

***ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY
VÝROBY A VYUŽITÍ
PORTLANDSKÝCH CEMENTŮ SMĚSNÝCH***

*Potenciál změn sortimentní skladby cementů
podle ČSN EN 197-1
v souvislosti se systémem obchodování s povolenkami
na emise skleníkových plynů*

Ing. Jan Gemrich

říjen 2008



● Českomoravský cement, a.s.
nástupnická společnost

závod Králův Dvůr
závod Radotín
závod Mokrá

● Holcim (Česko) a.s. – Prachovice
člen koncernu

● Cement Hranice, a.s.

● Lafarge Cement, a.s. - Čížkovice



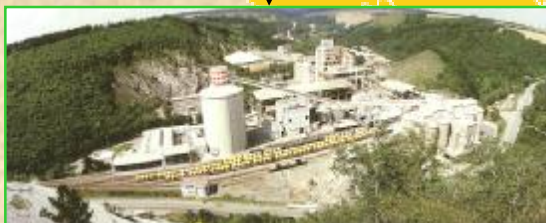
Lafarge Cement, a.s. - Čížkovice



Holcim (Česko) a.s. – Prachovice
člen koncernu



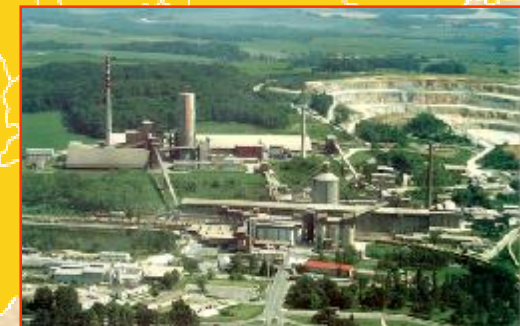
Českomoravský cement, a.s. - závod Králův Dvůr
nástupnická společnost



Českomoravský cement, a.s. - závod Radotín
nástupnická společnost



Českomoravský cement, a.s. - závod Mokrá
nástupnická společnost

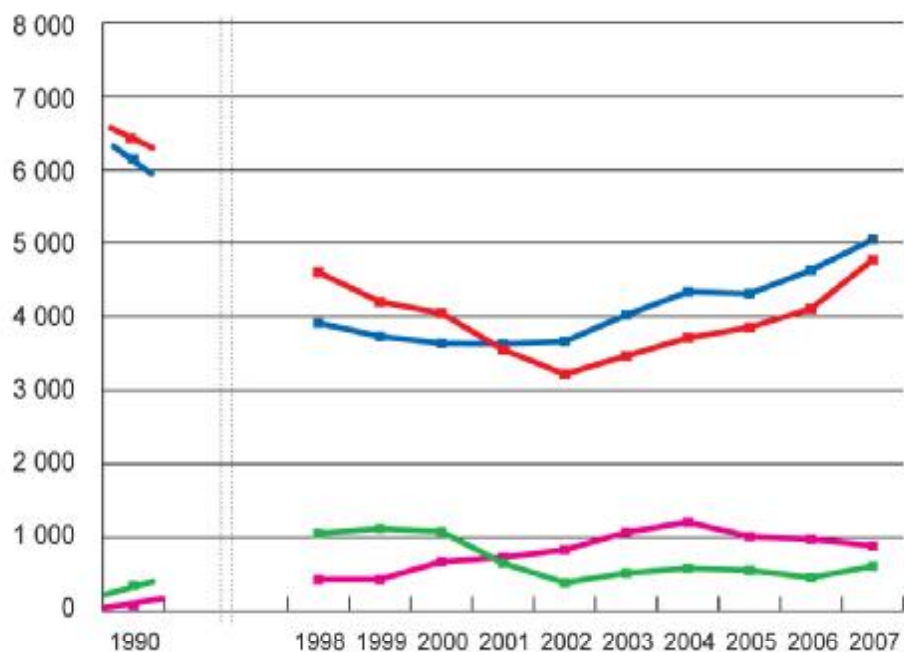


Cement Hranice, a.s.



Cement - výroba, spotřeba, vývoz a dovoz
Cement production, consumption, exports and imports

1990; 1998 - 2007



	2007	2007 / 2006
■ výroba / production	4 767 kt	+ 16,1 %
■ domácí spotřeba / domestic consumption	5 044 kt	+ 9,0 %
spotřeba na obyvatele / consumption per capita	485 kg	+ 5,9 %
■ vývoz / exports	611 kt	+ 33,7 %
■ dovoz / imports	888 kt	- 9,3 %

