

ODBORNÉ VZDĚLÁVÁNÍ ÚŘEDNÍKŮ  
PRO VÝKON STÁTNÍ SPRÁVY  
OCHRANY OVZDUŠÍ V ČESKÉ REPUBLICE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

# Tematický blok 2

## Zdroje znečišťování ovzduší

### Chemický průmysl

Ing. Miroslav Richter, Ph.D., EUR ING  
[miroslav.richter@ujep.cz](mailto:miroslav.richter@ujep.cz)



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

# Chemický průmysl

## Osnova bloku – základní odvětví výroby:

1. Minerální kyseliny – suroviny, vývoj technologií výroby
2. **Průmyslová hnojiva – základní členění a technologie výroby**
3. Soda a potaš – suroviny a vývoj výrobních technologií
4. Chlór a hydroxidy alkalických kovů – výrobní technologie
5. Anorganické pigmenty na bázi Ba, Zn, Ti a Fe
6. Sklo a keramika – suroviny, výrobní postupy, základní výrobky
7. Těžba ropy a zemního plynu, jejich zpracování
8. Motorová paliva a maziva
9. Polymery a polykondenzáty
10. Přírodní a syntetická vlákna
11. Jedlé oleje a tuky, bionafta

# Výroba průmyslových hnojiv

## Jednosložková dle zastoupení základních živin:

- Dusíkatá
- Fosforečná
- Draselná

## Složená:

- Směsná
- Kombinovaná
- Se stopovými prvky

## Dle skupenství jsou rozlišována průmyslová hnojiva:

- tuhá,
- kapalná + hydroponické roztoky .



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## **Z důvodů technických, technologických a ekonomických se vždy jedná o výroby s:**

- **kontinuálním provozem,**
- **kapacitou několika set až tisíc tun výrobku za den,**
- **automatizovaným řízením technologie počítači.**

**Splnění výše uvedených zásad u klasických chemických výroby je velmi významné ve srovnání s jinými výrobními technologiemi.**



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

# Problémy pracovního a životního prostředí při výrobě průmyslových hnojiv

- **Doprava a manipulace s velkými objemy sypkých a prašných materiálů**
- **Zpracovávání silných minerálních kyselin**
- **Práce s plyným a kapalným čpavkem**
- **Vznik kyselých a alkalických emisí plyných a kapalných – rizika ohrožení atmosféry a vod**
- **Velké spotřeby energií všech druhů**
- **Silné korozivní a abrazivní účinky zpracovávaných materiálů způsobující extrémní nároky na materiálové provedení technologického zařízení a všech konstrukcí**
- **Práce s horkými roztoky a taveninami**
- **Velký počet vyhrazených technických zařízení plynových, elektrických, zdvihacích a tlakových**

# VÝROBA DUSÍKATÝCH HNOJIV

Jako dusíkatá průmyslová hnojiva jsou obvykle užívány následující sloučeniny:

- $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (LAV, LAD, LAM),
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (LV),
- $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (močovina)
- DAM 390
- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

## Dusičnan amonný

- Ve světě produkován v množství kolem 20 mil. t ročně, v ČR cca 150 tis. t/rok.
- Použití nachází především jako dusíkaté hnojivo, které kryje přibližně 25% světové spotřeby dusíku.
- **Je používán při výrobě průmyslových trhavin.**

$\text{NH}_4\text{NO}_3$  je bílá krystalická látka, která je hygroskopická.

Tuhá fáze se může vyskytovat v pěti strukturních modifikacích stálých v různých teplotních intervalech.

Ve vodě je  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  velmi dobře rozpustný.

50 až 70% vodný roztok  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  absorbuje amoniak a je používán k vypírání  $\text{NH}_3$  z plynů.



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Vlastnosti dusičnanu amonného s ohledem na BP

Za normálních podmínek je tuhý  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  stálý, podléhá však termickému rozkladu, jehož mechanismus je závislý na teplotě. Při  $200^\circ\text{C}$  probíhá rozklad podle rovnice:



zatímco nad  $230^\circ\text{C}$  podle rovnice:



Při detonaci je rozkladná reakce:



Rozklad je katalyzován  $\text{H}_3\text{O}^+$  ionty, chloridy a těžkými kovy.

**Jedná se o silné oxidační činidlo!**



# Výroba $\text{NH}_4\text{NO}_3$

## Hlavní výrobní operace:

- neutralizace,
- odpařování,
- mísení,
- granulace,
- sušení,
- chlazení,
- třídění,
- povrchová úprava



evropský  
sociální  
fond v ČR



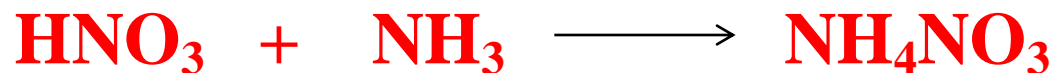
EVROPSKÁ UNIE



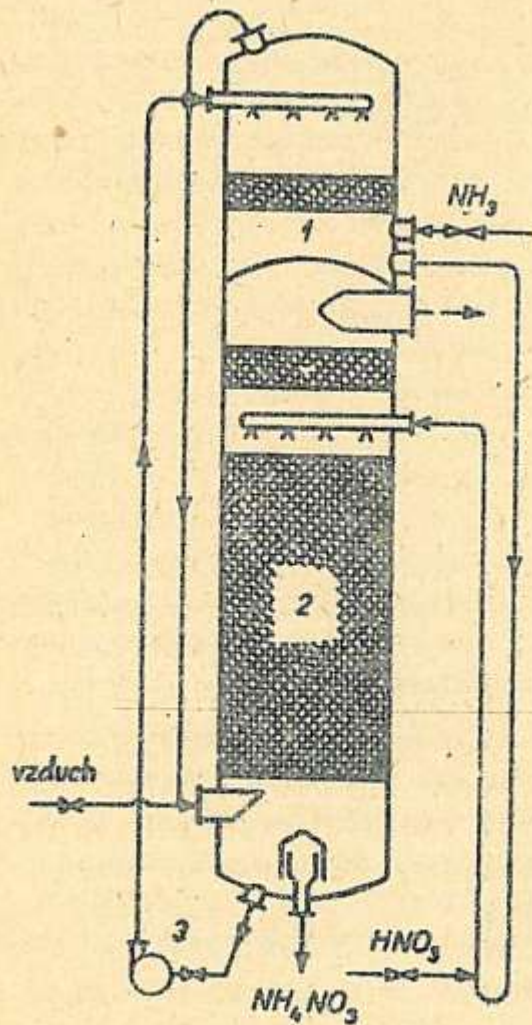
OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

# Neutralizace

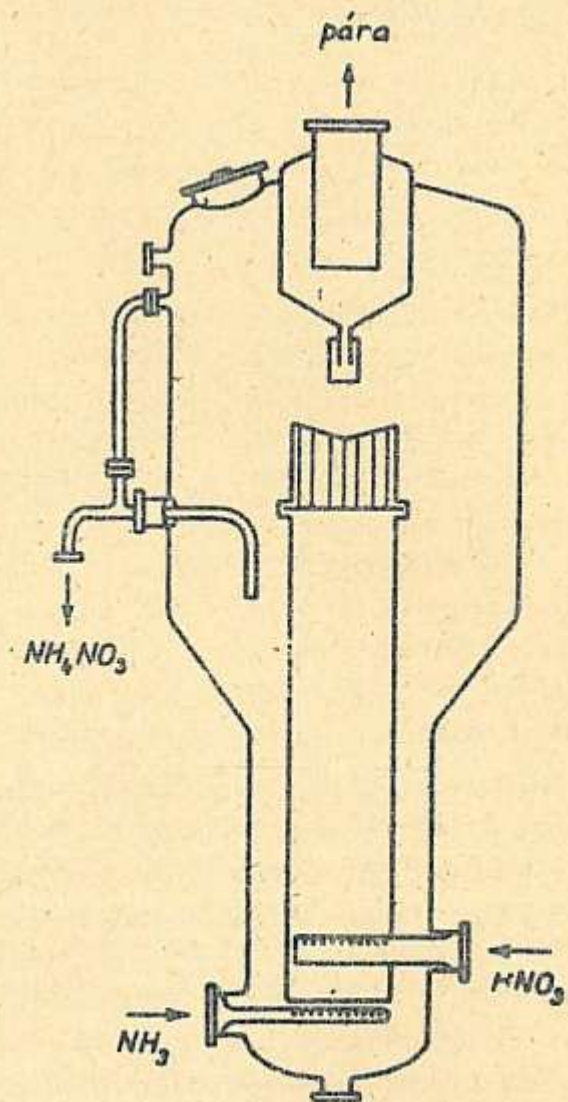


- $\text{NH}_4\text{NO}_3$  se vyrábí neutralizací 55 až 70%  $\text{HNO}_3$  plynným amoniakem.
- **Přednostně je využívána tlaková neutralizace!**
- Neutralizace je silně exotermní.
- Neutralizační teplo je využíváno k odpaření vody z reakční směsi.
- Koncentrace roztoku (taveniny) na výstupu z neutralizace je 95 až 97 %.

