

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



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

Výroba buničiny, papíru a lepenky

Ing. Vladimír Buk



evropský
sociální
fond v ČR



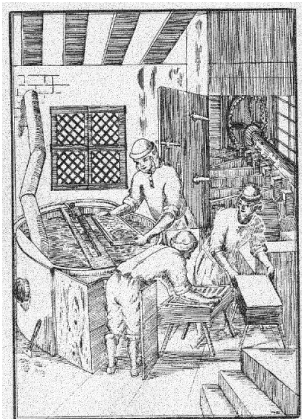
EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba buničiny a papíru



Počátky výroby papíru

Čína - 2 st. př.n.l.

Evropa – 11. st. n.l.

Průmyslově - 18 st. n.l.



Výroba buničiny



Výroba papíru

Základní zdroje informací

Přehled papírenského průmyslu:

Nejlepší dostupné techniky BAT/BREF:

Wikipedia

<http://www.acpp.cz/>

<http://www.ippc.cz/obsah/CF0185>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Buni%C4%8Dina>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Zdroje pro výrobu

- dřevo – smrk, borovice
- voda
- sběrový papír, jiné zdroje vláken
- chemické látky, plnidla, barviva...
- teplo
- elektrická energie

Základní pojmy

Integrovaná papírna – společná výroba buničiny a papíru v jednom místě

Buničina - celulóza s obsahem hemiceluloz a zbytkových ligninů

Tissue papír - hygienické papíry

ECF – bělená buničina vyrobená bez použití elementárního chloru

TCF – bělená buničina vyrobená bez použití všech chlorových sloučenin

TRS – sloučeniny redukováné síry (zapáchající látky)

CNCG – koncentrované zapáchající plyny z výroby sulfátové buničiny

DNCG – nízko-koncentrované zapáchající plyny z výroby sulfátové buničiny

Složení dřevní hmoty

- kůra – 18%
- dřevo - celulóza 45 %
 - hemicelulozy 25 %
 - lignin 25 %
 - terpeny, pryskyřice...

Chemické složení:

C	50,0%	H	6,1%	
O	43,0 %	N	0,3 %	Zbytek 0,6 %



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Principy výroby buničin a papíru

- Sulfátový proces – nejrozšířenější ve světě (80%), pevné vlákno, balicí papíry
- Sulfitový proces – přibližně 10 % na světové výrobě buničin, tiskové a tissue papíry
- Výroba mechanické vlákniny
- Zpracování sběrového papíru (recyklovaných vláken)
- Výroba papíru a navazující procesy

Výroba buničiny a papíru v ČR

Závod	Místo	Buničina	Výroba papíru
BIOCEL Paskov	Paskov	Sulfit, viskóza	
Mondi Štětí , Bags, Coating	Štětí	Sulfát	Pytlové a balicí papíry, karton
JIP- Papírny Větrní	Větrní		Balicí papíry
Duropack Bupak Obaly , Papírna	České Budějovice		Vlnitá lepenka
HUHTAMAKI	Přibyslavice		Nasávaná kartonáž
Smurfit Kappa Czech	Žimrovice, Brno, Žebrák, Olomouc		Karton, Vlnitá lepenka
Krkonošské papírny	Hostinné		Balicí papír
Olšanské papírny	Lukavice, Jindřichov		Balicí papíry
OP papírna	Olšany		Cigaretový a „bible“ papír
CEREPA	Červená Řečice		Hygienické papíry
NEOGRAPH	Štětí		Ceninové papíry, vodoznaky

Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Základní procesy

- zpracování dřeva
- vlastní várka, praní, třídění a delignifikace
- bělení buničiny, třídění buničiny
- sušení
- regenerace chemikálií a energie
- příprava bělicích chemikálií

Pomocné provozy

- podniková energetika
- biologická čistírna odpadních vod
- skládka odpadů, kalové pole

Navazující procesy

- Výroba a zpracování papíru



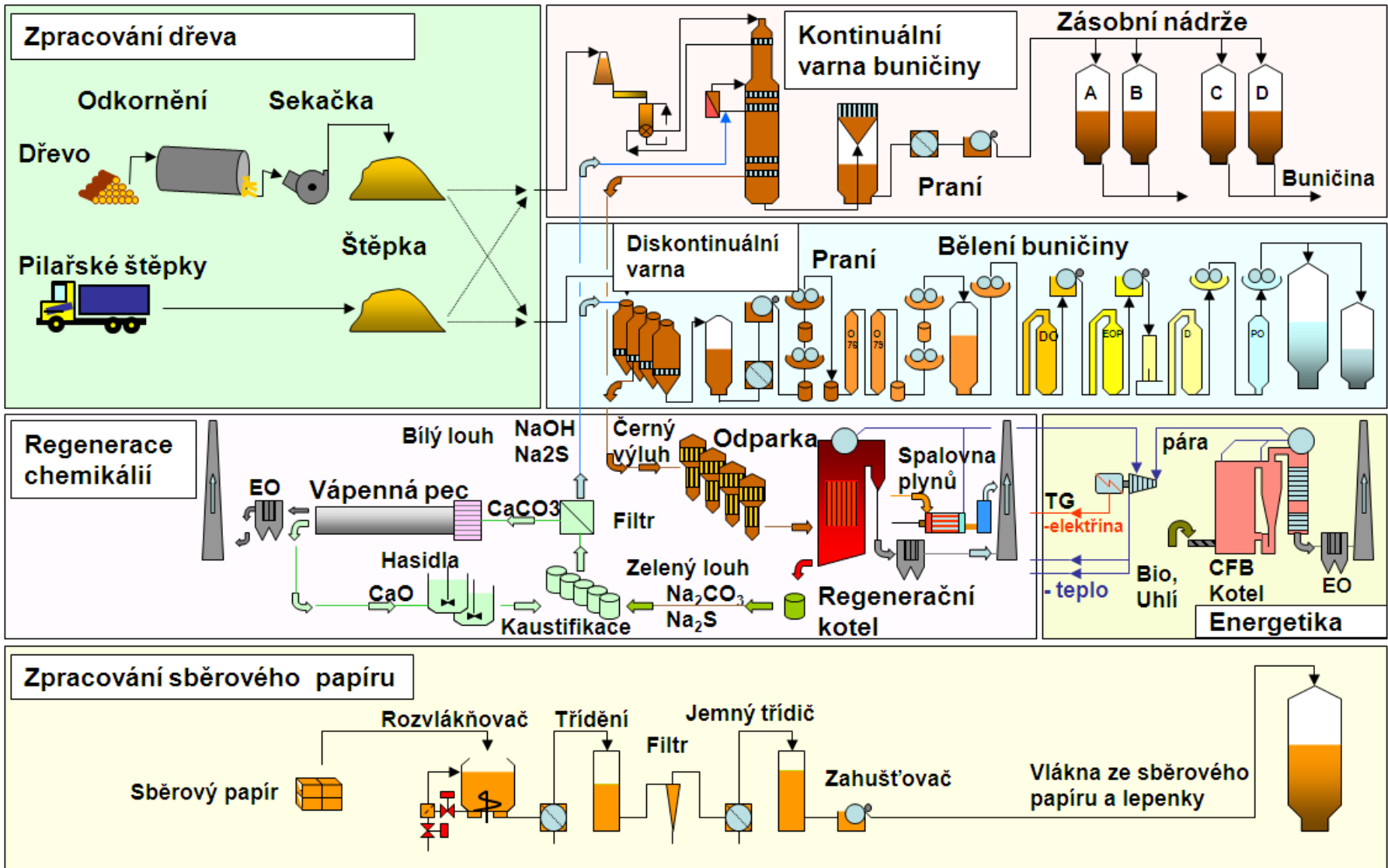
evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚŠTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba sulfátové (kraft) buničiny



Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Zpracování dřeva

- Příjem polen a štěpků
- Odkornění, výroba štěpků (spotřeba el. energie)
- Skladování a třídění štěpků
- Přeprava štěpků na varny, kůry k likvidaci

Dopady do emisí

- lokální prašnost ze skladů a dopravníků

Opatření k omezení emisí

Zkrápění polen, úklid ploch

Výroba buničiny, třídění, delignifikace

dřevo + varný bílý louh + teplo ➡ hnědá buničina + černý výluh + vedlejší produkty várky
(NaOH+Na₂S)
(lignin, hemicelulozy, oxidované sírné látky)

Vedlejší produkty: terpentýn, zapáchající kondenzáty a plyny (sloučeniny redukované síry TRS)

Dopady do emisí

- Vznik zapáchajících sloučenin TRS (z vaření, pracích lisů, zásobníků výluhu)

Opatření k omezení emisí

Uzavřený proces, zapojení do systémů likvidace slabých silných plynů, recirkulace plynů z várky + reboiler



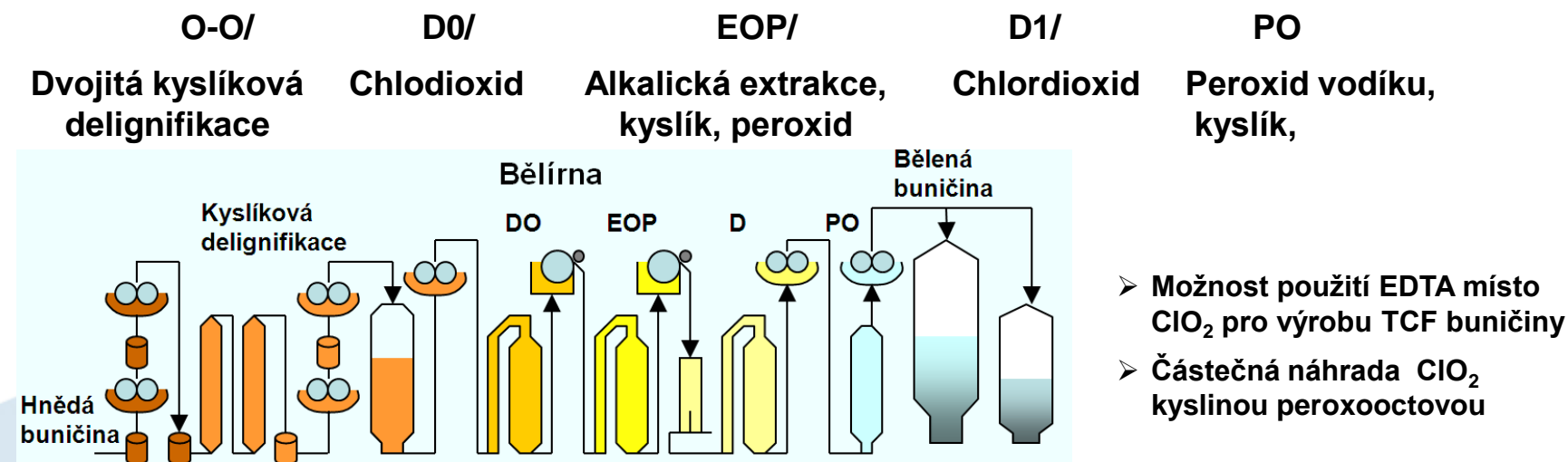
OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Bělení buničiny

Cílem bělení je z hnědé buničiny snížit obsah zbytkového ligninu a hemiceluloz a získat vybělenou buničinu.



Výroba chlordioxidu ClO_2

Chlordioxid (oxid chloričitý) je nestálý plyn a musí být vyráběn v místě, plyn se absorbuje do vody:



Dopady do emisí

- Vznik emisí Cl_2 a ClO_2

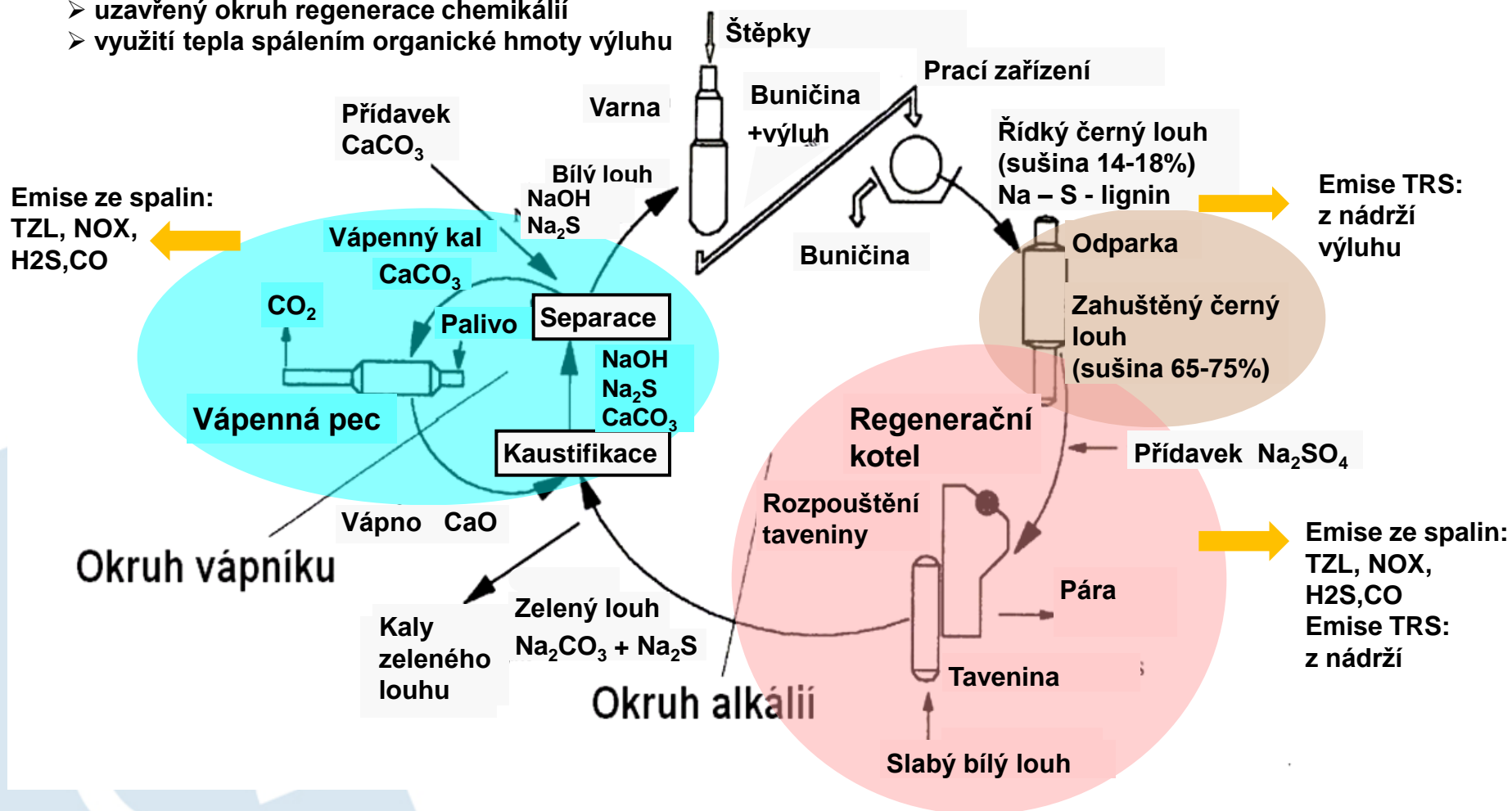
Opatření k omezení emisí

Pračky plynů za užití NaHSO_3 , slabého bílého louhu nebo NaOH , řízení dávkování ClO_2 při bělení.

Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Regenerace chemikálií

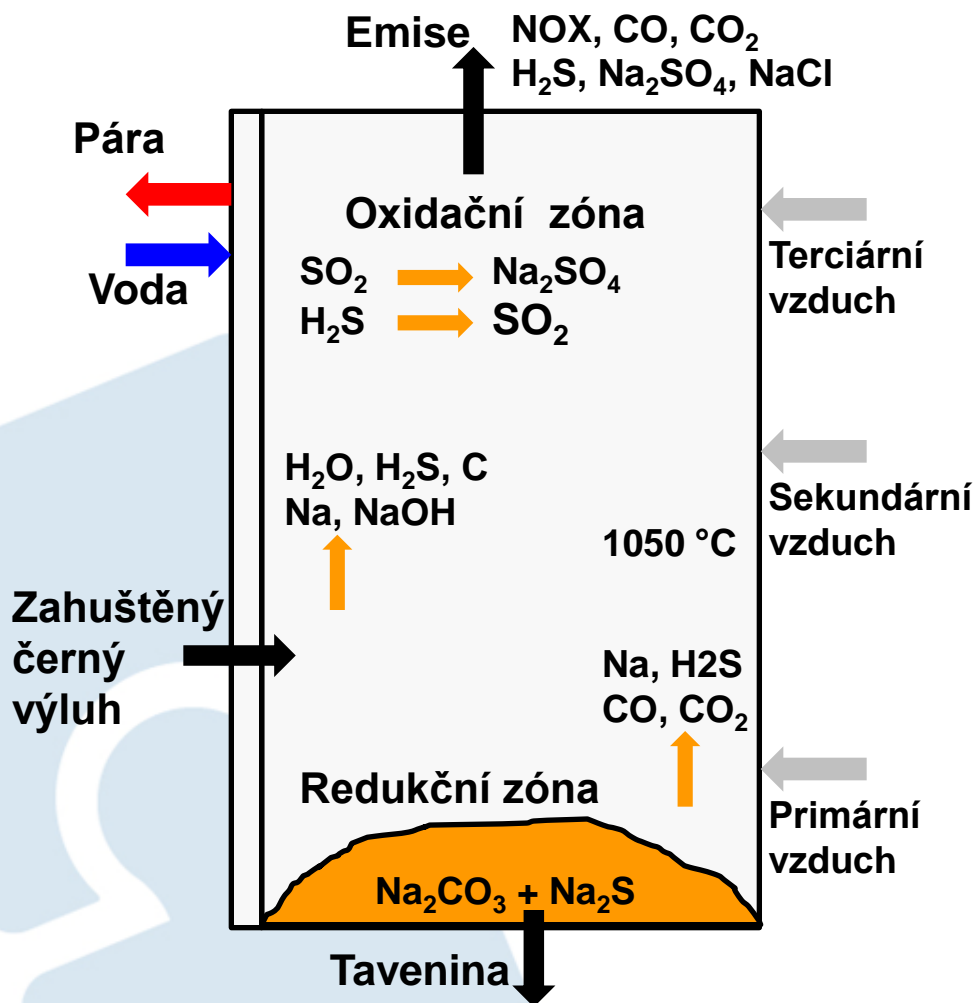
- uzavřený okruh regenerace chemikálií
- využití tepla spálením organické hmoty výluhu



Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Regenerace chemikálií

Regenerační kotel



Spalování černého výluhu v kotli:



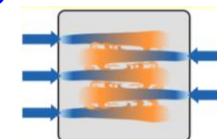
Typické hodnoty emisí podle BREF

TZL	mg/Nm ³	30-50
SO ₂	mg/Nm ³	10-50
NO _x	mg/Nm ³	80-120*
H ₂ S	mg/Nm ³	<15

* hodnota je závislá na konstrukci, zatížení kotle a spalování zápachajících plynů

Opatření k omezování emisí

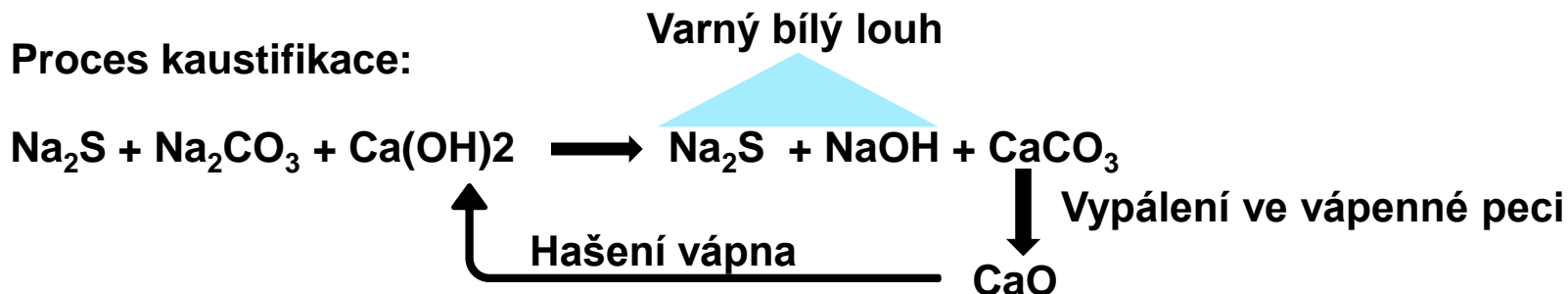
- **Elektrostatické odlučovače**
- **Systém víceúrovňového vzduchovacího systému**



Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Regenerace chemikálií

Kaustifikace a regenerační vápenná pec



Typické hodnoty emisí podle BREF

TZL	mg/Nm ³	30-50
SO ₂	mg/Nm ³	5-30
NO _x	mg/Nm ³	100-200* 380-600**
H ₂ S	mg/Nm ³	<15

* při spalování TTO

** při spalování zemního plynu

Opatření k omezení emisí

- Dobré vyprání kaustifikačního kalu (H₂S)
- Použití elektrostatického odlučovače (TZL)
- Řízení spalovacího režimu (NO_x)

Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Zapáchající plyny TRS

H₂S, methylmerkaptan, dimethylsulfid, dimethyl disulfid, terpentýn

Plyny s velmi nízkým čichovým prahem, explozivní a při vysokých koncentracích toxické

Silně koncentrované zapáchající plyny CNCG, LVHC

- Vysoké koncentrace TRS, nízký objem
- Nesmí obsahovat vzdušný kyslík – nebezpečí exploze
- Zdroje plynů: varny buničiny, odparka, vyvažovací kolona kondenzátů, dekantace terpentýnu

Způsoby likvidace plynů:

- Spalování v samostatné peci s alkalickou vypírkou spalin a záložním spalováním
- Spalování v regeneračním kotli nebo ve vápenné peci

Slabě koncentrované zapáchající plyny DNCG, HVLC

- Nízké koncentrace TRS, velký objem
- Zdroje: praní a třídění buničiny z varen, nádrže odparky a kaustifikace

- Spalování v regeneračním kotli, ve vápenné peci, v kúrovém kotli

Difuzní a jiné zdroje TRS

- BČOV
- Kanalizace
- Odvětrání výrobních budov
- Kalové pole

- Likvidace je prostorově, technicky i ekonomicky velmi náročná



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



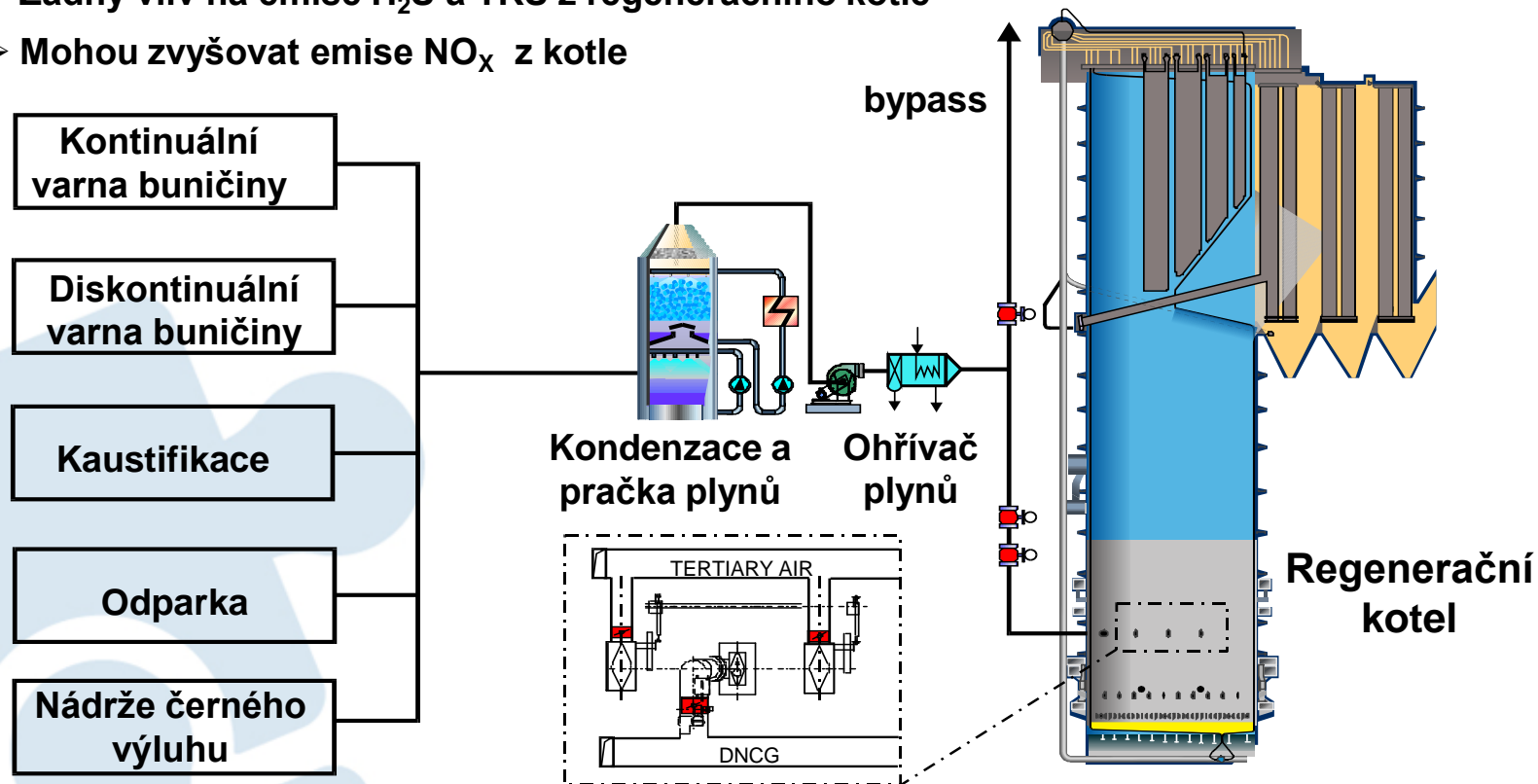
OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba sulfátové (kraft) buničiny

