Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)**. The IPTS is one of the seven scientific institutes of the **European Commission's Joint Research Centre (JRC)**.

The European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Bureau was set up to organise an exchange of information between Member States and industry on Best Available Techniques (BAT), associated monitoring and developments in them.

The European IPPC Bureau is an output oriented team which produces reference documents on Best Available Techniques, called BREFs. BREFs are the main reference documents used by competent authorities in Member States when issuing operating permits for the installations that represent a significant pollution potential in Europe. There are about 50000 of these installations in Europe.

In the international context, the European information exchange on best available techniques is considered to be an EU contribution to the global process initiated in 2002 at the World Summit on Sustainable Development so that non-EU countries can also reap the benefits of this ambitious work.

#### Latest News

The review of the Reference Documents on General Principles of Monitoring (MON) and Large Volume Organic Chemical Industry (LVOC) has started.







## Reference documents














You can find here an alphabetical list of the full series of reference documents that the European IPPC Bureau works on. For each document you will find:
















- the latest reference document (BREF) itself. In short, each document generally gives information on a specific industrial/agricultural sector in the EU, techniques and processes used in this sector, current emission and consumption levels, techniques to consider in the determination of BAT, the best available techniques (BAT) and some emerging techniques
- the list of Technical Working Group members and their contact details
- the list of references (background material) quoted in the BREFs
- links to webpages containing translations of the BREFs into languages other than English
- links to webpages containing relevant legislation/standards
- additional technical information.

Translations of complete reference documents and/or Executive Summaries are available [here](#).

Reference document	Adopted document	Current draft	Meeting report	Review start
 <b>Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries</b>	<b>BREF (12.2001)</b>	<b>FD (05.2009)</b>	<b>MR (09.2005)</b>	
 <b>Ceramic Manufacturing Industry</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
 <b>Chlor-Alkali Manufacturing Industry</b>	<b>BREF (12.2001)</b>		<b>MR (09.2009)</b>	<b>2009</b>
 <b>Common Waste Water and Waste Gas</b>	<b>BREF (08.2007)</b>	<b>FD (05.2009)</b>	<b>MR (09.2005)</b>	

Translations of complete reference documents and/or Executive Summaries are available [here](#).

Reference document	Adopted document	Current draft	Meeting report	Review start
 <b>Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries</b>	<b>BREF (12.2001)</b>	<b>FD (05.2009)</b>	<b>MR (09.2005)</b>	
 <b>Ceramic Manufacturing Industry</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
 <b>Chlor-Alkali Manufacturing Industry</b>	<b>BREF (12.2001)</b>		<b>MR (09.2009)</b>	<b>2009</b>
 <b>Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector</b>	<b>BREF (02.2003)</b>	<b>D1 (10.2009)</b>	<b>MR (06.2008)</b>	
 <b>Economics and Cross-Media Effects</b>	<b>BREF (07.2006)</b>			
 <b>Emissions from Storage</b>	<b>BREF (07.2006)</b>			
 <b>Energy Efficiency</b>	<b>BREF (02.2009)</b>			
 <b>Ferrous Metals Processing Industry</b>	<b>BREF (12.2001)</b>			
 <b>Food, Drink and Milk Industries</b>	<b>BREF (08.2006)</b>			
 <b>General Principles of Monitoring</b>	<b>BREF (07.2003)</b>			<b>2010</b>
 <b>Glass Manufacturing Industry</b>	<b>BREF (12.2001)</b>	<b>D2 (07.2009)</b>	<b>MR (01.2007)</b>	
 <b>Industrial Cooling Systems</b>	<b>BREF (12.2001)</b>			<b>2010</b>
 <b>Intensive Rearing of Poultry and Pigs</b>	<b>BREF (07.2003)</b>		<b>MR (10.2009)</b>	
 <b>Large Combustion Plants</b>	<b>BREF (07.2006)</b>			<b>2010</b>