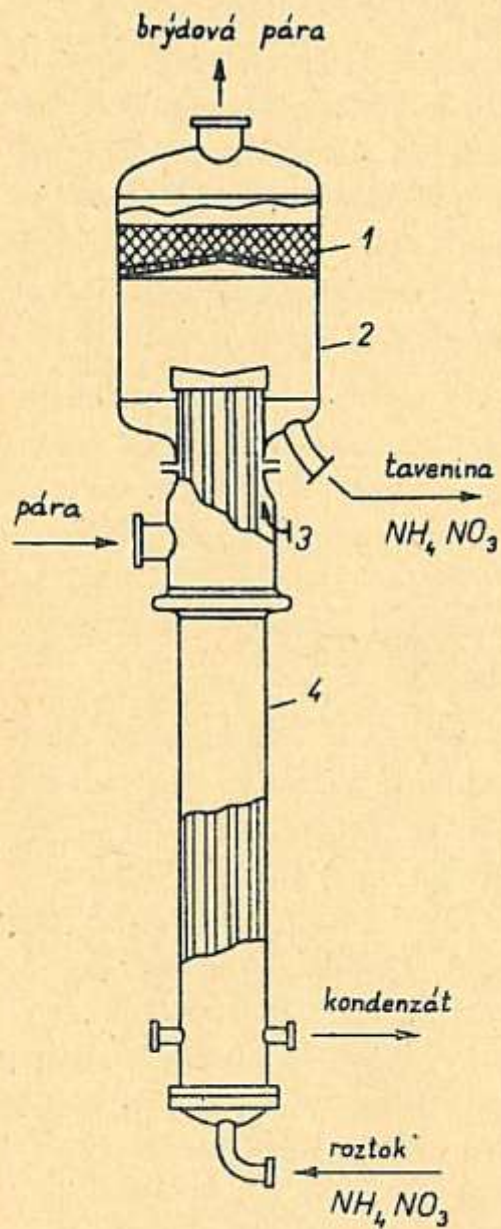


Obr. 15. Schema neutralisátoru podle Hobblera.

1-saturátor; 2-škrubř; 3-čerpadlo; 4-výstup vzduchu.



Obr. 16. Schema neutralisátoru s přirezovou cirkulací. (System S.B.A.)



Obr. 18. Vertikální odparka  
 1-lapač kapek; 2-separátor;  
 3-odvzdušňovač; 4-trubkový vý

## Mísení - snížení koncentrace dusíku (potlačení výbušnosti), - přídavek dalšího biogenního prvku (Ca, Mg)

Realizováno v nádobě s vrtulovým míchadlem vytápěné sytou párou s kontinuálním dávkováním plniva:

- $\text{CaCO}_3$  - vápenec - LAV
- $\text{MgCO}_3$  - magnezit - LAM
- $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  - dolomit - LAD

**Koncentrace dusíku v průmyslově vyráběných ledcích pro výživu rostlin se pohybuje mezi 26 - 28 % Nc.**

# Granulace - krystalizace

- žlabový granulátor jedno- nebo dvouvřetenový,
- stříkání ve věži - priling
- bubnový granulátor,
- na chlazeném válci,
- granulace do oleje,
- talířový granulátor,



evropský  
sociální  
fondy ČR

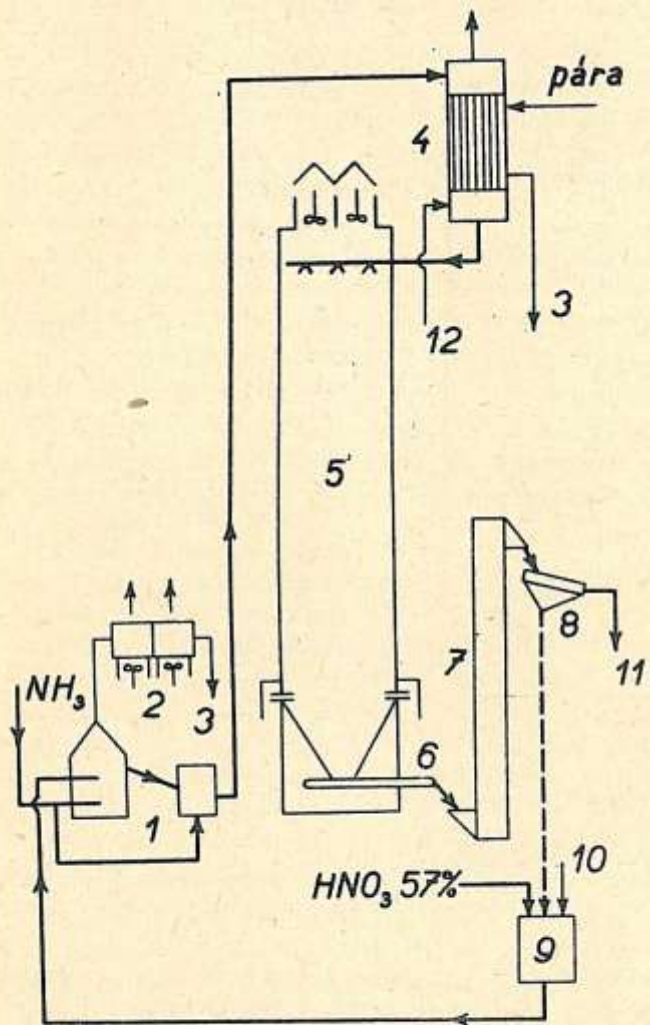


EVROPSKÁ UNIE



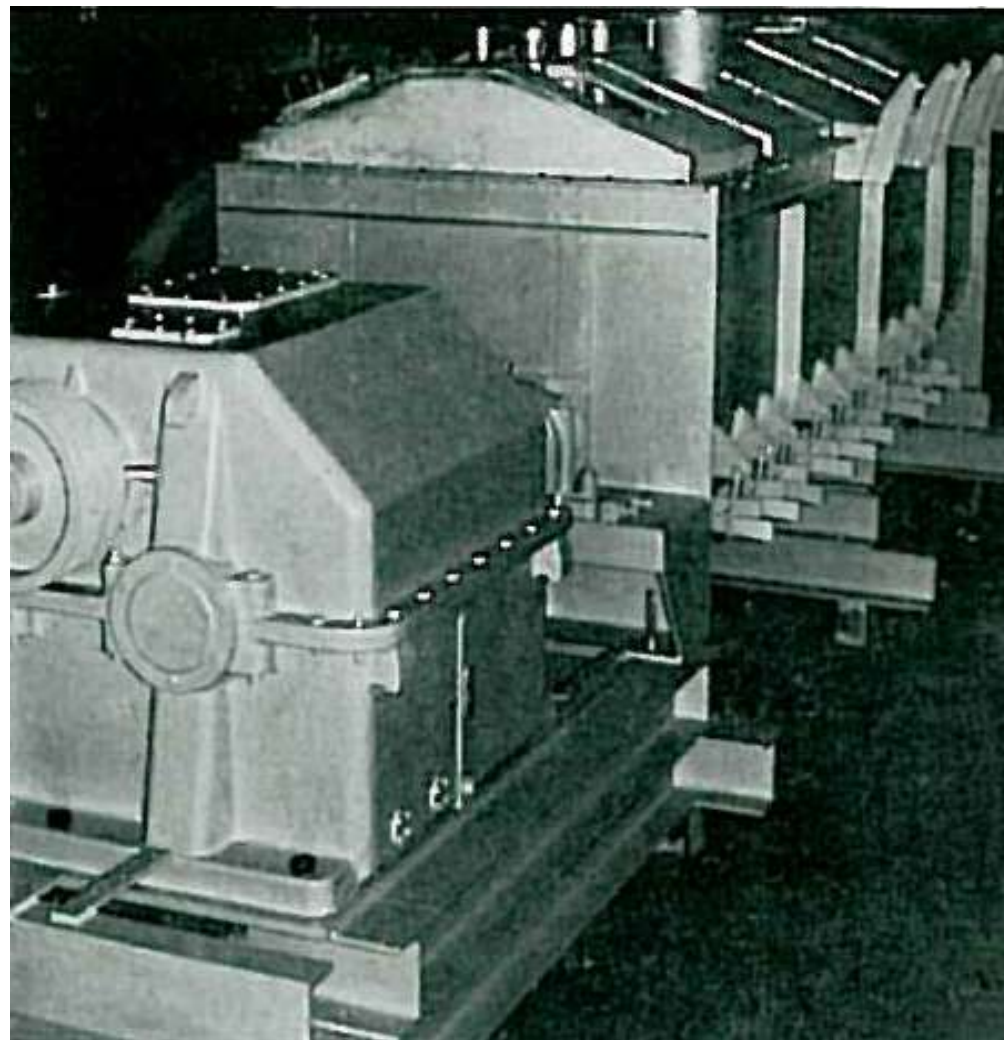
OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)



Obr. 20. Schema výroby dusičnanu amonného (ICI).

1-neutralisátor; 2-vzdušný chladič; 3-odvod kondenzátů; 4-odpary; 5-granulační věž; 6-pásový dopravník; 7-elevátor; 8-síťový tříděč; 9-mísicí nádrž; 10-přívod příměsí; 11-odvod produktu; 12-přívod ohřátého vzduchu.