Sběr a spalování slabě koncentrovaných zápachajících plynů DNCG

- Uzavření a odvětrání několika desítek zdrojů TRS (nádrže, prací lisy, třídění buničiny, odparka, kaustifikace)
- Žádný vliv na emise H_2S a TRS z regeneračního kotle
- Mohou zvyšovat emise NO_x z kotle



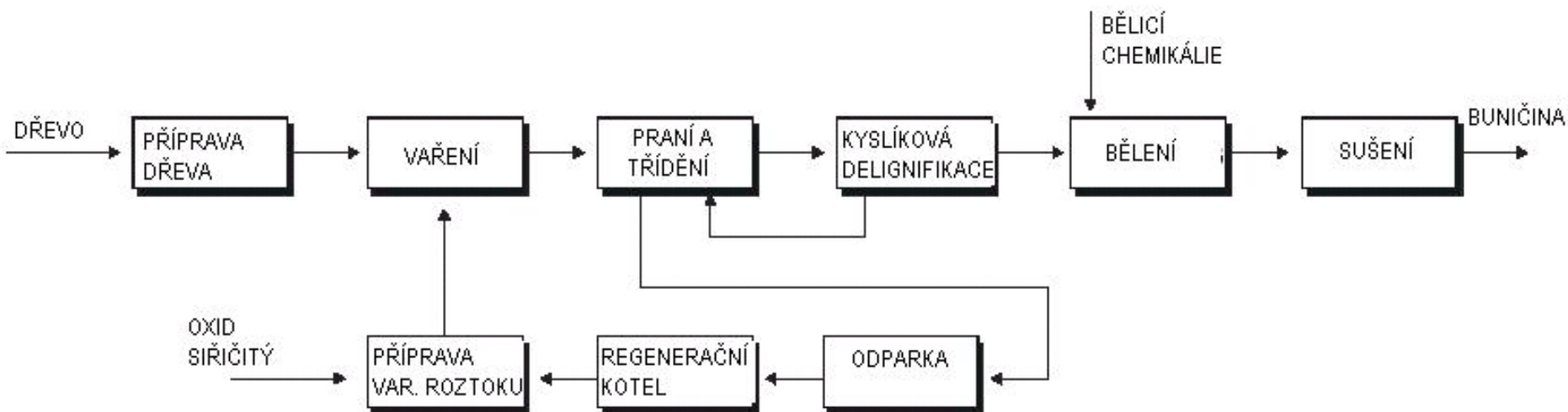
Výroba sulfitové buničiny

Základní procesy

- zpracování dřeva
- vlastní várka, praní, třídění a delignifikace
- bělení buničiny, třídění buničiny
- sušení
- regenerace chemikálií a energie
- příprava bělicích chemikálií