	<b>Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilisers Industries</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
	<b>Large Volume Inorganic Chemicals – Solids and Others Industry</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
	<b>Large Volume Organic Chemical Industry</b>	<b>BREF (02.2003)</b>			
	<b>Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities</b>	<b>BREF (01.2009)</b>			
	<b>Manufacture of Organic Fine Chemicals</b>	<b>BREF (08.2006)</b>			
	<b>Mineral Oil and Gas Refineries</b>	<b>BREF (02.2003)</b>		<b>MR (09.2008)</b>	
	<b>Non-Ferrous Metals Industries</b>	<b>BREF (12.2001)</b>	<b>D2 (07.2009)</b>	<b>MR (09.2007)</b>	
	<b>Production of Iron and Steel</b>	<b>BREF (12.2001)</b>	<b>D2 (07.2009)</b>	<b>MR (09.2006)</b>	
	<b>Production of Polymers</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
	<b>Production of Speciality Inorganic Chemicals</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
	<b>Pulp and Paper Industry</b>	<b>BREF (12.2001)</b>		<b>MR (11.2006)</b>	
	<b>Slaughterhouses and Animals By-products Industries</b>	<b>BREF (05.2005)</b>			<b>2011</b>
	<b>Smitheries and Foundries Industry</b>	<b>BREF (05.2005)</b>			<b>2011</b>
	<b>Surface Treatment of Metals and Plastics</b>	<b>BREF (08.2006)</b>			
	<b>Surface Treatment Using Organic Solvents</b>	<b>BREF (08.2007)</b>			
	<b>Tanning of Hides and Skins</b>	<b>BREF (02.2003)</b>	<b>D1 (02.2009)</b>	<b>MR (10.2007)</b>	



**Tanning of Hides and Skins**



**Textiles Industry**



**Waste Incineration**



**Waste Treatments Industries**

<b>BREF (02.2003)</b>	<b>D1 (02.2009)</b>	<b>MR (10.2007)</b>	
<b>BREF (07.2003)</b>			<b>2010</b>
<b>BREF (08.2006)</b>			
<b>BREF (08.2006)</b>			<b>2010</b>



**BREF**, indicates that a **document has been formally adopted** by the European Commission.



**Final**, indicates that a document has been finalised and put into Inter-Service Consultation before being adopted by the Commission.



**FD**, indicates that a final draft document dated as shown has been presented to DG Environment and the Information Exchange Forum.



**D1/D2/D3**, indicates the latest draft which is available.



Indicates that work has started but a draft is not yet available.



Indicates work is planned to commence in the year shown but has not yet started.



## IEF Documents

In this section, you can find important documents that have been discussed and approved by the Information Exchange Forum (IEF) in order to guide the elaboration and review of reference documents.

- **BREF Outline and Guide** provides an agreed basis for the work of the European IPPC Bureau and the TWGs
- **Standard texts for BREFs** contain pieces of standard texts used in various parts of the BREFs
- **Generic schedule for the reviews of BREFs** presents the main steps that a TWG has to follow in order to review a BREF
- **Strategy to review the chemical BREFs** presents the main elements to take into consideration to review the first series of chemical BREFs
- **IEF 20-4 Guidance document** on improving the collection and submission of data for the review of the BREFs
- **IEF 19-6 Participation of 'equipment suppliers' in the 'Sevilla Process'**







## FAQs



- **Which BREF refers specifically to my product(s)?**
- **Can I obtain specific information regarding installations, processes, or certain types of techniques applied?**
- **Which are the relevant BAT for my installation/process?**
- **What is the IPPC Directive?**
- **Implementation of IPPC in my Member State, e.g. permits, emission limit values, IPPC national legislation, etc., where can I ask?**
- **What is the interaction between the IPPC Directive and other European Commission Directives?**
- **Do you have the national environmental legislation of my Member State?**
- **European (environmental) legislation, what is it?**
- **Can I get a BREF in a language other than English?**
- **Translation of a BREF document (or a part of it), can you help me?**
- **Who holds the copyright for BREF documents?**
- **Can the EIPPCB send me BREF documents by e-mail?**
- **How and from where could I download a BREF document?**

### Which BREF refers specifically to my product(s)?

Please enter your request into the search engine of this website and the system will make a complete search through the entire series of BREF documents. You will then be advised which document(s) refers to your request and from there you can carry out further investigations. Please remember, most BREFs are elaborated specifically for one industrial sector and these are known as 'vertical BREFs'; however, there are a few horizontal BREFs to which you may also be referred.

### Can I obtain specific information regarding installations, processes, or certain types of techniques applied?

Please enter your request into the search engine of this website and the system will make a complete search through the entire series of BREF documents. You will then be advised which document(s) refers to your request and from there you can carry out further investigations. Please