# Povrchová úprava

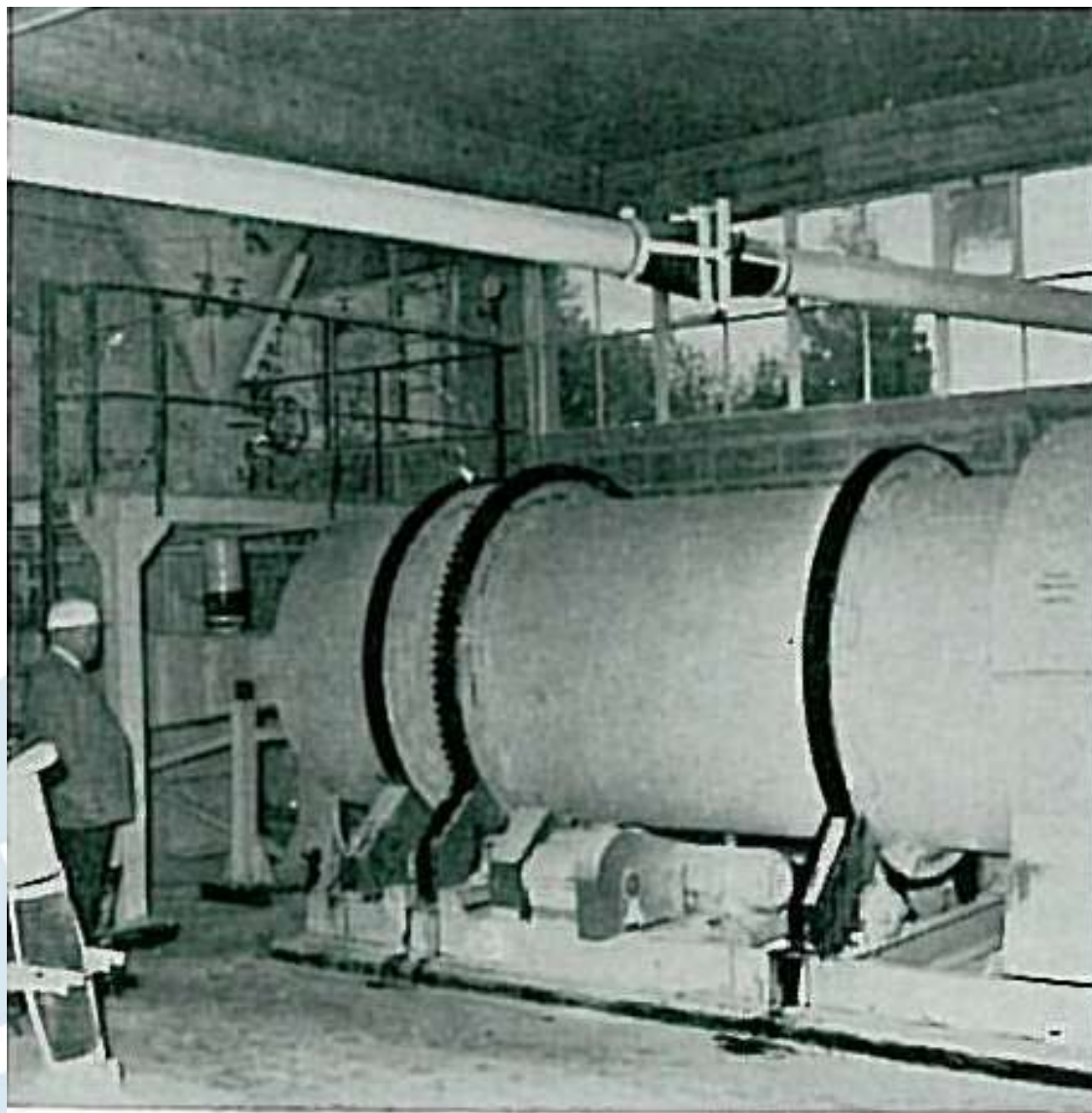
**Povrchová úprava zabraňuje spékání materiálu, je prováděna zpravidla v rotačních bubnech.**

**Nejúčinnější je povrchová protispékavá úprava kombinovaná:**

- **Postřík** - vosky, oleje, organické aminy
- **Pudrování** - kaolin,  
- mastek



## Buben pro povrchovou úpravu průmyslových hnojiv



esf

evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

Tab. 31. Kapalná dusíkatá hnojiva používaná v USA

NH <sub>3</sub> (volný)	Složení, hmot. %			obsah dusíku	absolut. tlak při 40°C, at	teplota počátku krystalisace °C
	NH <sub>4</sub> ·NO <sub>3</sub>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O			
Na základě dusičnanu amonného						
26,3	55,5	-	18,2	41,0	2,12	-31,7
22,2	65,0	-	12,8	41,0	1,7	- 6,1
16,6	66,8	-	16,6	37,0	1,07	+ 8,9
-	57,3	-	42,7	20,0	1,0	+ 5,56
-	45,7	-	54,3	16,0	1,0	-11,7
Na základě dusičnanu amonného a močoviny						
19,0	58,0	11,0	12,0	41,0	1,7	-13,9
-	44,3	35,4	20,3	32,0	1,0	0
-	39,5	30,5	30,0	28,0	1,0	-17,2
Bezvodý čpavek						
100,0	-	-	-	82,2	15,8	-77,7
Čpavková voda						
24,3	-	-	75,7	20,0	1,0	-56,6
30,0	-	-	70,0	24,7	1,8	-80

**ČR: DAM 390**

**V ČR je vyráběn DAM 390**



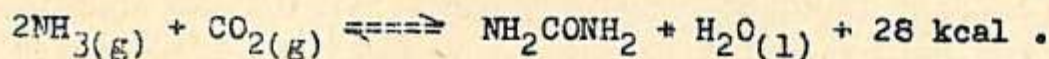
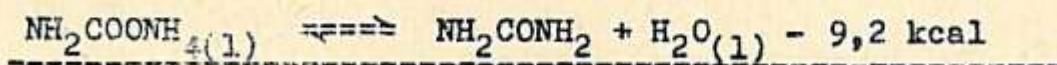
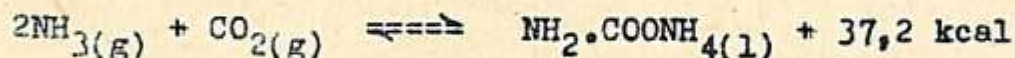
OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

### 8.1.8.1. Synthesa močoviny z amoniaku a kysličníku uhličitého

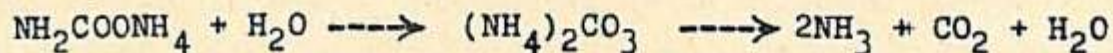
Reakce mezi amoniakem a kysličníkem uhličitým, vedoucí ke vzniku močoviny, byla objevena Bassarovem již r. 1868. Průmyslově však byla realizována teprve v r. 1920 společností I.G. Farbenindustrie v Oppau. Bylo to krátce potom, co byla Haberem zvládnuta tlakový syntéza čpavku. Tím byl získán nejen poměrně laciný čpavek, ale cenné zkušenosti s prací za vyšších tlaků.

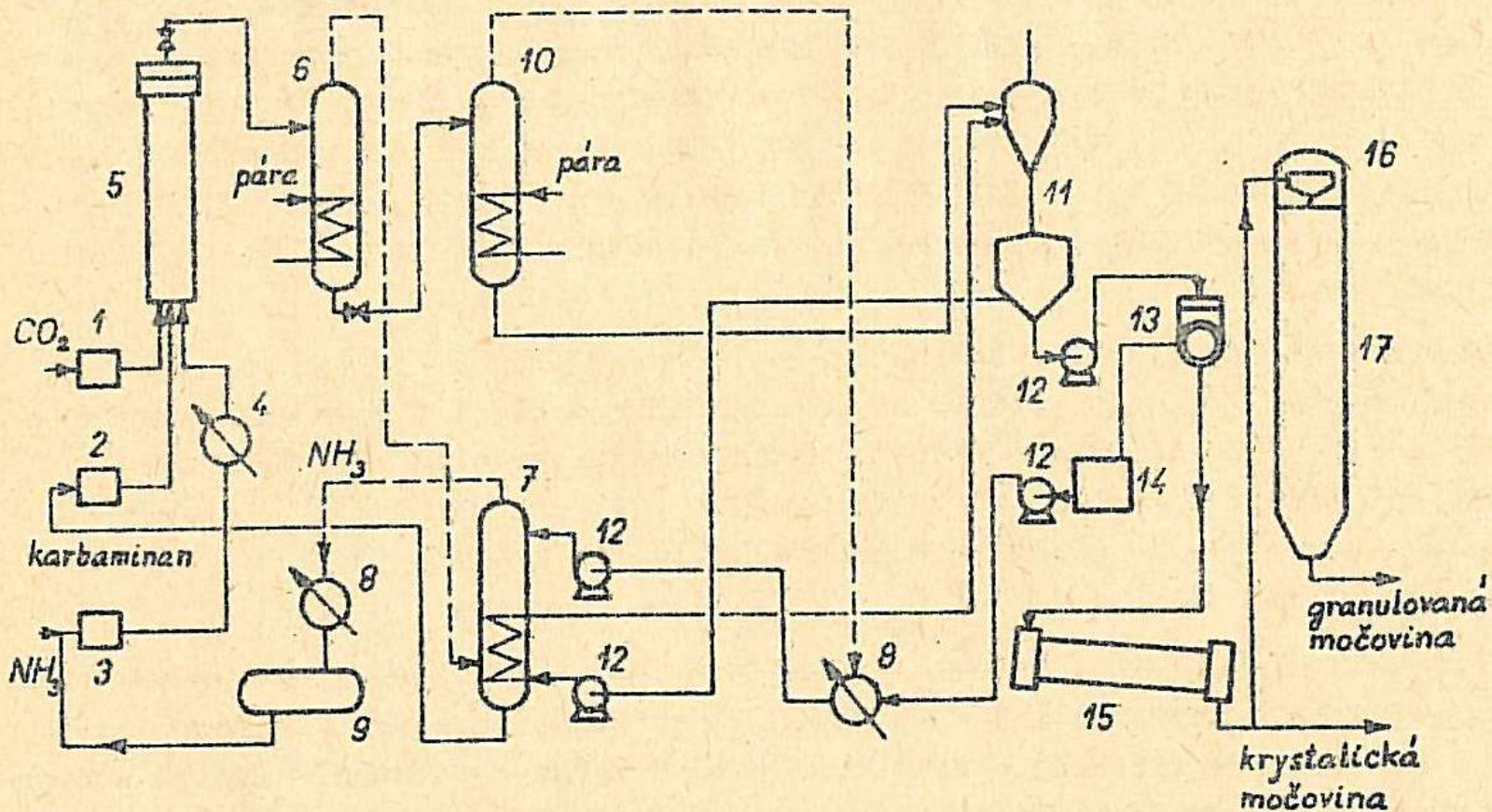
Z příčin, o nichž bude dále pojednáno, se vede syntéza močoviny za vyšší teploty a tlaku, kdy dochází ke vzniku dvou fází: plynné ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) a kapalné, která se skládá z roztavených solí (karbaminan amonný, močovina) a vody. Reakce, vedoucí ke vzniku močoviny, je tak možno vyjádřit následujícími rovnicemi:



Při vzniku karbaminanu dochází k vývoji tepla, zatím co jeho dehydratace je endotermická. V celku je však proces extermický a uvolněného tepla je možno využítí.