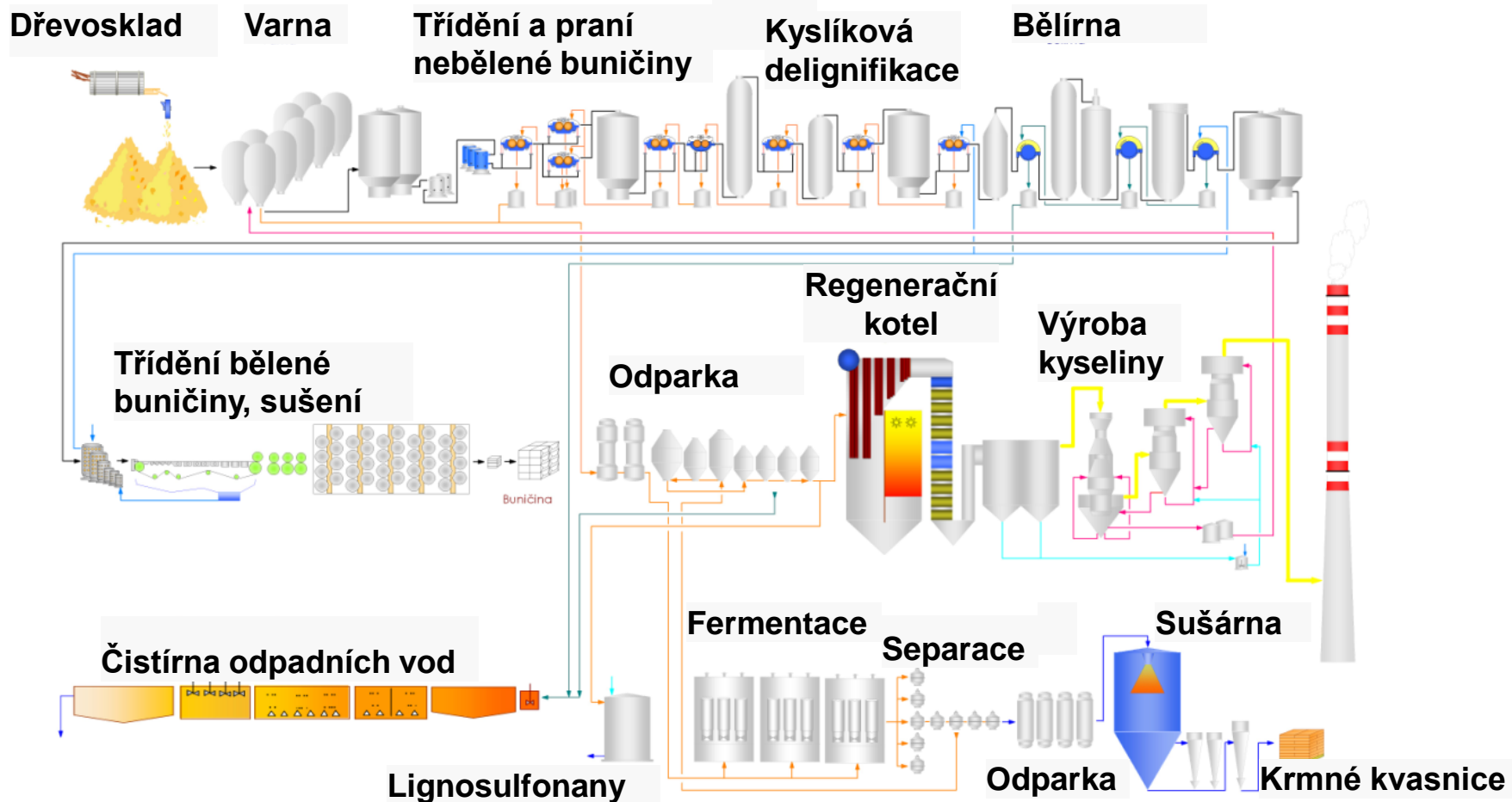
Navazující a pomocné provozy

- separace ligninsulfonanů
- výroba kvasnic
- podniková energetika
- biologická čistírna odpadních vod
- skládka odpadů, kalové pole



Výroba sulfitové buničiny

Výroba sulfitové buničiny, krmných kvasnic a ligninsulfonanů v Biocelu Paskov



Výroba sulfitové buničiny

Výroba buničiny, třídění, delignifikace



Smrkové dřevo + varný louh + teplo
várky



hnědá buničina + výluh + vedlejší produkty

(ligninsulfonany, hemicelulozy)

Možnost prohloubené sulfitové várky – pak vzniká viskózná buničina.

Vedlejší produkty: ligninsulfonany, výroba krmných kvasnic

Dopady do emisí

- Vznik emisí SO_2 a zápachajících plynů (z vaření, pracích lisů, zásobníků výluhu)

Opatření k omezení emisí

Uzavřený proces, zapojení do spalovacích vzduchů regeneračního kotle, Recirkulace plynů SO_2 z várky, Alkalické pračky SO_2



evropský
sociální
fond v ČR

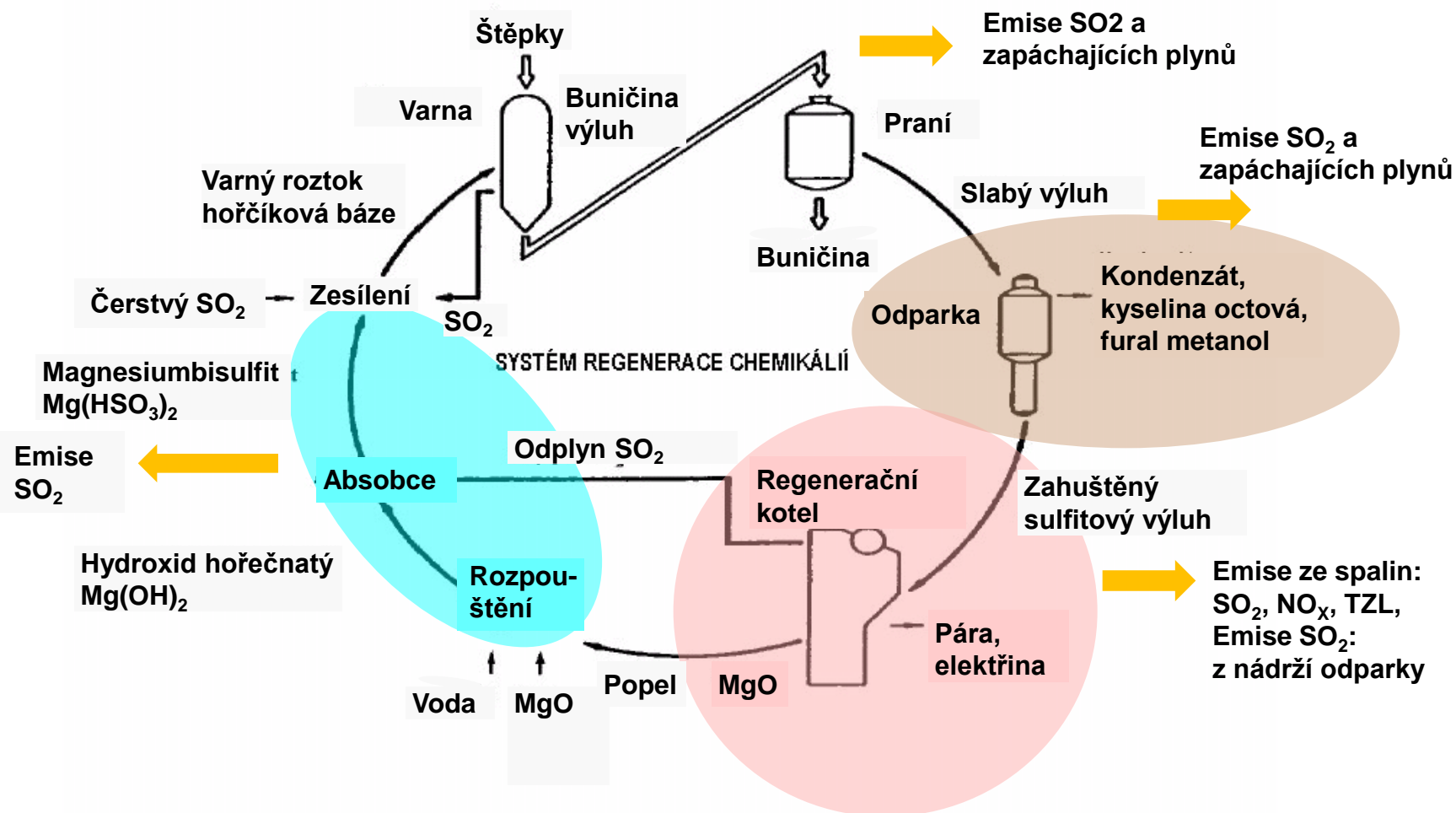


OPERÁČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba sulfitové buničiny

Regenerace chemikálií



Výroba sulfitové buničiny

Regenerační kotel

- Vyšší emise SO_2 a NO_x (vyšší teploty v loži)
- Záchyt MgO a použití $\text{Mg}(\text{OH})_2$ pro vypírku emisí SO_2

