



MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Ministry of Environment of the Czech Republic



Ochrana ovzduší ve státní správě II - teorie a praxe

14.-16. listopad 2006 , Sezimovo Ústí

Vývoj nového ekologického paliva s přesně definovanými vlastnostmi

Pavel SEDLÁČEK, Lubomír CHYTKA,
Marcela ŠAFÁŘOVÁ

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Důvody řešení

- V současné době se světová spotřeba energie neustále zvyšuje,
- V České republice je největší podíl výroby elektrické energie tvořen spalováním uhlí, především hnědého,
- Spalování uhlí, zejména hnědého, je doprovázeno emisemi oxidu uhličitého, oxidů síry a dalších látek do ovzduší,
- Hnědouhelné společnosti produkují, zpracováním vytěženého uhlí v úpravárnách, dva uhelné druhy, kterými jsou uhlí tříděná a prachová,
- Oblast velkých zdrojů je vyřešena, problém je u malých a středních zdrojů,
- V minulosti ověřován způsob aditivace nebyl dostatečně účinný,

Důvody řešení

- Přestože je v České republice největší podíl výroby energie tvořen spalováním uhlí, v poslední době roste snaha o zvýšení výroby energie z obnovitelných zdrojů energie.
- Schválená státní energetická koncepce předpokládá zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny do roku 2010 na 8 %.
- Na celkovém energetickém přínosu obnovitelných zdrojů energie (OZE) se nejvíce podílí pevná biomasa (74 %)
- Energeticky využitelné odpady s významným organickým podílem



Nový typ ekologického paliva z výše uvedených složek

Typy spalovacích zařízení, výkony a emisní limity

Spalovací zařízení se dělí podle výkonu na:

- malé spalovací zdroje - jmenovitý tepelný výkon nižší než 0,2 MW,
- střední spalovací zdroje - jmenovitý tepelný výkon od 0,2 MW do 5 MW včetně,
- velké spalovací zdroje - jmenovitý tepelný výkon vyšší než 5 MW do 50 MW
- zvláště velké spalovací zdroje - jsou zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším, bez přihlédnutí ke jmenovitému tepelnému výkonu,

Zákon č. 472/2005 Sb.

Vyhláška č.357/2002 Sb.

Vyhláška č.509/2005 Sb.

**Severočeská
hnědouhelná pánev**

Most

Chomutov

Mostecká uhelná, a.s.



Lom ČSA

$Q_i^r = 16$ až 20 MJ/kg

Lom Vršany

$Q_i^r = 8$ to 13
MJ/kg



Doly Bílina
Roční produkce okolo 9
mil. t.



Doly Nástup Tušimice
Roční produkce 14 mil. t.
energetického uhlí

Celková produkce hnědého uhlí v letech 2002-2005

Producent	2002		2003		2004		2005	
	tis. tun	%	tis. tun	%	tis. tun	%	tis. tun	%
Mostecká uhelná a.s.	16 603	34	16 960	34	16 213	34	16 107	34
Severočeské doly, a.s.	21 387	44	22 739	46	21 757	45	21 776	45
Sokolovská uhelná, a.s.	10 372	22	10 083	20	10 081	21	10 307	21
celkem	48 363	100	49 782	100	48 051	100	48 190	100

Produkce tříděného hnědého uhlí v letech 2002-2005

Producent	2002		2003		2004		2005	
	tis. tun	%	tis. tun	%	tis. tun	%	tis. tun	%
Mostecká uhelná a.s.	1 139	33	1 149	31	1 039	30	1 075	31
Severočeské doly, a.s.	1 990	58	2 220	60	2 164	63	2 161	62
Sokolovská uhelná, a.s.	321	9	330	9	258	7	241	7
celkem	3 449	100	3 699	100	3 462	100	3 476	100

Kvalitativní parametry hnědého uhlí

důl	označení		garantované hodnoty jakosti				
	klíč tříd. n.	Druh uhlí	zrnitost	Q _i ^r		A ^d	S ^d
			v (mm)	prům.	MJ/kg	prům.%	prům.%
ÚPRAVNA UHLÍ	435	hp1	0 - 10	16,5		20,5	1,7
	136	hp2	0 - 10	13,5		33	1,4
	137	hp3	0 - 10	12		38,5	1,5
	152	ps2	0 - 40	14,5		28,5	1,6
	153	ps3	0 - 40	11,1		42	1,3
	735	hp1 AD	0 - 10	15,8		24	1,5
	736	hp2 AD	0 - 10	12,6		38	1,3
HRABÁK	163	ps3	0 - 40	11,4		39	1,1
ÚPRAVNA UHLÍ	418	ko	40 - 100	19,9		10	1,3
	119	h (pecka)	20 - 100	19,9		9,5	1,3
	427	o1	20 - 40	20		9,5	1,4
	727	o1 balený	20 - 40	20		9,5	1,4
	428	o2	X.20	19,8		10,5	1,7
	439	p	0 - 10	18,7		11,5	1,8
	155	ts1	0 - 40	18,2		17	1,8