Kromě těchto hlavních reakcí probíhají i některé vedlejší, které snižují výtěžky: hydrolysa karbaminanu amonného





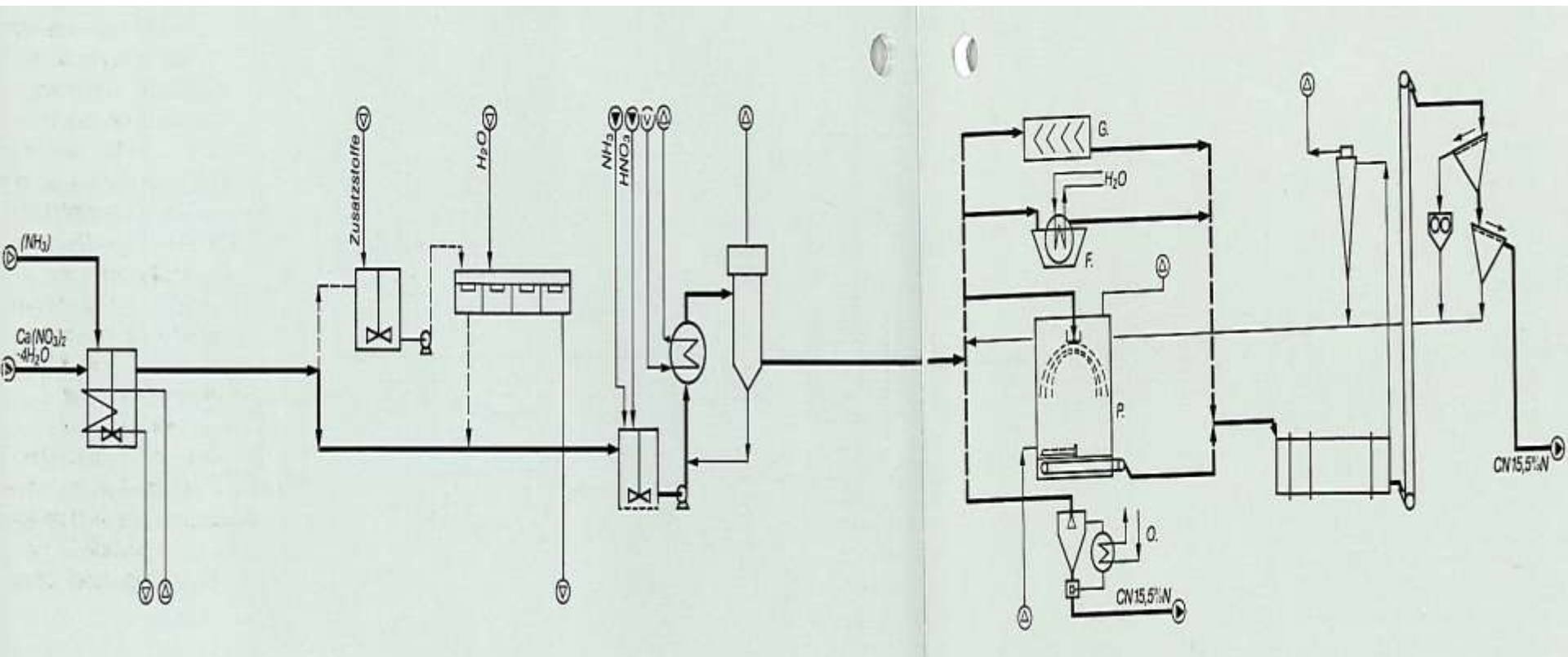
Obr. 35. Výroba močoviny s úplnou recirkulací (proces Toyo-Koatsu)

1-kompresor; 2-vysokotlaké čerpadlo recycku; 4-předehříváč čpavku;  
 5-reaktor; 6-vysokotlaká rozkladná kolona; 7-vysokotlaký absorbér;  
 8-kondenzátory; 9-zásobník; 10-nízkotlaká rozkladná kolona; 11-vakuový  
 krystalisátor; 12-čerpadlo; 13-odstředivka; 14-zásobník matečného roz-  
 toku; 15-sušárna; 16-tavící zařízení; 17-granulační věž.

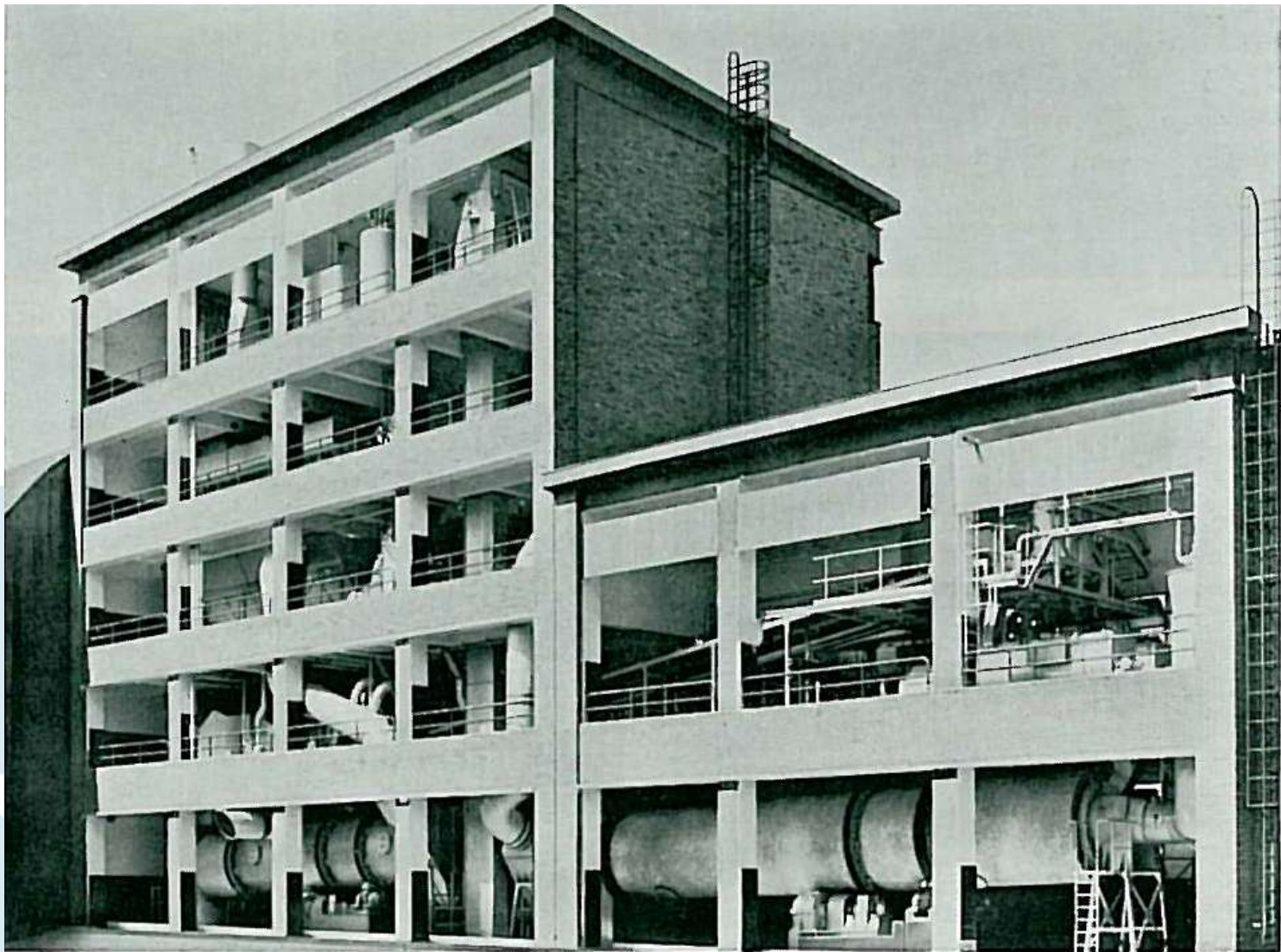
# Ledek vápenatý je v ČR vyráběn LOVOCHEMII, a.s. Lovosice

Výchozí suroviny:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$   
vápenec,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_3$



# Objekt výroby průmyslových hnojiv



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Síran amonný

Síran amonný nachází použití především jako hnojivo zejména pro rýži, čaj a gumovníky. Jeho význam jako hnojiva však neustále klesá a dnes představuje jen kolem 6% celkové spotřeby dusíku pro hnojení. V průmyslu je síran amonný používán k výrobě peroxosíranů, do protihořlavých přípravků, hasicích prášků, v textilním a sklářském průmyslu. Spotřeby síranu amonného se pohybuje kolem 4 mil.t/rok.

### Síran amonný se vyrábí:

- neutralizací kyseliny sírové amoniakem
- reakcí sádry s amoniakem a  $\text{CO}_2$  ve vodné suspenzi.

Při neutralizaci kyseliny sírové amoniakem se uvolní tolik tepla, že při použití kyseliny o koncentraci nejméně 70% se veškerá voda z reakční směsi tímto teplem odpaří. Reakce je vedena v tzv. saturátorech. Odpařováním vody v saturátoru vznikají krystaly síranu, které sedimentují ke dnu odkud jsou odtahovány jako krystalová suspenze na odstředivku. Matečný roztok z odstředivky je vracen do saturátoru.