Typické hodnoty emisí podle BREF

TZL	mg/Nm ³	5-20
SO ₂	mg/Nm ³	50-150
NO _x	mg/Nm ³	200-300

TZL	kg/t buničiny	0,02-0,15
SO ₂	kg/t buničiny	0,5-1,0
NO _x	kg/t buničiny	1,0-2,0

Výroba papíru

Základní charakteristika

- Spotřeba vláken (buničina, dřevovina, sběrový papír)
- Energeticky náročný proces
- Spotřeba plnidel a pomocných chemických látek

Části výroby

- Příprava látky (mletí, rafinace buničiny)
- Nátoková skříň
- Sítová část
- Lisová část
- Sušicí část (+ úprava papíru)
- Převíječka, balení, skladování

Emise do ovzduší

A) Specifické emise na papírenském stroji

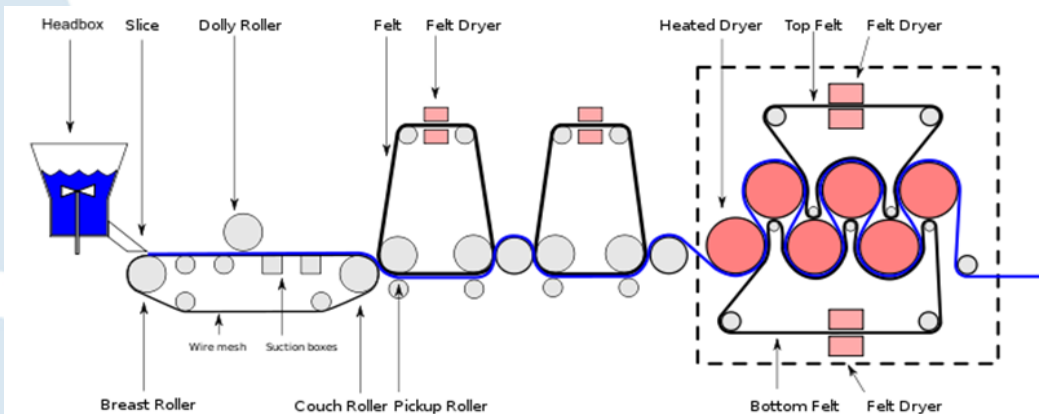
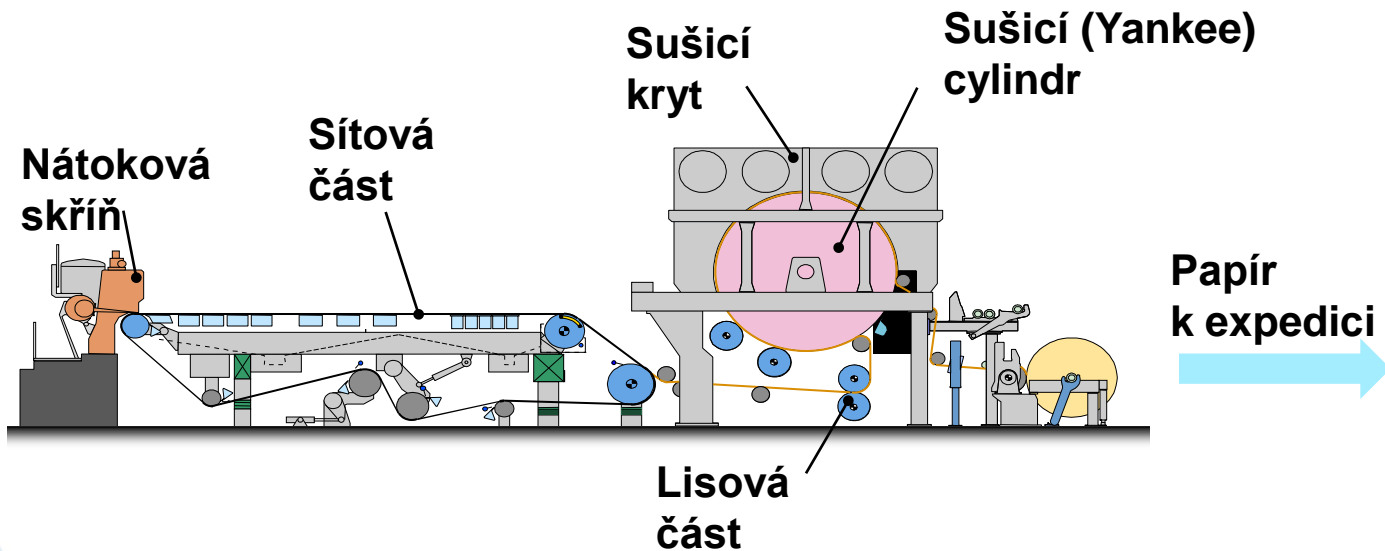
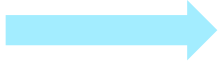
- Těkavé organické látky (VOC) jako odpar ze sušení papíru a rekuperace tepla – emise zpravidla nevýznamné
- Těkavé organické látky (VOC) - při užití potisku a barviv nebo užití organických rozpouštědel
- Emise ze sušení papíru aplikací přímého sušení spalinami

B) Pomocné zdroje tepla

- Emise z pomocných kotlů (uhlí, TTO, LTO, zemní plyn)
- Emise z plynových turbín
- Sušení a spalování výplivů
- Kúrové kotle (u celulózek)