Produkce jednotlivých tříděných druhů

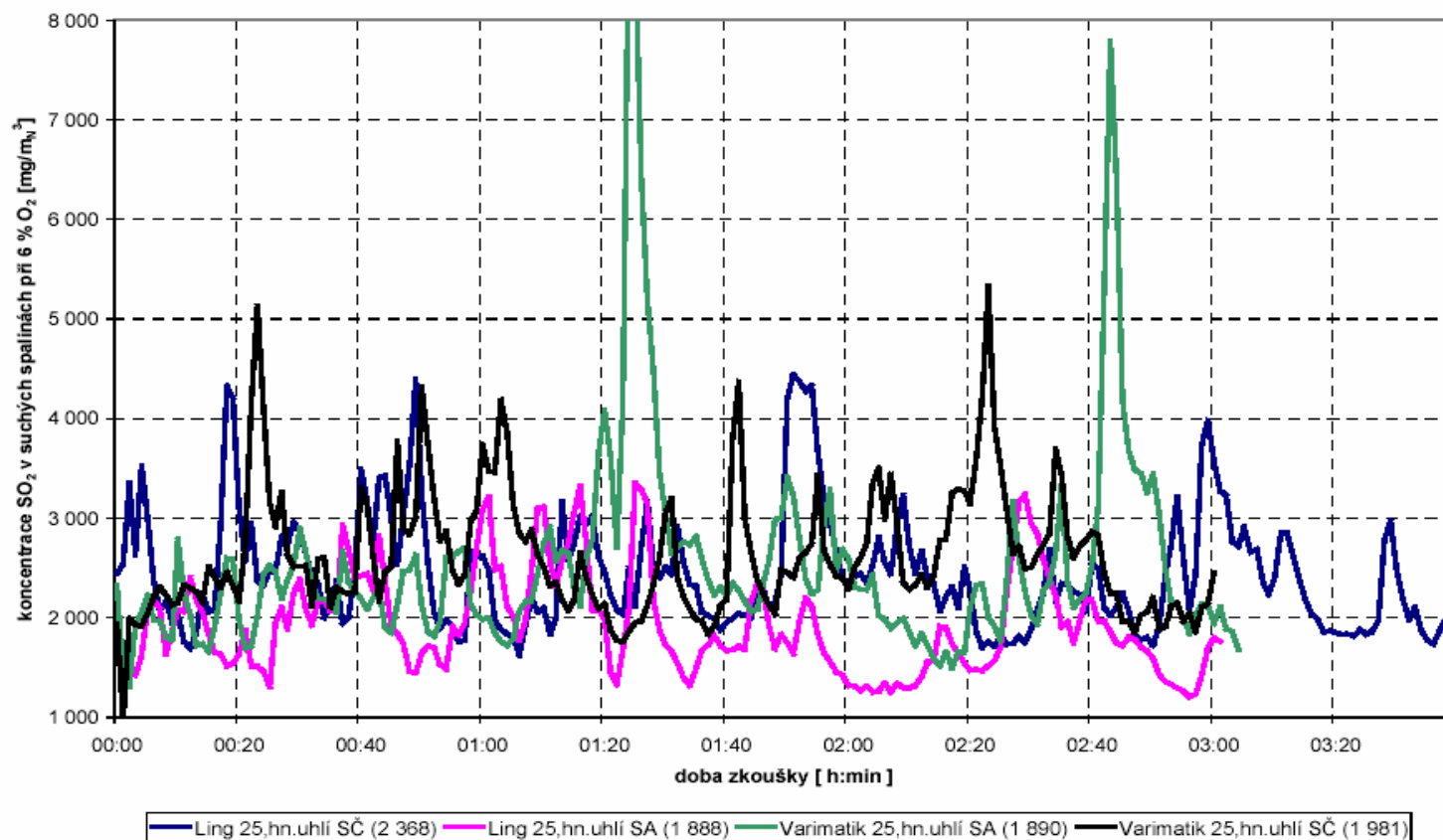
rok	společnost	druh	segment C	export vč. SK	průmysl	celkem
2005	MUS	kostka	235 111	27 960	0	263 071
		pecka	7 579	622	0	8 202
		ořech 1	353 925	27 560	0	381 485
		ořech 2	123 067	25 624	273 058	421 748
		celkem	719 682	81 766	273 058	1 074 506
	SD	kostka	452 200	96 000	0	548 200
		ořech 1	724 900	84 000	0	808 900
		ořech 2	330 700	60 000	413 000	803 700
		celkem	1 507 800	240 000	413 000	2 160 800
	SU	kostka	154 770	19 140	0	173 910
		kostkoořech	37 520	4 640	0	42 160
		ořech 1	164 150	20 300	0	184 450
		ořech 2	31 560	13 920	81 000	126 480
		celkem	388 000	58 000	81 000	527 000