SVAZ VÝROBCŮ
CEMENTU ČR

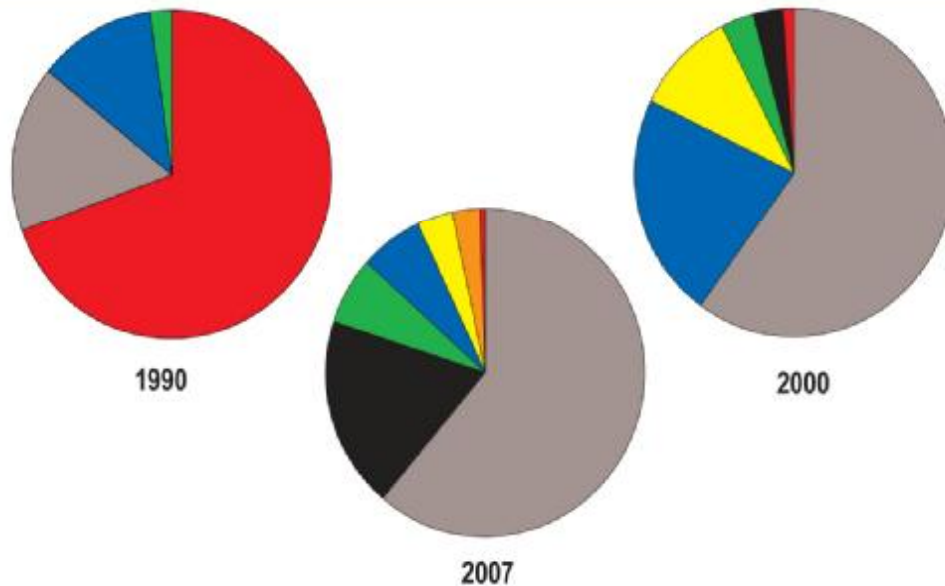
Agregované údaje
-
**výroba a spotřeba cementu,
export a import**

ČSN EN 197-1 Cement pro obecné použití

DRUHY A SLOŽENÍ CEMENTŮ														
Hlavní druhy	Označení 27 druhů cementů pro obecné použití 197-1 ČSN EN		Složení (poměry složek podle hmotnosti)											
			Hlavní složky								Doplňující složky			
			Slínek	VSP struska	Křemičitý úlet	Pucolány		Popílky		Kalcinovaná břidlice			Vápenec	
						Přírodní	Přír. kalc.	Křemičité	Vápenaté				L	LL
K	S	D	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Portlandský cement	CEM I	95-100									0-5		
	Portlandský struskový cement	CEM II/A-S CEM II/B-S	80-94 65-79	6-20 21-35								0-5 0-5		
CEM II	Portlandský cement s křemičitým úletem	CEM II/A-D	90-94		6-10							0-5		
	Portlandský pucolánový cement	CEM II/A-P	80-94			6-20						0-5		
		CEM II/B-P	65-79			21-35						0-5		
		CEM II/A-Q	80-94				6-20					0-5		
		CEM II/B-Q	65-79				21-35					0-5		
	Portlandský popílkový cement	CEM II/A-V	80-94					6-20				0-5		
		CEM II/B-V	65-79					21-35				0-5		
		CEM II/A-W	80-94						6-20			0-5		
		CEM II/B-W	65-79						21-35			0-5		
	Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí	CEM II/A-T	80-94							6-20		0-5		
		CEM II/B-T	65-79							21-35		0-5		
	Portlandský cement s vápencem	CEM II/A-L	80-94								6-20	0-5		
		CEM II/B-L	65-79								21-35	0-5		
		CEM II/A-LL	80-94									6-20 0-5		
CEM II/B-LL		65-79									21-35 0-5			
Portlandský směsný cement	CEM II/A-M	80-94	◀ 6-20 ▶								0-5			
	CEM II/B-M	65-79	◀ 21-35 ▶								0-5			
CEM III	Vysokopecní cement	CEM III/A	35-64	36-65								0-5		
		CEM III/B	20-34	66-80								0-5		
		CEM III/C	5-19	81-95								0-5		
CEM IV	Pucolánový cement	CEM IV/A	65-89		◀ 11-35 ▶							0-5		
		CEM IV/B	45-64		◀ 36-55 ▶							0-5		
CEM V	Směsný cement	CEM V/A	40-64	18-30	◀ 18-30 ▶						0-5			
		CEM V/B	20-39	31-50	◀ 31-50 ▶						0-5			