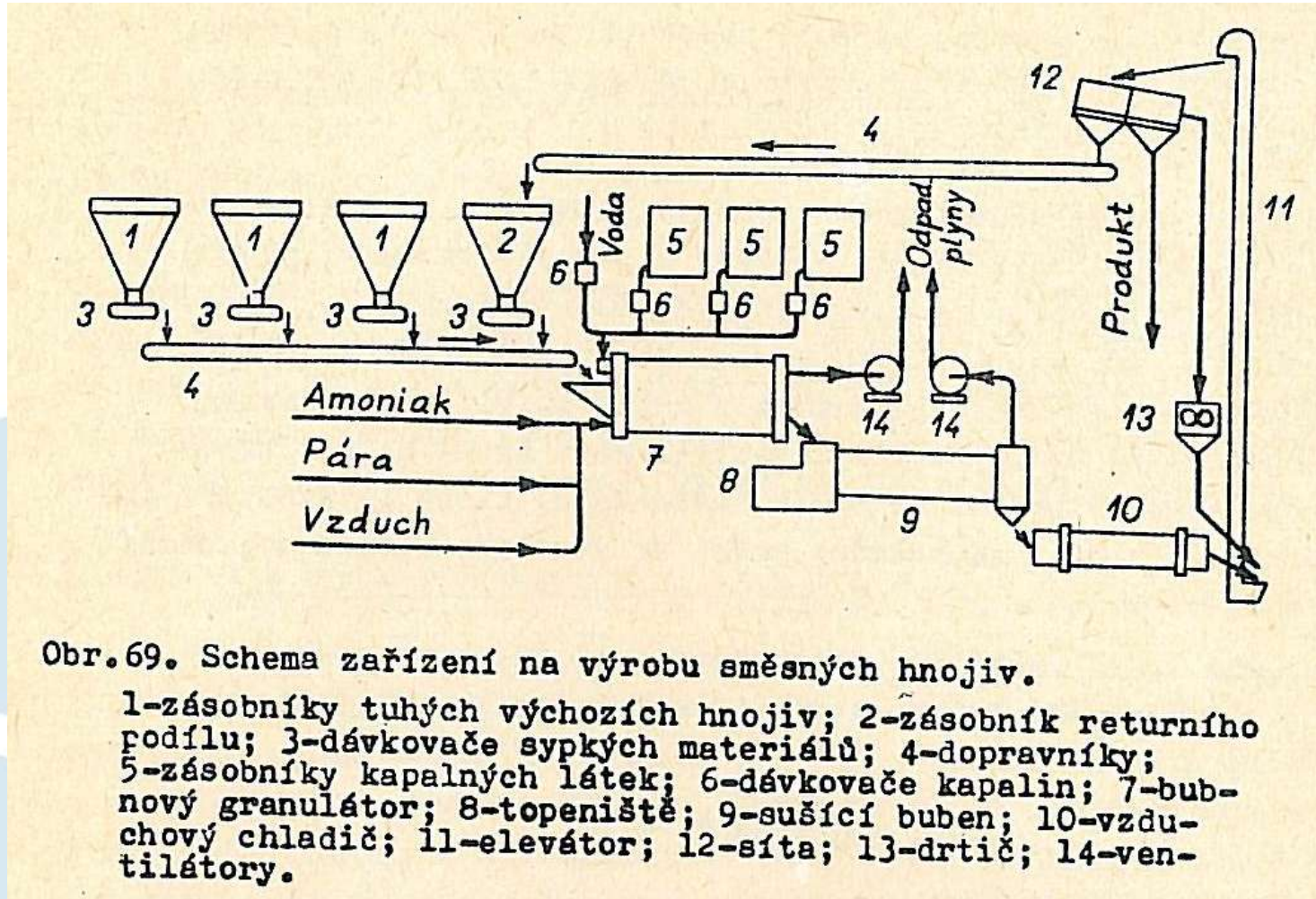
# Vícesložková průmyslová hnojiva typu NP, PK, NK a NPK

Z hlediska zastoupení základních biogenních prvků jsou rozeznávána průmyslová hnojiva:

- **jednosložková** - obsahují pouze jeden ze základních biogenních prvků (živin), t.j. dusík, fosfor nebo draslík,
- **vícesložková** - dvojitá (obsahující dva z uvedených prvků) nebo plná obsahující všechny tři základní biogenní prvky.



# Vícesložková hnojiva směsná



## Fosforečnany amonné

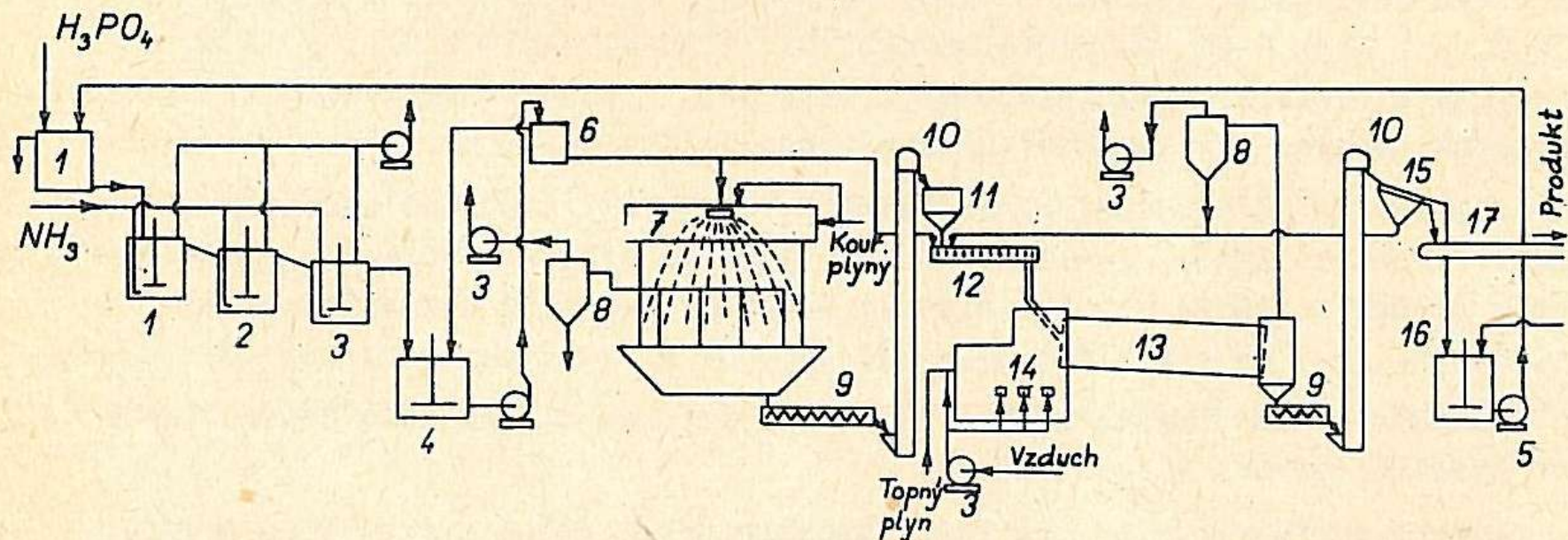
Neutralizací kyseliny fosforečné amoniakem postupně dostaneme dihydrogenfosforečnan amonný (MAF):



hydrogenforforečnan amonný (DAF):



**MAF a DAF jako hnojivo jsou používány buď jako takové v tuhé nebo kapalně formě anebo ve směsi s jinými hnojivy.**



Obr.77. Schema výroby amofosu.

1-zásobník kyseliny fosforečné; 2-neutralizační aparáty; 3-ventilátory; 4-sběrná nádrž; 5-čerpadlo; 6-zásobník roztoku fosforečanů amonných; 7-rozprašovací sušárna; 8-cyklon; 9-šnekový dopravník; 10-elevátor; 11-zásobník; 12-šnekový granulátor; 13-rotační sušárna; 14-spalovací pec; 15-dvousítový třídič; 16-zásobník matečného roztoku; 17-pásový dopravník.

## Při výrobě kombinovaných hnojiv typu NPK jsou výhodné suroviny:

- s vysokou koncentrací základních složek,
- minimem znečišťujících příměsí.

Některé ze složek reakčního systému je nezbytné oddělovat nebo je alespoň vázat do sloučenin nerozpustných ve vodě pro zajištění žádaných kvalitativních znaků, případně je oddělovat z jiných důvodů - v hnojivu jsou balastem a snižují jeho koncentraci, ale mohou být velmi žádané pro možnost dalšího využití - viz dále.



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Suroviny pro výrobu kombinovaných hnojiv

Základními surovinami pro výrobu kombinovaných hnojiv jsou:

- kapalný nebo plynný čpavek,
- kyselina dusičná s koncentrací do 70 %,
- fosfáty nebo kyselina fosforečná,
- chlorid nebo síran draselný.

Dalšími surovinami může být dle zvolené technologie:

- kyselina sírová,
- síran amonný,
- oxid uhličitý,
- dusičnan amonný,
- fosforečnany amonné.



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Základní typy fosfátů

s obecným vzorcem  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$  :

- **fosfority** sedimentárního původu, kde "X" může být iont  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  a hlavně  $\text{CO}_3^{2-}$ ,
- **apatity** vulkanického původu, kde je iont  $\text{Cl}^-$  ve stopovém množství a zpravidla výrazně převažuje obsah iontu  $\text{F}^-$  nad  $\text{CO}_3^{2-}$ .