Geneze vývoje – Aditivace tříděných druhů

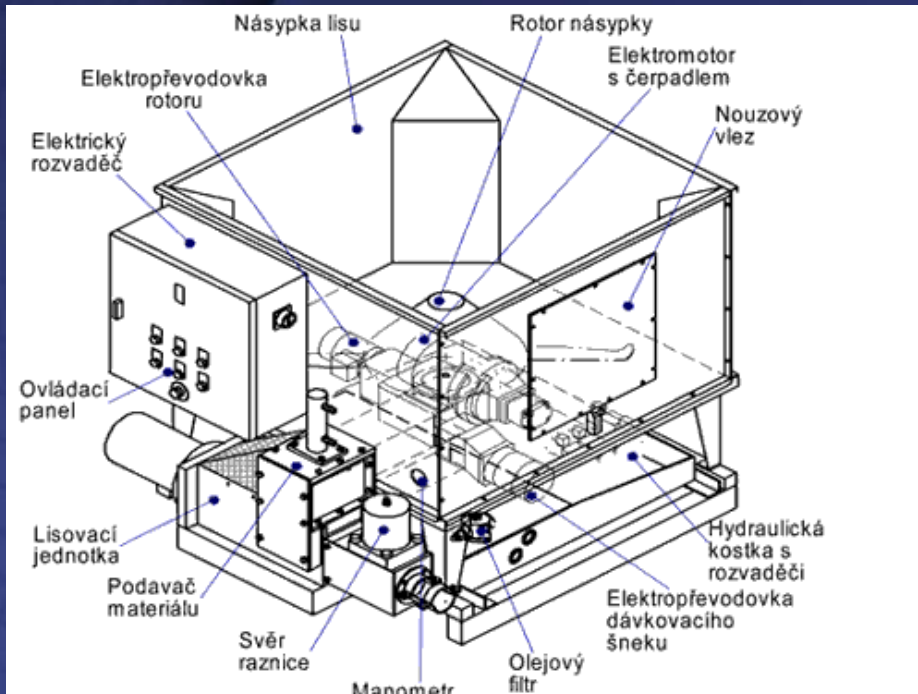


Geneze vývoje – Aditivace tříděných druhů

Palivo	SO ₂ [mg.m ⁻³]	účinnost odsíření	Kotel
čisté uhlí	2368		Ling 25
aditivované uhlí	1888	20,3	Ling 25



Volba technologie výroby paliva



Číslo vzorku	Zrnitost uhlí	Typ pojiva a obsah
1	0-10 mm	Čisté uhlí
2	0-10 mm	1% modifikovaného škrobu
3	0-10 mm	2% modifikovaného škrobu
4	0-10 mm	1% bramborového škrobu
5	0-10 mm	2% bramborového škrobu
6	0-10 mm	1% mouky
7	0-5 mm	2% mouky
8	0-5 mm	Čisté uhlí
9	0-5 mm	1% modifikovaného škrobu
10	0-5 mm	2% modifikovaného škrobu
11	0-5 mm	1% bramborového škrobu
12	0-5 mm	2% bramborového škrobu
13	0-5 mm	1% mouky
14	0-5 mm	2% mouky

S připravenými vzorky byla ověřena výroba briket na provozním zařízení Brikstar v provozně firmy Briklis ve Slapech u Tábora. Vzorky byly ověřovány podle pořadových čísel.

Volba technologie výroby paliva



Volba technologie výroby paliva

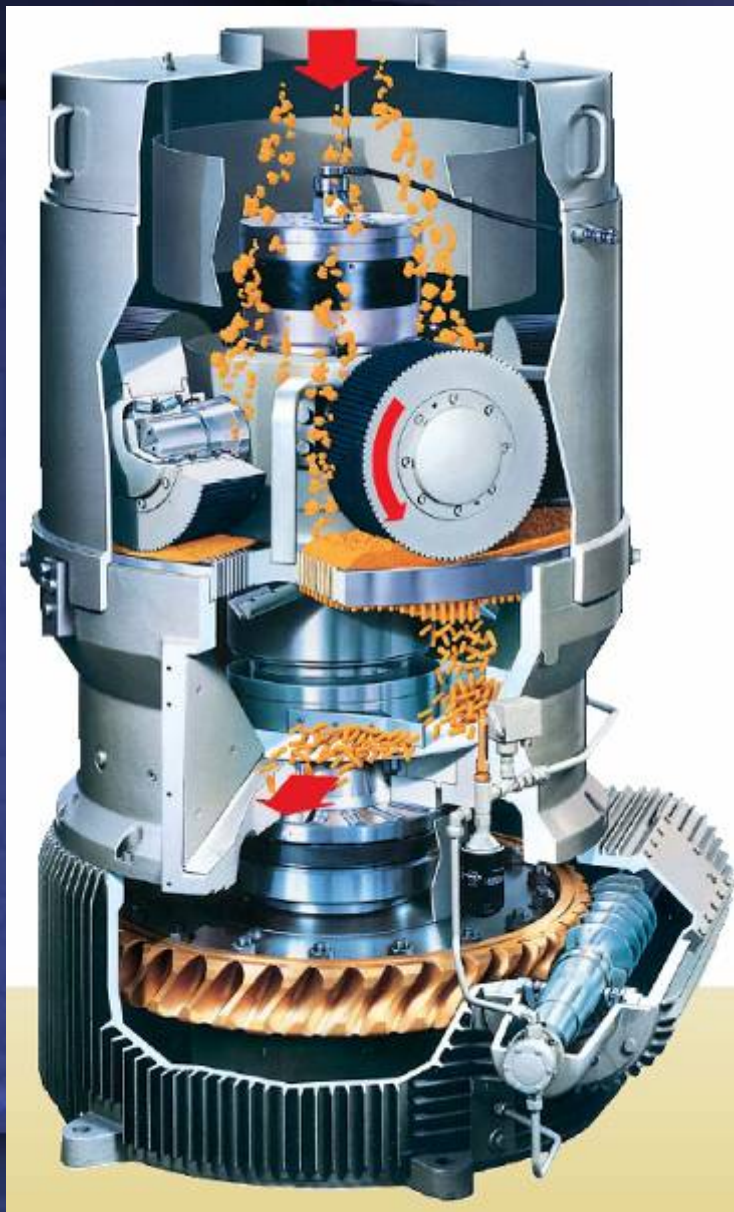


MSZK 90 bylo připraveno na provozní teplotu 65 – 85°C najetím s dřevěnými štěpkami. Po úplném zahřátí zařízení MSZK 90 byla hmota rovnoměrně nakládána na přiváděcí pás a dopravena do MSZK 90.