Paliva používaná při výrobě cementu
Fuels used in cement production

1990; 2000; 2007

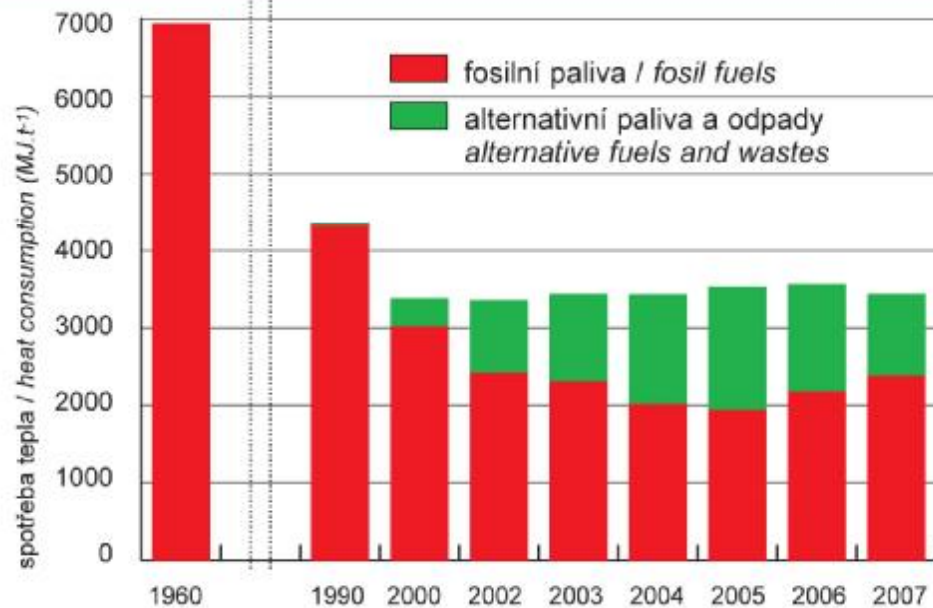


paliva / fuels	1990	2000	2007
zemní plyn / natural gas	69,6 %	1,0 %	0,3 %
černé uhlí / coal	16,4 %	54,0 %	61,2 %
těžký topný olej / heavy fuel oil	12,0 %	20,0 %	6,6 %
použité pneu / used tyres	2,0 %	3,0 %	6,7 %
jiná kapalná paliva / other liquid fuels	-	9,3 %	3,4 %
jiná tuhá paliva / other solid fuels	-	2,5 %	18,8 %
biomasa / biomass	-	0,2 %	3,0 %

Agregované údaje
-
palivová základna

Spotřeba tepla na výpal slínku
Heat consumption for clinker burning

1960; 1990 - 2007



rok / year	1960	1990	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
DP (%)	0	76	100	100	100	100	100	100	100
AF (%)	0	1	11	28	33	41	45	39	32
HC (MJ.t ⁻¹)	6 938	4 356	3 379	3 352	3 436	3 430	3 520	3 564	3 493
FF (MJ.t ⁻¹)	6 938	4 312	3 011	2 413	2 302	2 009	1 936	2 178	2 378

DP podíl suchého výrobního způsobu s výměníky tepla

dry process kilns with suspension preheaters

AF podíl alternativních paliv / *alternative fuels ratio*

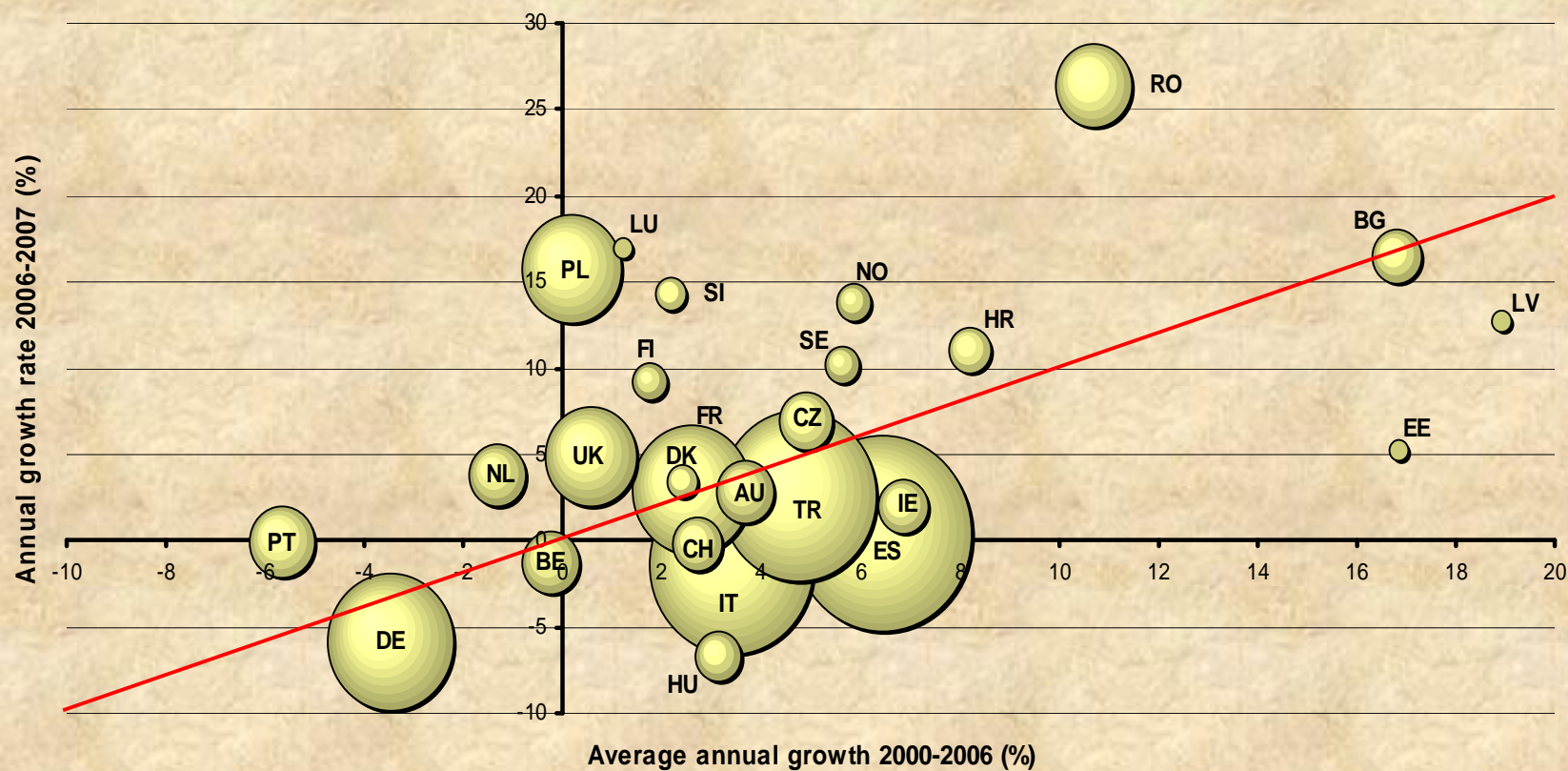
HC celková spotřeba tepla / *total heat consumption*