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

TYPICAL ANALYSIS OF PHALABORWA PHOSPHATE ROCK

CHEMICAL

Constituent

	Palfos 80M	Palfos 86S	Palfos 88S	Palfos 90A	Kola
BPL	80%	86%	88%	90%	86%
P2O5	36,5%	39,5%	40,2%	41,2%	39,4+0,5%
CaO	52,5%	54,0%	54,1%	52,3%	50,4%
MgO	1,5%	0,6%	0,44%	0,59%	0,10%
Fe2O3	0,48%	0,21%	0,16%	0,20%	0,45%
Al2O3	0,12	0,06%	0,06%	0,06%	0,71%
Total SiO2	1,2%	0,6%	0,4%	0,34%	2,04%
F	2,5%	2,6%	2,6%	2,5%	3,0%
Cl	550 ppm	600 ppm	650 ppm	600 ppm	
SO3	0,05%	0,03%	0,03%	0,04%	0,2%
CO2	4,3%	1,8%	0,9%	1,3%	0,4%
Organic Carbon	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	org. l. 0,15%
Acid Insolubles	0,2%	0,10%	0,07%	0,06%	1,97%
REO	0,51%	0,56%	0,58	0,56%	0,8-0,9%
SrO	0,55%	0,53%	0,54%	0,52%	2,41%
Na2O	0,23%	0,20%	0,21%	0,19%	0,90%
K2O	0,06%	0,01%	0,02%	0,02%	0,11%
MnO	160 ppm	160 ppm	168 ppm	182 ppm	0,42%
As2O3	15 ppm	15 ppm	15 ppm	15 ppm	1,2 ppm
Cu	200 ppm	150 ppm	90 ppm	100 ppm	
Ni	20 ppm	20 ppm	18 ppm	19 ppm	0,5 ppm
Zn	10 ppm	6 ppm	6 ppm	6 ppm	20 ppm
Cd	< 2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	< 2 ppm	pod 2 ppm
Bi	2 ppm	2 ppm	2 ppm	2 ppm	
ThO2	150 ppm	100 ppm	110 ppm	105 ppm	1,1%
U3O8	12 ppm	10 ppm	10 ppm	10 ppm	
V2O5	30 ppm	30 ppm	30 ppm	30 ppm	0,01%
PbO	20 ppm	20 ppm	20 ppm	20 ppm	6,0 ppm
Hg	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm	< 0,2 ppm	0,01 ppm
TiO2					0,42%

PHYSICAL

Doplňen  
r. Schz - 71  
Kola 128.8.9



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Apatitové koncentráty Kola a Foskor

*Souběžně s apatitem se v ložiscích vyskytují:*

- hliník v nefelinu -  $\text{NaAlSiO}_4$ ,
- titan v titanitu -  $\text{CaTiOSiO}_4$ , perowskitu -  $\text{CaTiO}_3$ , rutilu -  $\text{TiO}_2$  nebo ilmenitu -  $\text{FeTiO}_3$ ,
- zirkon v badeleiytu -  $\text{ZrO}_2$  nebo zirkonu -  $\text{ZrSiO}_4$ ,
- železo v magnetitu -  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,
- měď v kupritu -  $\text{Cu}_2\text{O}$ .



evropský  
sociální  
fondy v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)





## **Pohled na apatitový lom s úpravnou (JAR)**



evropský  
sociální  
fondy ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)



evropský  
sociální  
fondy ČR

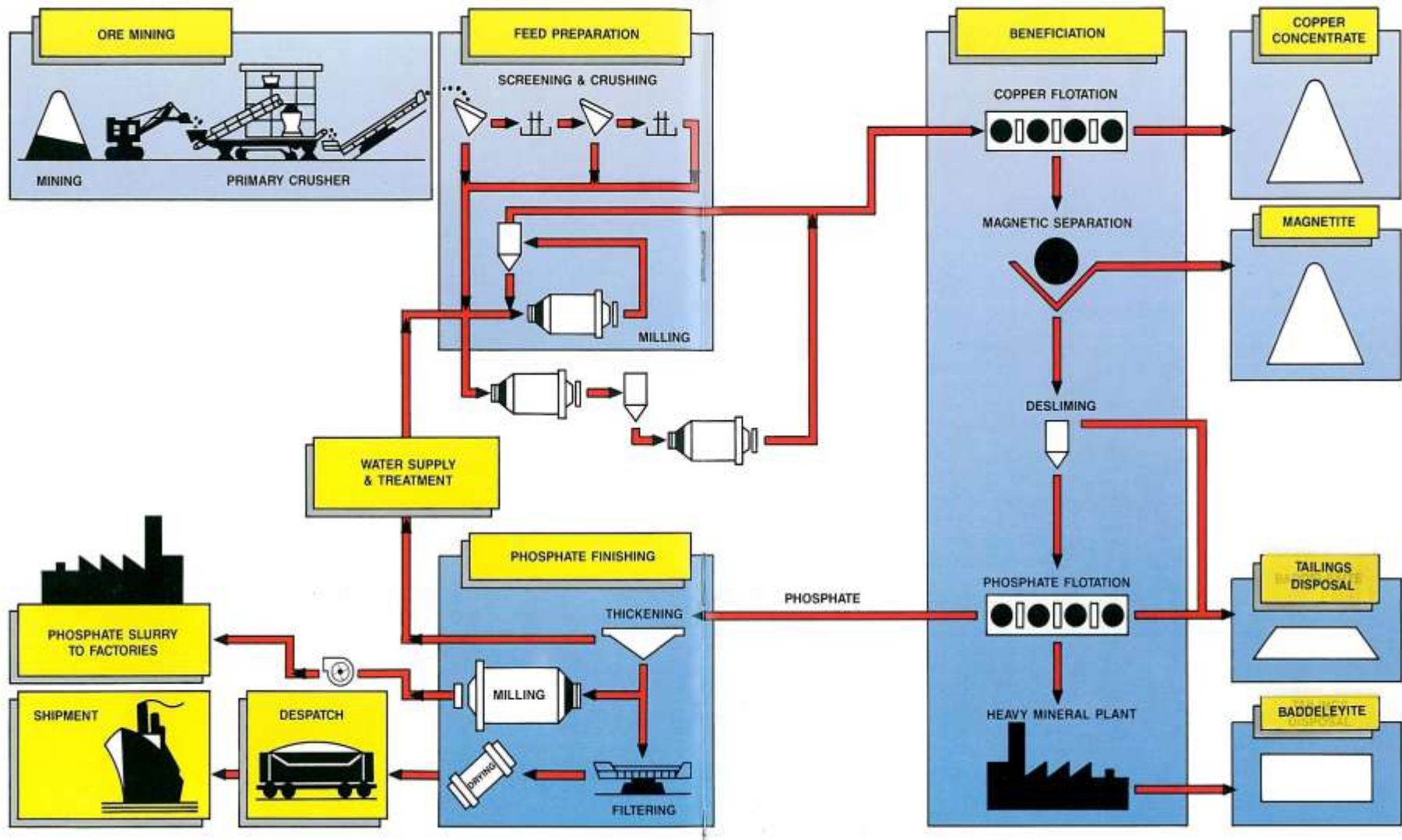


EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)



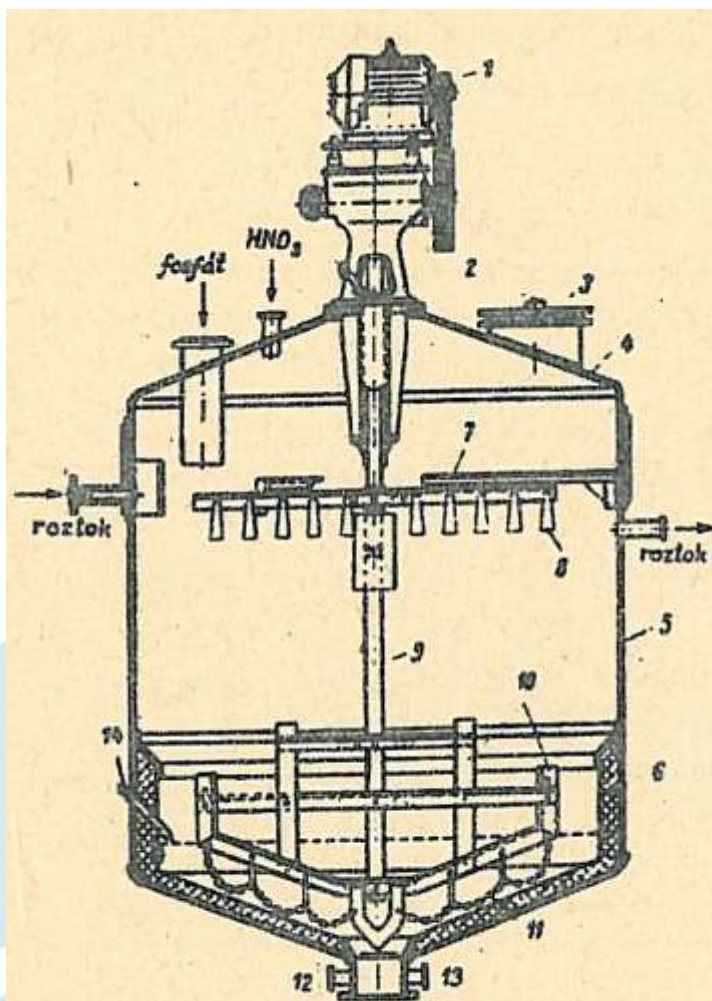
Úpravárenská linka apatitu FOSKOR (JAR)

## Technologie výroby kombinovaných hnojiv

Základní operací je rozklad fosfátů v min. 5%-ním přebytku kyseliny dusičné s koncentrací nad 53,0 % hm.:



Cílem rozkladu je převedení všech složek do roztoku, tzv. rozložené břečky.



Je opatřeno stíracími řetězi, aby nedocházelo k usazování tuhé fáze v konické části reaktoru.

Během rozkladu dochází ke tvorbě pěny, v důsledku vzniku plynných produktů  $\text{CO}_2$ , HF, kysličníků dusíku a vodní páry. Proto v horní části reaktoru je zařízení na její rozrušování.

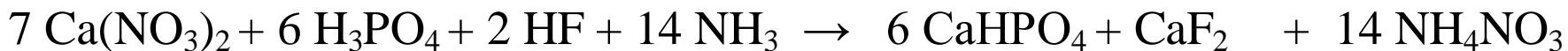
Rozklad fosfátů se rovněž provádí v tzv. U-reaktorech, které budou dále popsány v souvislosti s amoniakalisaací rozkladných břeček (obr. 84). Pro rozklad fosfátu však stačí jednodušší míchadlo. V důsledku toho je možno použít i slabších elektromotorů.