Vzorek č.	Uhelný prach %	Škrob %
1	98	2
2	97	3
3	95	5
4	93	7
5	91	9

Se systémem strojů nebylo dosaženo zhuštění uhelného prachu se základním množstvím 2 % škrobu (vzorek č.1), ale ani se zvýšeným podílem škrobu (vzorek č.2–5). Tvrdé hnědé uhlí, které bylo použito při zkoušce, je velmi špatný vodič tepla a z materiálového hlediska má velmi špatnou klouzavost, aby mohlo být lisováno na strojním systému MSZK

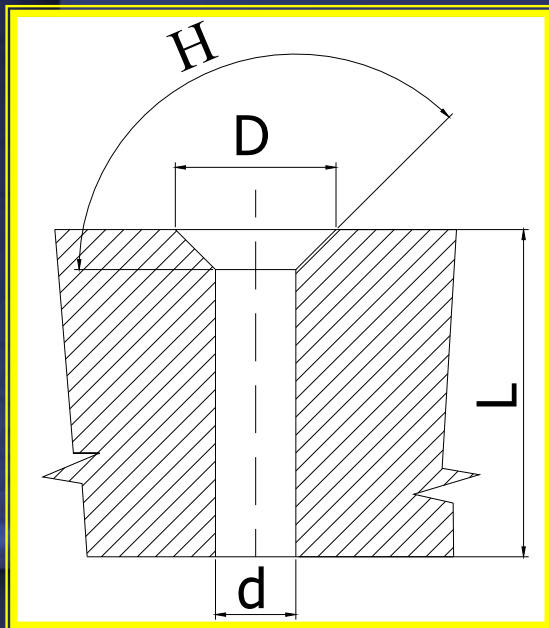
Volba technologie výroby paliva



Volba technologie výroby paliva

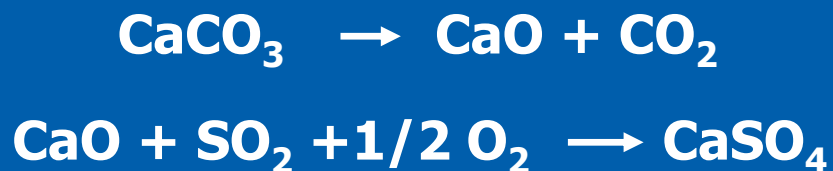
Legenda:

- D** průměr náběhu kanálku
- d** průměr lisovacího kanálku
- L** výška raznice tzn. délka lisovacího kanálku
- H** úhel náběhu. Je specifický pro každý materiál (největší je u dřeva, nejmenší je např. u mouky)



Složky ekologického paliva

Aditivační činidlo a pojivo



- Zdroj vápenného kationtu Ca^{2+}
- (vápenec, hydrát, soda)
- Obsah činidla přidávaný do směsi byl stanovován s ohledem na obsah S^d ve vsázkové uhelné hmotě tak, aby při spalovacím procesu byly vytvořeny „optimální předpoklady“ pro vznik CaSO_4 vázaného v popelovině

pojivo - příměs přidávaná do směsi za účelem zlepšení procesu lisování (zlepšení lisovacích vlastností, dosažení vyšší pevnosti briket vysušení)

Laboratorní ověření účinnosti jednotlivých druhů aditiv

- vápenec z Hydčic,
- vápenec z Čížkovic,
- vápenný hydrát z Loděnice,
- vápenný hydrát z Čertových schodů,
- kalcinovaná soda, kvalita p.a.

Parametr	Surovina pro aditivaci			
	Hydčice	Čížkovice	Loděnice	Čertovy schody
Obsah veškeré vody W_t^r (% hm.)	0,80	1,48	2,07	0,71
Ztráta žíháním při 1000°C (% hm.)	38,20	32,70	31,19	22,80
Obsah CaO v sušině (% hm.)	44,94	43,12	58,62	72,33
Obsah MgO v sušině (% hm.)	4,30	0,40	1,32	0,20
Obsah CaCO ₃ v sušině (% hm.)	80,21	76,96	-	-
Obsah MgCO ₃ v sušině (% hm.)	8,99	0,84	-	-
Obsah S _t ^d v sušině (% hm.)	0,05	0,19	0,05	0,03

Laboratorní ověření účinnosti jednotlivých druhů aditiv

- Připraveno celkem 79 vzorků
- Vstupní uhlí (hp1 a O2)
- Přídavek aditiva v rozsahu 1-10% hm.
- Aditivované vzorky byly nejdříve vysušeny v sušárně při teplotě 105 – 110°C do konstantní hmotnosti.
- Vysušené aditivované dílčí vzorky byly potom žíhány v muflové peci při teplotě 900°C s postupným nárůstem teploty a s časovou prodlevou (30 min.) při teplotě 700°C.
- Zjištěna ztráta žíháním každého aditivovaného dílčího vzorku.
- V takto získaném popelu jednotlivých vzorků byl stanoven celkový obsah síry S_t^d (ČSN 44 1379).



Vápenný hydrát z Loděnic (max. 7% hm.)