Výroba papíru

Buničina,
dřevovina,
vláknina



Sítová část

Lisová část

Sušicí část



evropský
sociální
fond v ČR



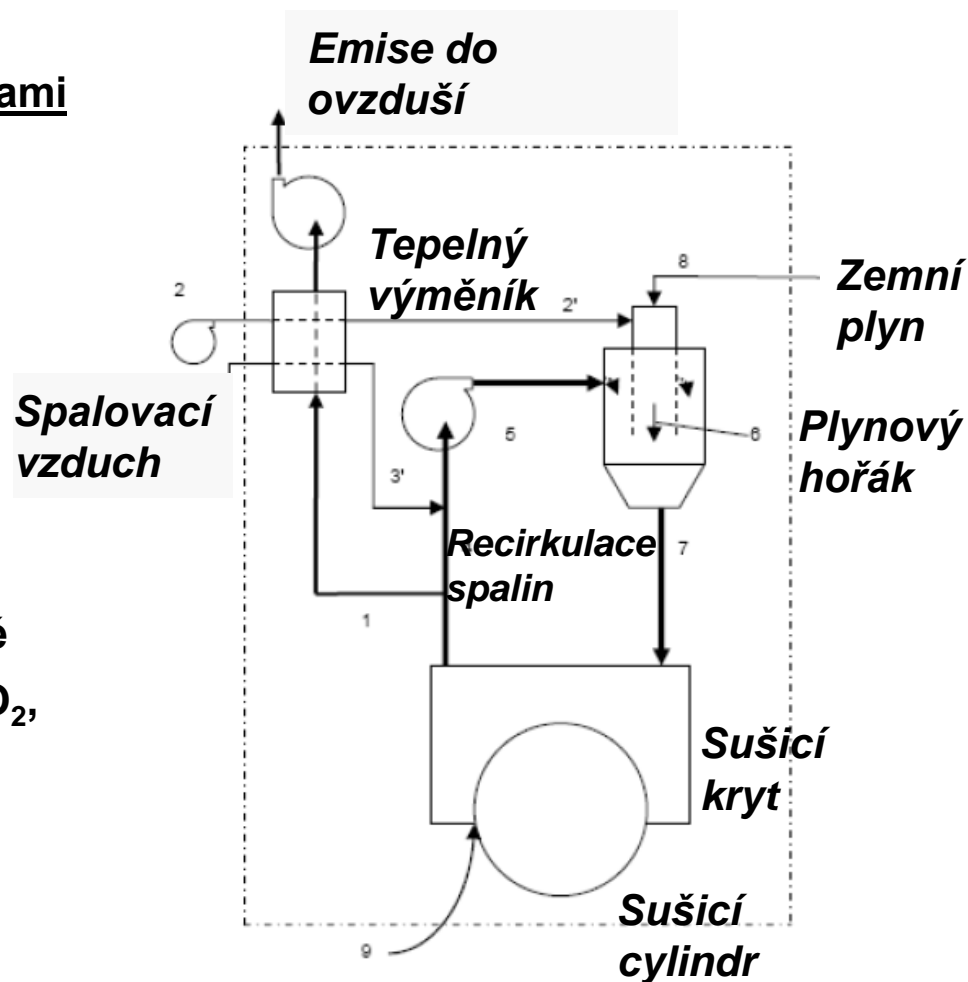
OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

Výroba papíru

Přímé sušení listu papíru spalínami

- Pro zvýšení výkonu stroje
- Zpravidla střední nebo velký zdroj
- Emise do ovzduší velmi nízké
- Naředění spalin až na 18 % O₂, vysoká vlhkost



BAT – nejlepší dostupné techniky

Emisní hodnoty a charakteristika

- rozdílné u integrovaných a neintegrovaných papíren
- značná spotřeba tepla a elektřiny (vaření buničiny, sušení, broušení dřevoviny)
- vedlejší nežádoucí produkty várky buničiny – zápach. látky TRS (sulfát), SO₂ (sulfit)
- zpracování sběrového papíru – nejméně energetický náročný
- environmentální výkonnost - závislá na stáří závodu a kvalitě vyráběného papíru

Sulfátové celulózky

- spalování koncentrovaných zápachajících plynů, vypírka vnikajícího SO₂
- spalování zředěných zápachajících plynů
- snižování TRS z regeneračního kotle – řízení procesu
- snižování TRS z vápenné pece - přebytek O₂, nízkosírná paliva, účinná vypírka kalů
- snižování SO₂ – spalováním výluhu s nejvyšší sušinou (alkalická vypírka)
- snižování NO_x z regeneračního kotle – řízením spalovacího vzduchu
- snižování SO₂ u pomocných kotlů – užití kůry, nízkosírných paliv, odsíření
- snižování TZL – aplikace elektrostatických odlučovačů



evropský
sociální
fond v ČR



OPERAČNÍ PROGRAM
LIDSKÉ ZDROJE
A ZAMĚSTNANOST

PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz

BAT – nejlepší dostupné techniky

Sulfitové celulóžky

- **shromažďování koncentrovaného SO₂ a jeho využití**
- **shromažďování difúzních úniků SO₂ z různých zdrojů a jejich použití jako spalovací vzduch v regeneračním kotli**
- **snižování SO₂ z regeneračního kotle použitím EO a praček spalin**
- **snižování SO₂ u pomocných kotlů – užití kůry, nízkosirných paliv, odsíření**
- **snižování zapáchajících plynů účinnými zachycovacími systémy**
- **snižování NO_x z regeneračního kotle a pomocných kotlů – řízením spalovacího vzduchu**
- **snižování TZL – aplikace elektrostatických odlučovačů**

Výroba mechanických vláknin, zpracování sběrového papíru

- **účinná regenerace tepla**
- **potlačování VOC ze znečištěné páry**
- **úspora spotřeby elektrické energie**

Legislativní souvislosti

Vztah k IED – Směrnice o průmyslových emisích 2010/75/EU

Aplikovatelné na:

- Spalovací zařízení s instalovaným příkonem nad 50MW (pomocné kotle – uhlí, TTO, kůra)

Čl. 29 - Agregační pravidla

Výkony kotlů zaústěných do jednoho komína se sčítají a považují se za jeden zdroj

Čl. 28 – kapitola III IED se nevztahuje na:

- Zařízení s přímým ohřevem nebo sušení (papírenské stroje)
- Zařízení ke spalování odpadních plynů (likvidace pachových látek)
- Plynové turbíny

Čl. 30 odst. 8 – Mezní hodnoty se nevztahují na:

- Regenerační kotle
- Vápenné pece

Kategorizace podle IPPC

6.1 Průmyslový závod na výrobu

- a) buničiny ze dřeva nebo jiných vláknitých materiálů
- b) papíru a lepenky, o výrobní kapacitě větší než 20 t denně

Specifické emisní limity

Vyhlášky 415/2012,Sb.

sulfátové celulózky

0,35 kg TRS/t buničiny

sulfitové celulózky

2,00 kg SO₂/t buničiny

Regenerační kotle a vápenné pece

50 mg TZL/Nm³



PODPORUJEME
VAŠI BUDOUCNOST
www.esfcr.cz