FF spotřeba fosilních paliv / *fossil fuels consumption*

Agregované údaje

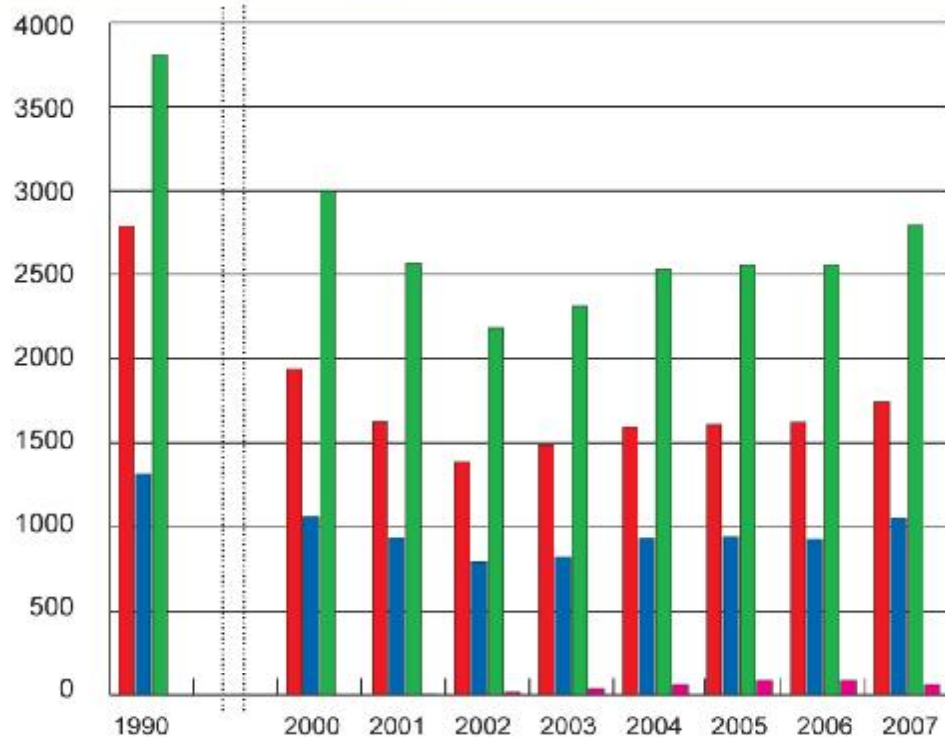
**-
spotřeba tepla**

Dynamika spotřeby cementu v Evropě v letech 2000 - 2007



Emise CO₂ cementáren
Cement industry green house gas CO₂ emissions

1990; 2000 - 2007



emise CO₂ / CO₂ emissions

rok / year	(kt)	1990	2000	2007
■ z kalcinace / from calcination		2 789	1 937	1 742
■ ze spálení paliv / from fuels		1 316	1 063	1 054
■ celkem / summary		3 805	3 000	2 796
■ biomasa / biomass		0	2	59

SVAZ VÝROBCŮ
CEMENTU ČR

Agregované údaje

*-
emise CO₂*

Kjótský protokol, závazky a bilance

Problematika emisí skleníkových plynů

1. Kjótský protokol o změně klimatu

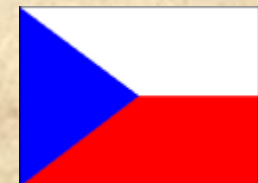
- rámcová úmluva OSN o změně klimatu
- GHG – 82 % CO₂
- závazek ČR - 8 % mezi roky 1990 - 2012