Obr.81. Reaktor k rozkladu fosfátů kyselinou dusičnou.

1-elektromotor; 2-převodový mechanismus;  
 3-průlez a odťah; 4-víko; 5-vlastní reaktor;  
 6-kyselinovzdorná vyzdívka;  
 7-pevný úhelník k rozrušování pěny;  
 8-pohyblivé lopatky k rozrušování pěny;  
 9-hřídel; 10-míchadlo; 11-stírací řetěz;  
 12-profukovací vzduch; 13-odběr vzorků;  
 14-pouzdro na teploměr.

## Úprava poměru mezi P a Ca

Cílem je vázání fosforu ve sloučeninách dobře rozpustných ve vodě nebo slabých minerálních kyselinách. Jen tak je z půdního roztoku přístupný rostlinám.



Ze stechiometrie vyplývá, že se musí odstranit nebo do jiných nerozpustných sloučenin vázat min. 3 moly Ca z původně přítomného fluoridofosforečnanu vápenatého.



evropský  
sociální  
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚŠTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

## Základní technologie výroby NPK:

**NPK-1** - z podchlazené rozložené břechky je po krystalizaci (vymražení) filtrací oddělen tetrahydrát dusičnanu vápenatého – tzv. Odda-proces pocházející od firmy NORSK HYDRO.

**NPK-2** - rozklad je realizován kyselinou dusičnou s přídavkem kyseliny sírové, kdy je přebytečný vápník vázán do dihydrátu síranu vápenatého - sádry -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , která zůstává po neutralizaci čpavkem v hnojivu. Sádra je balastem, který snižuje koncentraci živin v hnojivu.

**Hnojiva typu NPK jsou vyráběna v LOVOCHEMII, a.s. Lovosice a SYNTESII, a.s. Pardubice (cererit).**

**NPK-3** - rozložená břečka je po částečné neutralizaci čpavkem sycena oxidem uhličitým, který váže vápník do uhličitanu vápenatého zůstávajícího v hnojivu. Do vzniklé suspenze je po odpaření dávkován chlorid nebo síran draselný.

**NPK-4A** - po rozkladu v kyselině dusičné je dávkován hydrogensíran amonný, který část vápníku sráží v formě sádry.

**NPK-4B** - po rozkladu v kyselině dusičné je dávkován síran draselný a amonný, které sráží vápník jako sádru.

**NPK-NF** - po rozkladu fosfátu kyselinou dusičnou je do rozložené břečky dávkována kyselina fosforečná snižující koncentraci vápníku - upravující jeho poměr k fosforu.



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)





*Hydro-Porsgrunn – moderní výrobní závod zaručující rovnoměrnou vysokou kvalitu výrobků.*



*Nové zařízení pro programovatelnou výrobu NPK granulí. V tomto zařízení jsou materializovány osmdesátileté zkušenosti i neustále probíhající vývojové a zkušební práce na zlepšování kvality hnojiva.*

	NPK 12-12-17+2	NPK 13-13-21	NPK 15-15-15	NPK 16-16-16
Gesamtstickstoff	12.0	13.0	15.0	16.0
Ammoniumstickstoff	8.5	9.5	10.5	12
Nitratstickstoff	3.5	3.5	4.5	4
Wasser- & citratlösliches P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12.0	13.0	15.0	16.0
Wasserlösliches P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11	12	14	14.5
Wasserlösliches K <sub>2</sub> O	17.0	21.0	15.0	16.0
Säurelösliches CaO	3.5	3	3	0.5
Säurelösliches MgO	4*	1.5	2	–
Schwefel als SO <sub>4</sub>	13	8.5	8.5	14
Chloride als Cl	13	16	11.5	12
Feuchtigkeit nach AOAC 2.017	0.3	0.3	0.3	0.3

\*wovon 2.0% wasserlöslich sind

### Physikalische Eigenschaften

Korngröße  
(Durchschnittswerte)

Mittlere Korngröße: 3,0 mm

Korngrößenverteilung:

größer als 4,00 mm	5%
3,36–4,00 mm	30%
2,83–3,36 mm	35%
2,00–2,83 mm	25%
1,68–2,00 mm	4%
1,00–1,68 mm	1%
kleiner als 1,00 mm	0%