Shrnutí stanovených cílů

Ekologické palivo:

- **Uhelná hmota**
- **Biomasa**
- **Energeticky využitelných produktů**
- **Aditivační činidlo, pojivo**
- **Zrnitost 10-20 mm (ořech 2)**
- **Prstencový lis s plochou maticí**
- **Využití pro malé spotřebiče s roštovým ohništěm**
- **Splňuje emisní limity pro oxid siřičitý**
- **Konkurenceschopné**

První provozní spalovací zkoušky

Označení	Uhlí díly	Váp. hydrát	Vápenec	Sláma	Šťovík
Palivo1	100	6	0	0	0
Palivo2	100	6	4	0	0
Palivo3	100	6	0	10	0
Palivo4	100	6	0	0	10

Palivo	SO ₂ [mg.m ⁻³]	účinnost odsíření[%]
Palivo1	1544	34,8
Palivo2	1354	42,8
Palivo3	1736	26,7
Palivo4	1482	37,4

Průměrný stupeň odsíření byl cca 37 %

Emisní limit pro střední zdroje byl hluboce podkročen

Ověřování použití biomasy a energeticky využitelných produktů



Vzorek č.1	
Složka	[% hm.]
Hnědé uhlí	38,85
Energetický šťovík	38,85
Vápenný hydrát	4,31
SOKRAT V 2802A	0,72
Voda	17,27

Vzorek č.3	
Složka	[% hm.]
Hnědé uhlí	38,85
Energetický šťovík	31,65
Vápenný hydrát	4,32
Papír (odpadní)	7,19
SOKRAT V 2802A	0,72
Voda	17,27

Ověřování použití biomasy a energeticky využitelných produktů

Vzorek č.11	
Složka	[% hm.]
Hnědé uhlí	38,85
Energetický št'ovík	31,65
Vápenný hydrát	4,32
SOKRAT V 2802A	0,72
PET	7,19
Voda	17,27

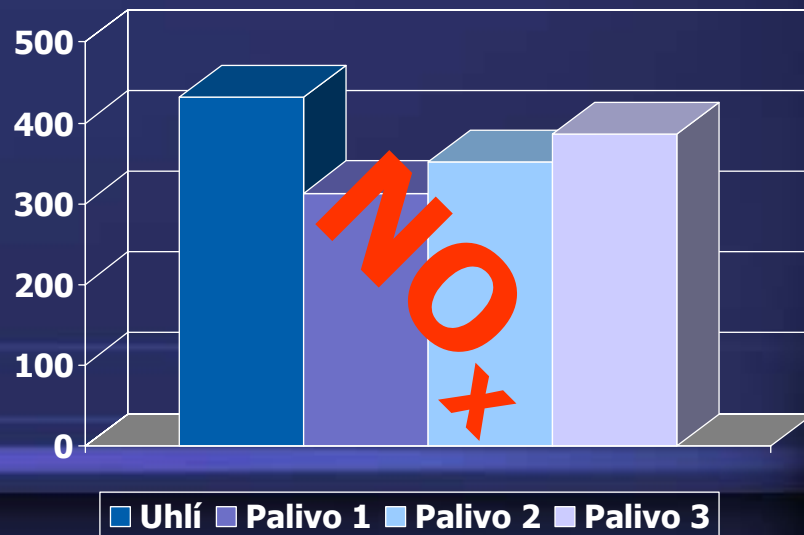
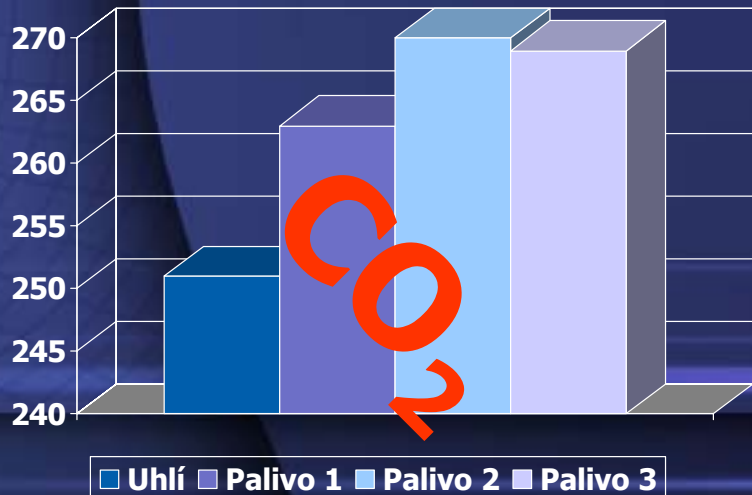
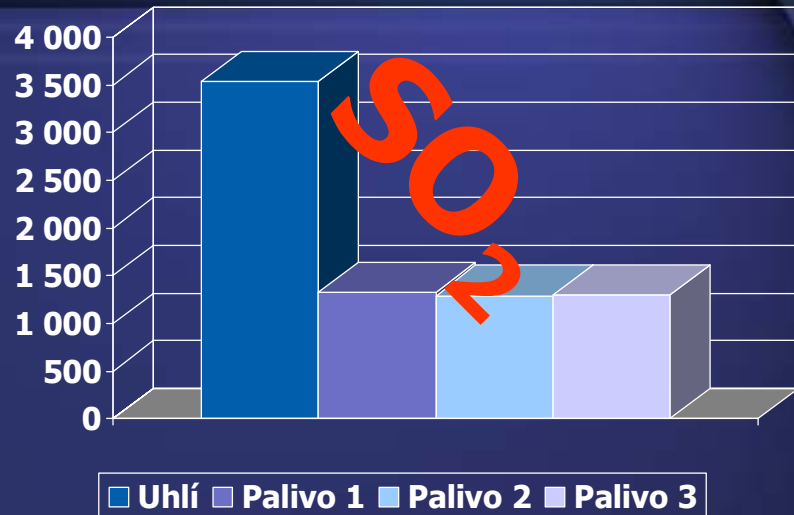


Příprava paliva pro provozní spalovací zkoušky



Provozní spalovací zkoušky

Výzkumné energetické centrum VŠB-TU Ostrava



Další směry vývoje



TAP Rumpold a.s.



Kukuřičné oklasky



Pyrolýza z pryže



Odpadní papír

Další směry vývoje



Odpad ASR



TAP Rumpold a.s.