2. Stručná evropská a světová emisní bilance

- odmítnutí USA a pochybnosti Ruska
- odchylky od aktuálního lineárního plnění cílového programu v r. 2001
Irsko +24 %, Španělsko +23 %, Portugalsko +22 %, Rakousko +17 %
Švédsko -6 %, Německo -7 %, Lucembursko -30 %
EU +2,1 %

3. Inventarizace skleníkových plynů v ČR

- 163,2 Mt CO₂ r. 1990, 123,4 Mt CO₂ r. 1995, 124,2 Mt CO₂ r. 2000
- -24,4 % 1995/1990, -23,9 % 2000/1990



Směrnice 2003/87/ES a program EU pro obchodování emisními limity

1. Průmyslové sektory a energetika

- neželezné kovy, železo a ocel, cement, vápno, sklo a papír

2. Etapa – vykazovací r. 2005 - 2007

- průběžné doladování metodologie, r. 2006 – vyhodnocení účinnosti (povolení – permit, emisní kredit – allowance)
- otázka začlenění kreditů z JI, CDM

3. Etapa – obchodovací r. 2008 – 2012

- spojení evropského obchodního schématu ETD s Kjotským systémem
- výrazné snížení přidělovaných povolenek – dosud zdarma



Emisní obchodovací období 2008 – 2012 cement



Dostatečnost povolenek na emise skleníkových plynů pro výrobu cementu v ČR pro roky 2008 – 2012.

V roce	2004	bylo v ČR vyrobeno	3 018 kt	slínku s měrnou emisí	0,857 t CO ₂ /t slínku
	2005		3 045 kt		0,866 (vč. biomasy)
	2006		3 288 kt		0,868
	2007		3 837 kt		0,862
		průměr		0,863 CO₂/t slínku	
V roce	2004	bylo v ČR vyrobeno	3 709 kt	cementu s měrnou emisí	0,697 t CO ₂ /t cementu
	2005		3 880 kt		0,680 (vč. biomasy)
	2006		4 105 kt		0,695
	2007		4 767 kt		0,694
		průměr		0,692 CO₂/t cementu	

Příděl povolenek na roky 2008 – 2012 pro výrobu cementu v ČR činí 2 804 087 povolenek.

Uvedený příděl povolenek postačuje

na výrobu slínku	3 249 232 tun ročně,
na výrobu cementu	4 052 149 tun ročně.

Návrh revize Směrnice 2003/87/ES období r. 2013 – 2020 (2030 – 2050)

1. Politický klíčový nástroj

- Směrnice EU ETS vyhlášena nástroj ke snižování emisí
- reálný potenciál a stav ekonomika jednotlivých zemí nebere v úvahu

2. Nejpodstatnější změna

- celková alokace stanovená administrativně ze základny emisí 2005
- s ročním snižováním o 1,74%
- jednoznačné omezení hospodářského rozvoje

3. Podstatná změna metody alokace povolenek

- aukční nákup povolenek od roku 2013

4. Konečná podoba Směrnice v r. 2011

- výrazná investiční nejistota



Očekávaný nárůst přímým nákladů na povolenky v poměru k tržbám (obratům) jednotlivých sektorů

Přímý dopad	BAU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Výroba skla	0,0%	0,7%	1,0%	1,3%	1,5%	1,8%	2,0%	2,2%	2,5%
Výroba papíru	0,0%	0,9%	1,2%	1,4%	1,7%	2,0%	2,2%	2,5%	2,8%
Výroba vápna	0,0%	4,9%	6,7%	8,5%	10,2%	12,0%	13,5%	15,1%	16,6%
Výroba cementu	0,0%	6,7%	9,2%	11,7%	14,1%	16,6%	18,6%	20,8%	22,8%
Výroba cihel	0,0%	1,2%	1,7%	2,2%	2,6%	3,1%	3,5%	3,9%	4,2%
Hutní výroba	0,0%	3,8%	4,3%	4,8%	5,2%	5,7%	6,1%	6,5%	6,8%
Výroba elektřiny	0,0%	19,6%	19,6%	19,6%	19,6%	19,6%	19,6%	19,6%	19,6%
Výroba elektřiny a tepla (teplárny, výtopny)	0,0%	24,9%	26,7%	28,3%	29,8%	31,2%	32,4%	33,5%	34,5%