Schüttgewicht ungestampft kg/m<sup>3</sup> 950

gestampft kg/m<sup>3</sup> 1000

Staufaktor ft<sup>3</sup>/ton 37

Schüttwinkel Tilting box 42°

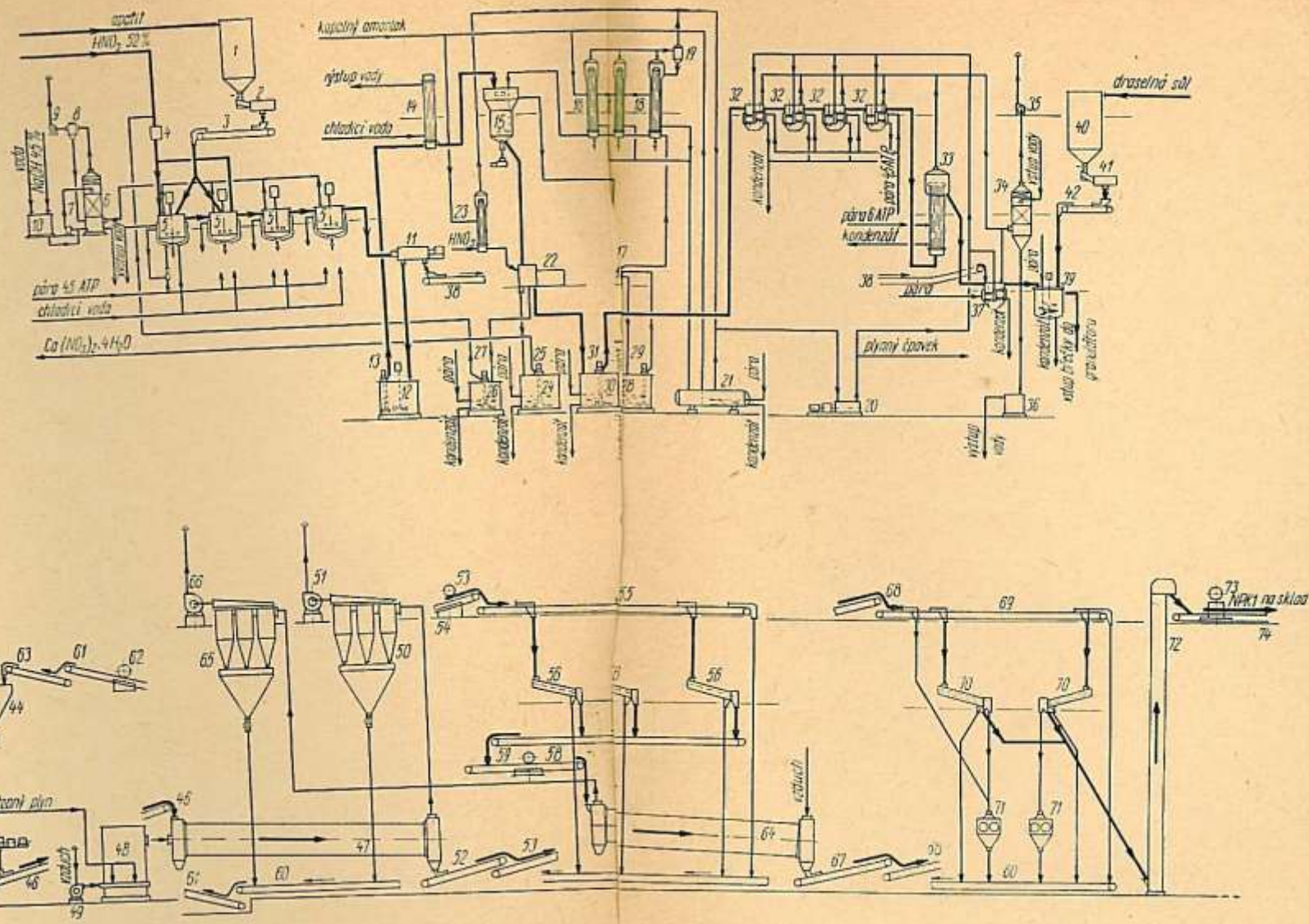
Mehring 40°

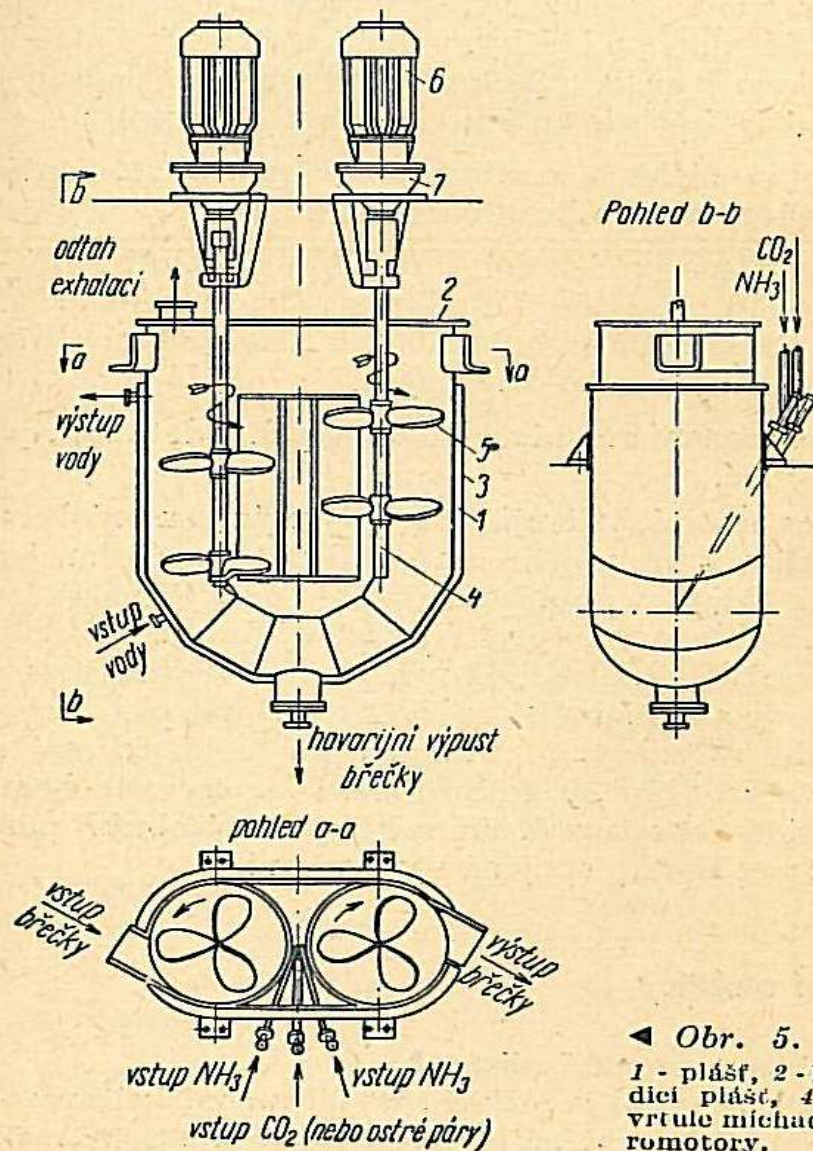


OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

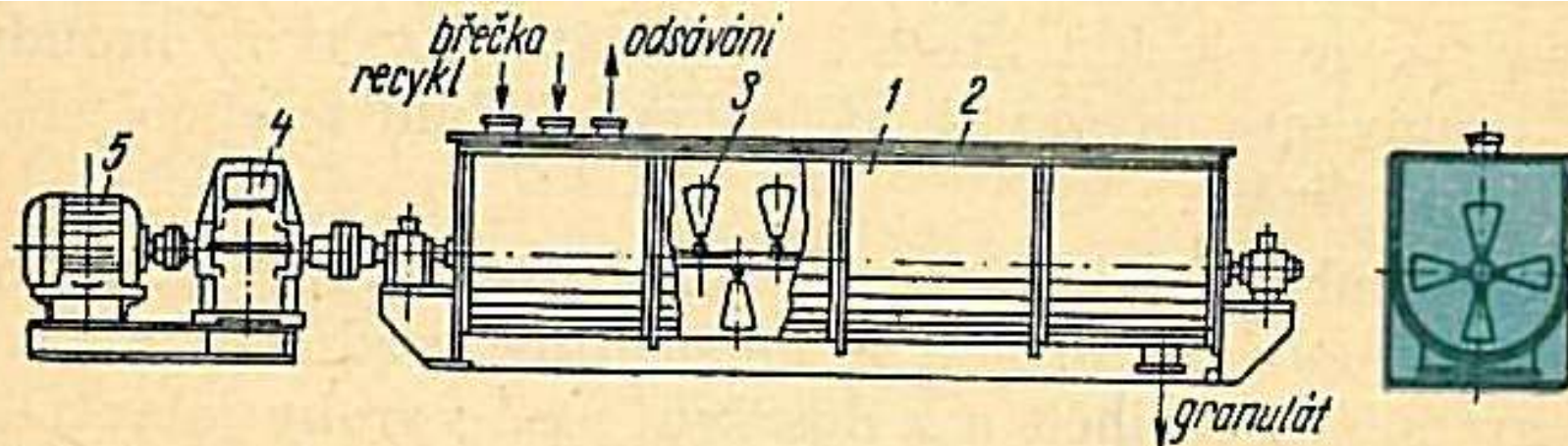
PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

vstup brčky do granulátoru





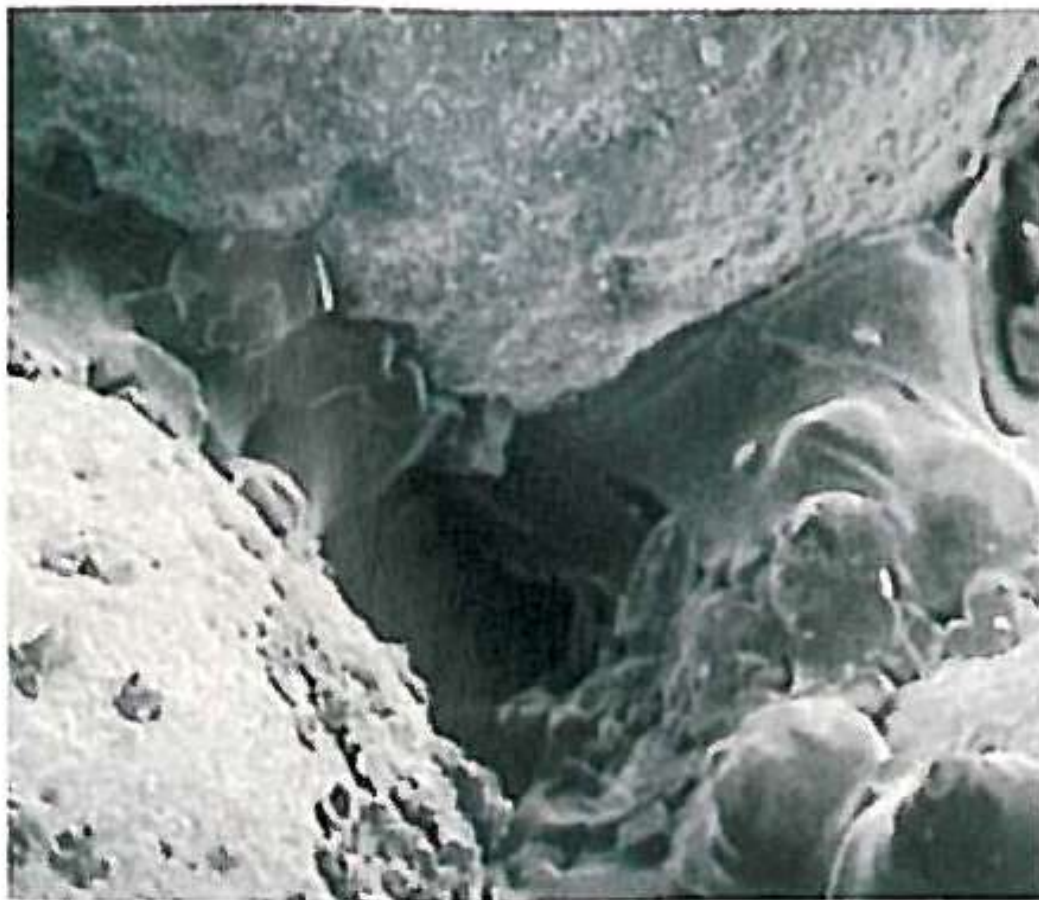
◀ Obr. 5. U-reaktor  
 1 - plášť, 2 - kryt, 3 - chladič plášť, 4 - hřídel, 5 - vrtule míchadla, 6 - elektromotory, 7 - reduktor



Obr. 10. Granulátor

1 - žlab, 2 - kryt, 3 - hřídel s lopatkami, 4 - reduktor, 5 - elektromotor

*Neupravená zrna hnojiva přebírají vlhkost a tvoří na povrchu krystaly.*



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

# Emise do atmosféry, vod a odpady

- NH<sub>3</sub>
- NO<sub>x</sub>
- HF, SiF<sub>4</sub>
- Pára HNO<sub>3</sub>
- Prach hnojiv a pudrovacích přípravků
- Chemicky znečištěná voda alkalická a kyselá
- Rozpuštěné soli a suspenze
- Oteplená voda
- Znehodnocené - pomíchané suroviny
- Konstrukční a nerezavějící ocel
- Kyselinovzdorné dlažby
- Odpadní plasty z potrubí a armatur
- Odpadní oleje a maziva
- Nerozložené zbytky
- Stavební hmoty
- Tepelné izolace
- Vadné obaly



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)

# Možnosti zpracování vymražené břěčky

MAIN ORES COMPOSITION				
	as RE oxide%	BASTNASITE (USA)	MONAZITE (AUSTRALIA)	XENOTIME (MALAYSIA)
Y	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1	2	60
La	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32	23	0.5
Ce	CeO <sub>2</sub>	49.5	46.5	5.1
Pr	Pr <sub>5</sub> O <sub>11</sub>	4.2	5.1	0.8
Nd	Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13	18.4	4.2
Sm	Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.8	2.3	1.2
Eu	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.11	0.07	0.01
Gd	Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.15	1.7	3.6
Tb	Tb <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	0.12	0.16	1
Dy	Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.52	7.5
Ho	Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.09	2
Er	Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.13	6.2
Tm	Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.013	1.27
Yb	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.015	0.061	6
Lu	Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0.006	0.63
Th	on total oxide ThO <sub>2</sub> %	0.5	10	2
	(RE + Th) oxide % as such	73	65	50

DENSITY (g/cm <sup>3</sup> )			
metal	Oxides (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		
	hexagonal A	monoclinic B	cubic C
4.469		5.50	5.02/5.031
6.145	6.573		5.8719/5.829
6.770	6.87		6.1066
6.773	7.06		6.3430
7.007	7.277/7.33		6.4534
7.520		7.73	7.0883
5.234		7.96	7.2867/7.29
7.900		8.20	7.60/7.616
8.229			7.881/7.869
8.550		8.86	8.161/8.1628
8.795		9.17	8.4092/8.48
9.056		9.40	8.6593/8.651
9.321		9.63	8.884/8.904
6.965		10.02	9.2007/9.213
9.840		10.23	9.4209/9.45
11.72			9.86



# Děkuji Vám za pozornost !



evropský  
sociální  
fondy ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM  
LIDSKÉ ZDROJE  
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME  
VAŠI BUDOUCNOST  
[www.esfcr.cz](http://www.esfcr.cz)