Odpadní grafit



Dřevěné uhlí

Ověření hydrofobizace paliva

- Pro zlepšení užitných vlastností briket
- Použití přísad (používající se ve stavebnictví, zejména jako přísady do betonů, malt, omítek či na úpravu kamene)
- Pouze v případě průmyslové výroby

Krátkodobý styk s vodním prostředím

Neupravené palivo



Upravené palivo



Ověření hydrofobizace paliva

- Pro zlepšení užitných vlastností briket
- Použití přísad (používající se ve stavebnictví, zejména jako přísady do betonů, malt, omítek či na úpravu kamene)
- Pouze v případě průmyslové výroby

24 hodinový styk s vodním prostředím

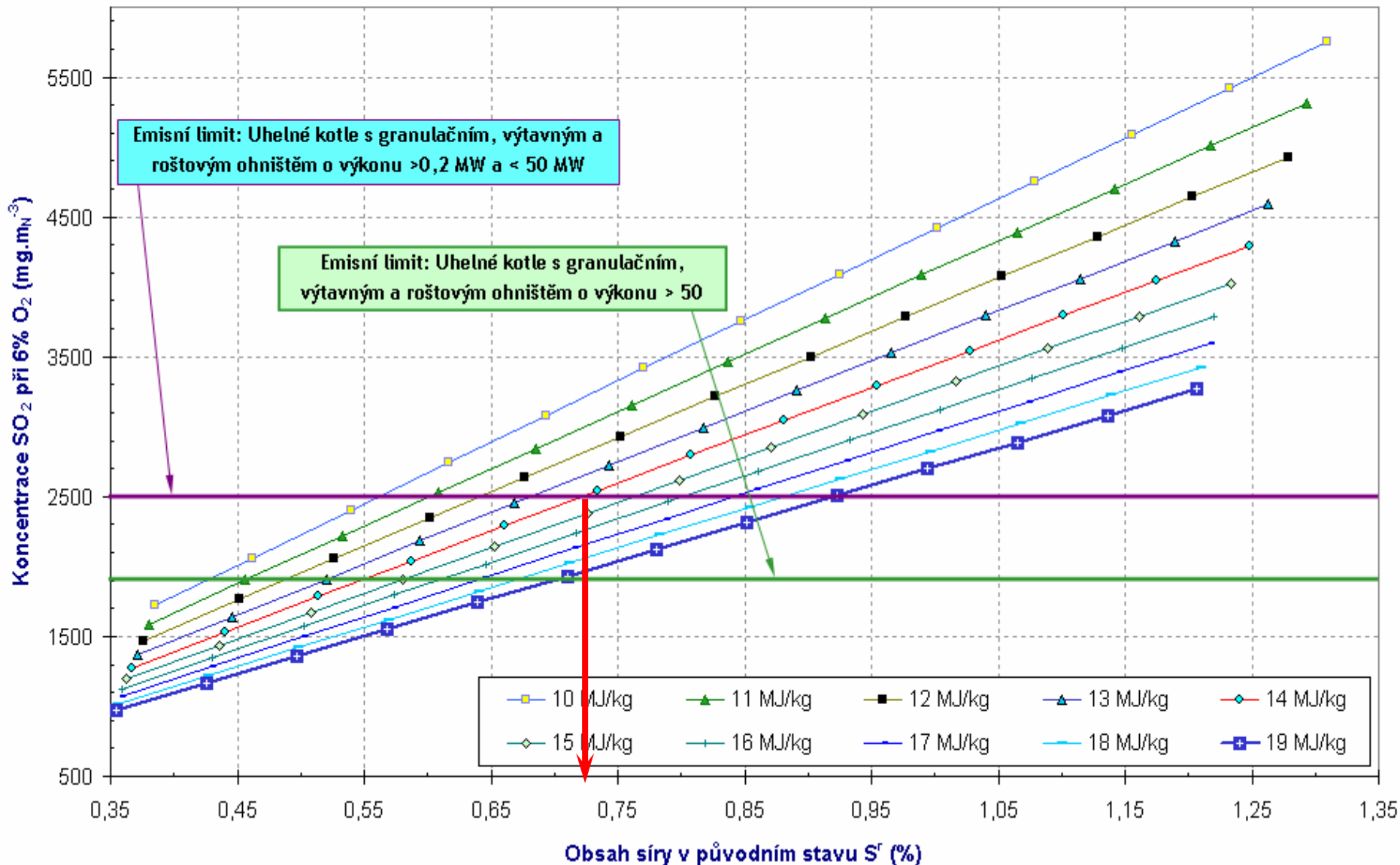
Neupravené palivo



Upravené palivo

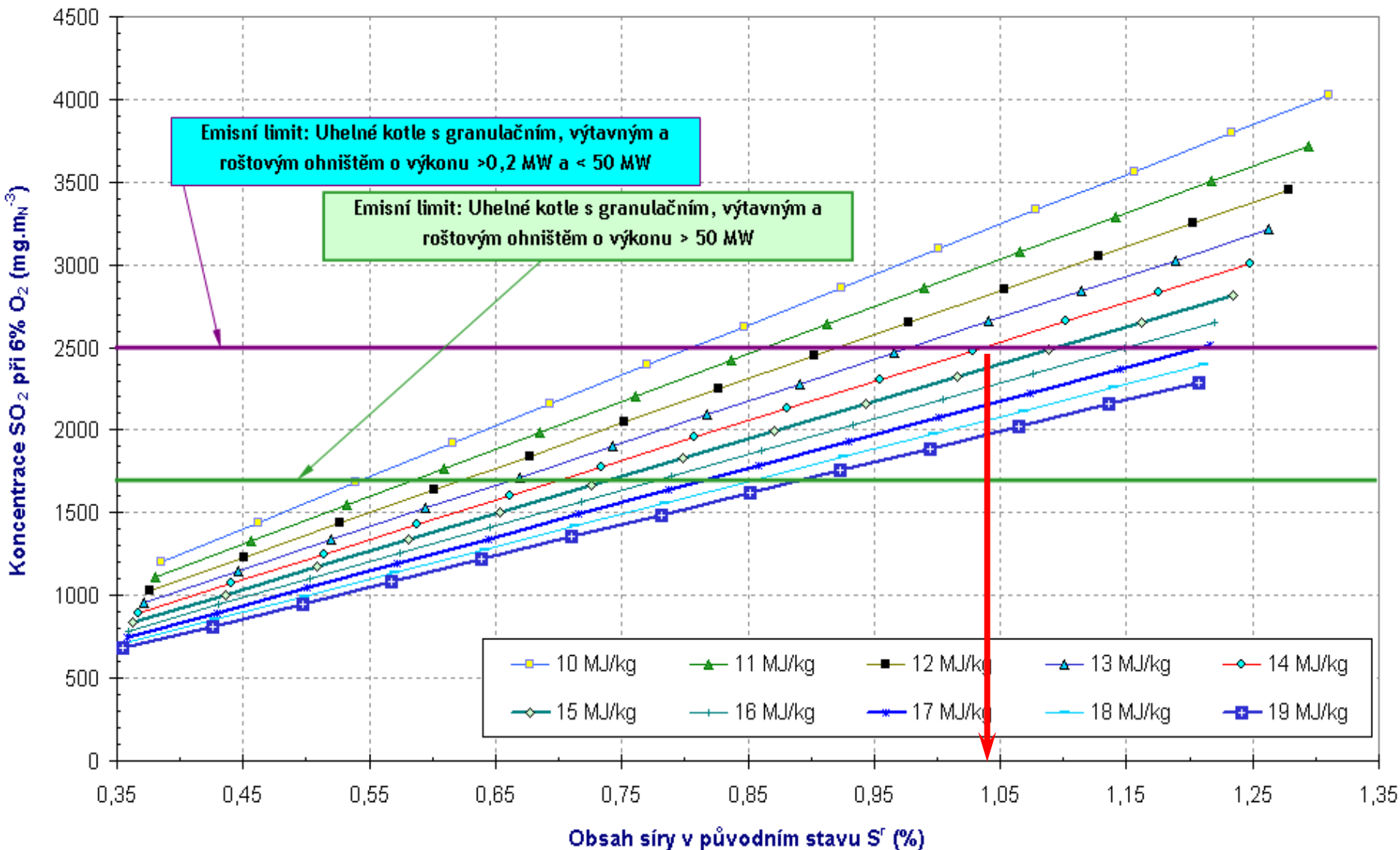


Teoretický výpočet emisí SO₂ pro MHU (podle výhřevnosti a obsahu S')