Očekávaný nárůst celkových nákladů v poměru k tržbám jednotlivých sektorů

Celkový dopad	BAU	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Výroba skla	0,0%	1,7%	2,1%	2,4%	2,7%	3,1%	3,3%	3,6%	3,9%
Výroba papíru	0,0%	3,3%	3,7%	4,1%	4,6%	5,1%	5,5%	5,9%	6,3%
Výroba vápna	0,0%	11,7%	13,9%	16,1%	18,3%	20,6%	22,4%	24,4%	26,3%
Výroba cementu	0,0%	16,1%	19,1%	22,2%	25,2%	28,3%	30,9%	33,6%	36,2%
Výroba cihel	0,0%	3,0%	3,5%	4,1%	4,7%	5,3%	5,7%	6,2%	6,7%
Hutní výroba	0,0%	7,8%	8,6%	9,4%	10,2%	11,0%	11,6%	12,3%	12,9%
Výroba elektřiny	0,0%	26,7%	26,7%	26,8%	26,8%	26,8%	26,8%	26,9%	26,9%
Výroba elektřiny a tepla (teplárny, výtopny)	0,0%	33,9%	36,4%	38,6%	40,6%	42,7%	44,3%	45,8%	47,3%

Hypotetické zvýšení cen (snížení marží) vybraných komodit

Komodita	Měrná jednotka	Emisní faktor	Zvýšení ceny (Kč/m.j.)	Přímý dopad na cenu (%)
Vápno	tuna	1 t CO ₂	750	21-38%
Cement	tuna	0,7 CO ₂	525	26-35%
Ocel	tuna	2 t CO ₂	1500	6-15%
Papír	tuna	0,5 t CO ₂	375	3,1-3,8%
Elektřina - uhlí	MWh	1,17 t CO ₂	877,5	29-59%
Elektřina - OZE	MWh	0 t CO ₂	0	0%
Elektřina - jádro	MWh	0 t CO ₂	0	0%
Teplo – zemní plyn	GJ	75 kg CO ₂	56	10-14%
Teplo – hnědé uhlí	GJ	150 kg CO ₂	110	28-45%
Teplo - biomasa	GJ	0 kg CO ₂	0	0%

Nejohroženější odvětví

1. Teplárenství

**u zdrojů využívajících jako palivo hnědé uhlí
hrozí rozpad soustav a
návrat k vytápění v lokálních zdrojích
s horšími emisními parametry a
s negativními dopady na kvalitu ovzduší**

2. Výroba cementu a vápna

**aukce povedou k výraznému zvýšení nákladů
při ceně nad €30 riziko přemístění výroby mimo EU
možnost snižovat emise pouze snižováním objemu výroby**

Dopady na ceny v ČR

+ (26 – 35) % cement



+ (29 – 59) %



+ (6 – 15) %



ocel

vápno

+ (21 – 38) %

elektrina

+ (3,1 – 3,8) %



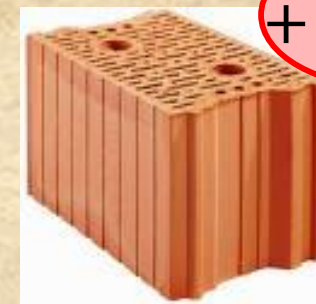
vlákniny, papír, lepenky

+ 3,9 %



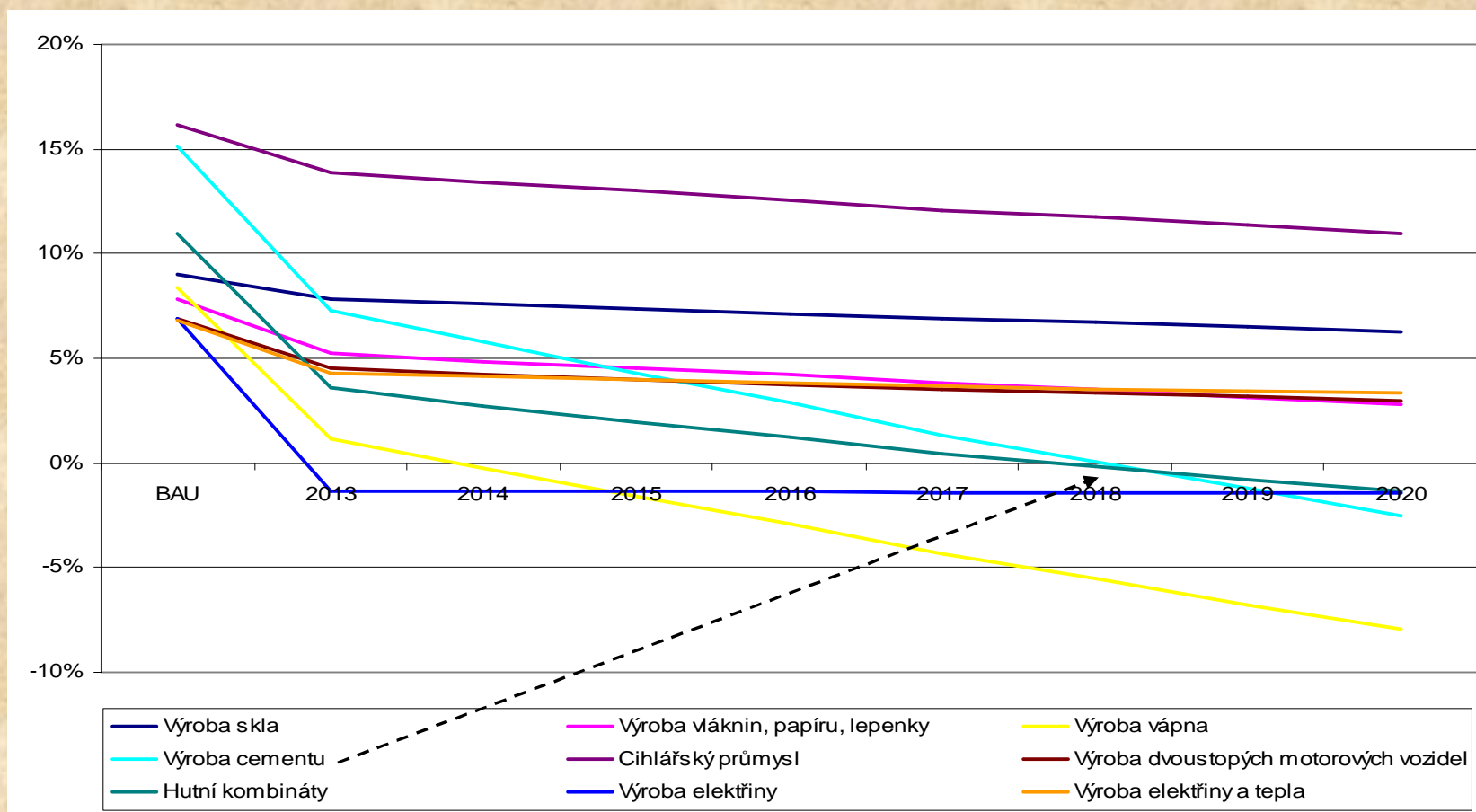
sklo

+ 6,7 %