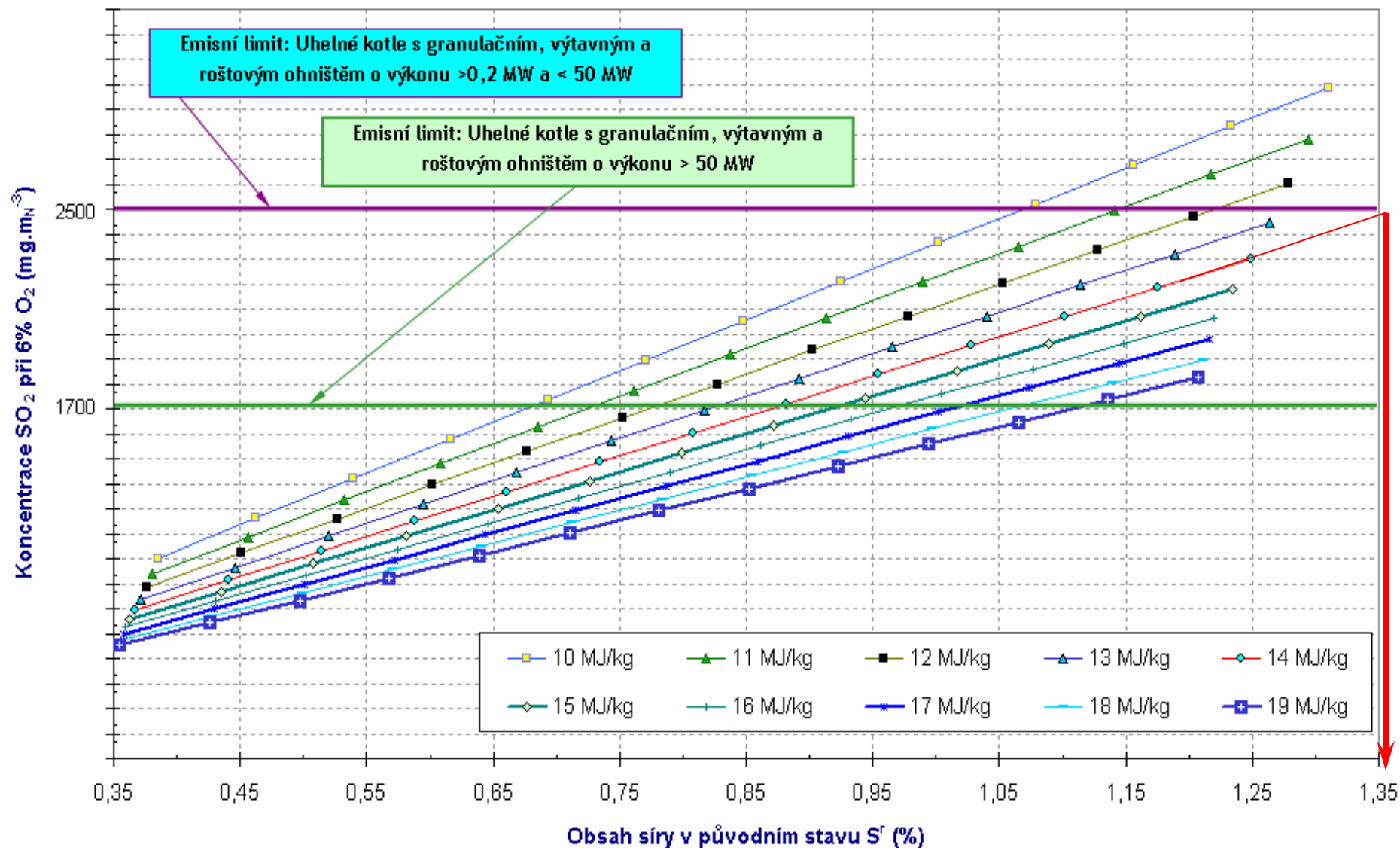
Teoretický výpočet emisí SO₂

pro aditivované MHU s účinností odsíření 30 % (podle výhřevnosti a obsahu S')



Teoretický výpočet emisí SO_2

pro aditivované MHU s účinností odsíření 60 % (podle výhřevnosti a obsahu S')

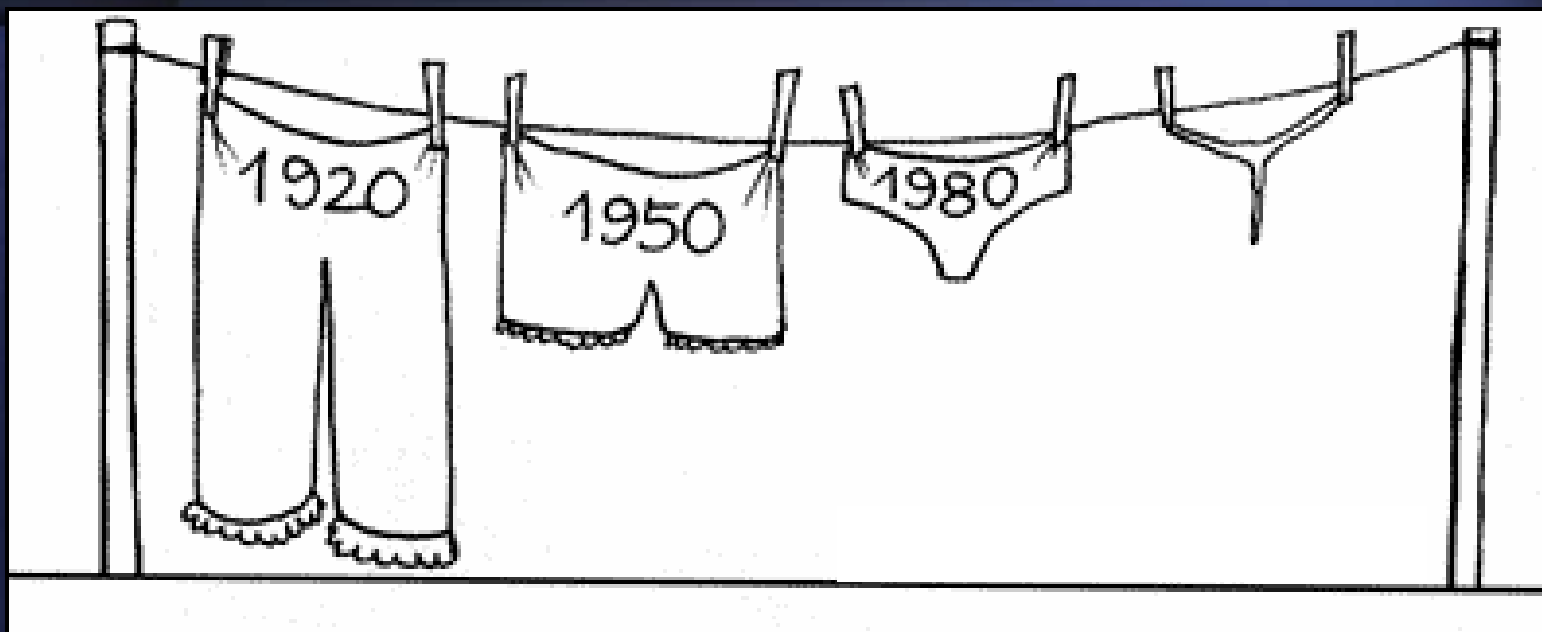


Závěr a přínosy řešení

- **Bylo vyrobeno, laboratorně a provozně odzkoušeno nové palivo**
- **Byl kladen důraz na minimalizaci nákladů (pojiva, aditiva)**
- **Při spalování bylo dosaženo 60% odsíření**
- **Předběžná ekonomická analýza prokázala konkurenceschopnost paliva**

- **Využití těžko odbyitelných jemnozrnných frakcí,**
- **Využití vysokosirných hnědých uhlí**
- **Využití vybraných druhů spalitelných odpadních látek**
- **Využití obnovitelných zdrojů energie na bázi biomasy,**
- **Využití nových typů výrobků na stávajících moderních typech spalovacích zařízení, bez nutnosti jejich konstrukčních úprav.**

Důkaz globálního oteplování



Děkuji za pozornost