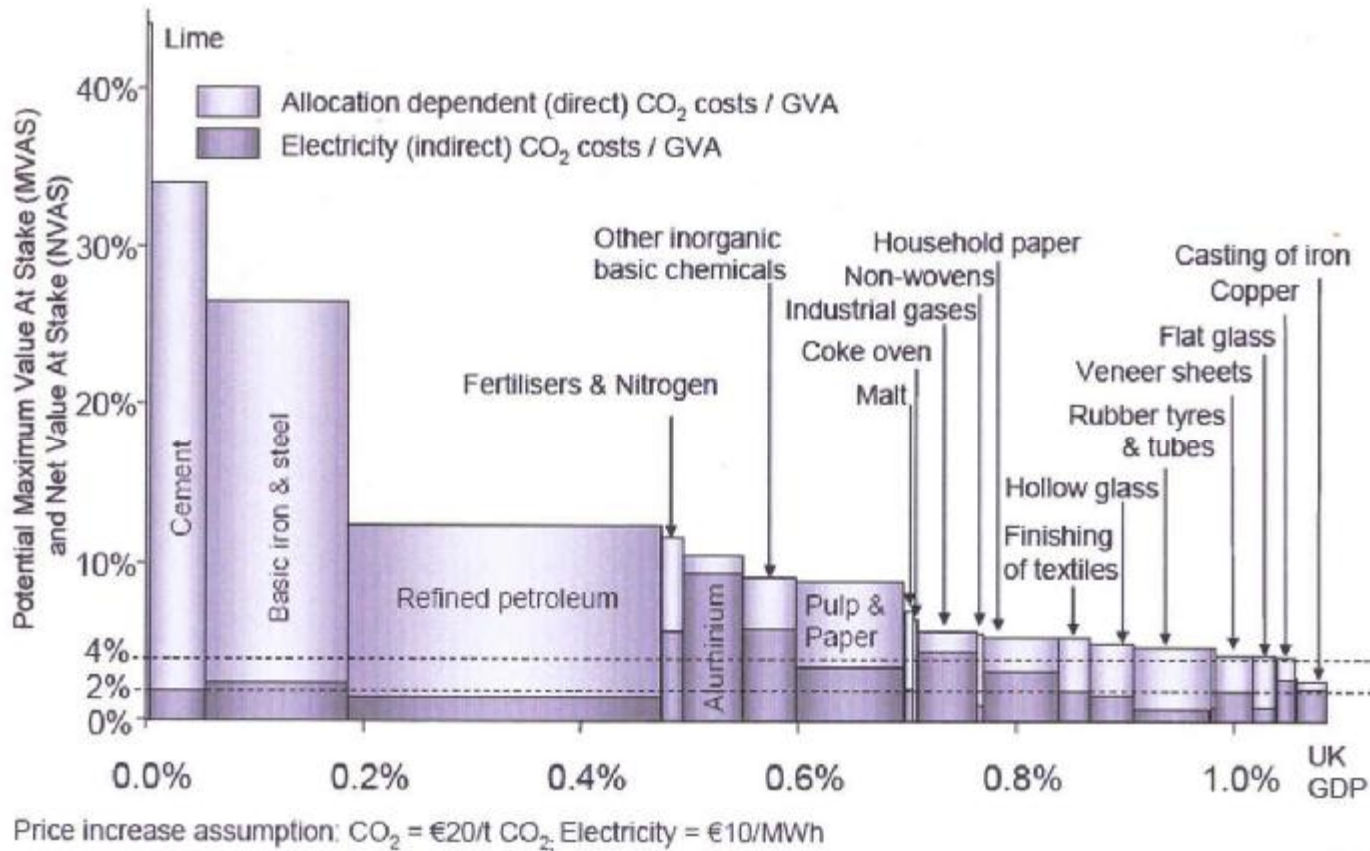
cihlářské
výrobky

Zvýšení nákladů a snížení konkurenceschopnosti vlivem EU ETS

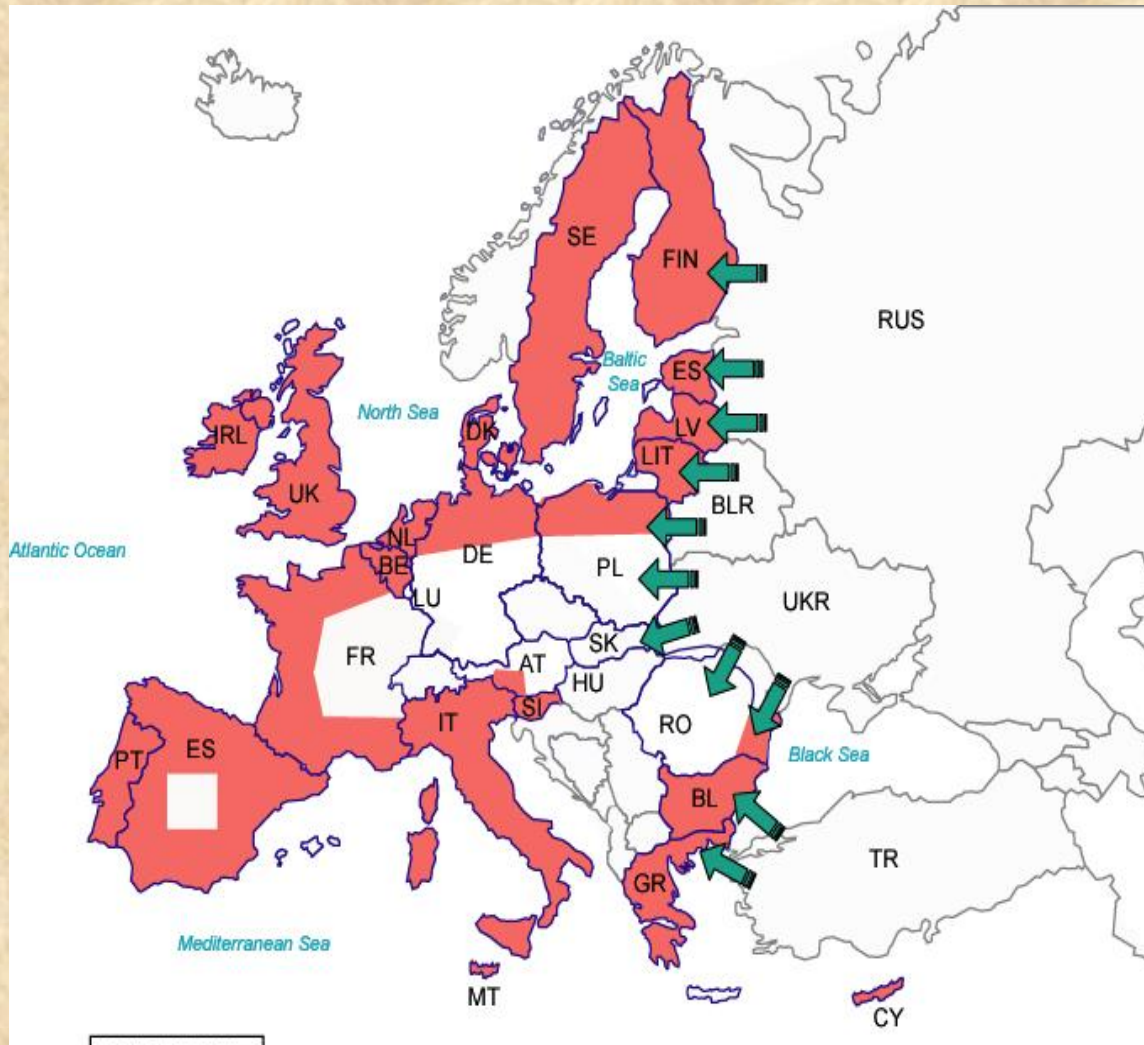


Studie SPD ČR – Očekávané dopady systému emisního obchodování

Carbon leakage



Carbon leakage



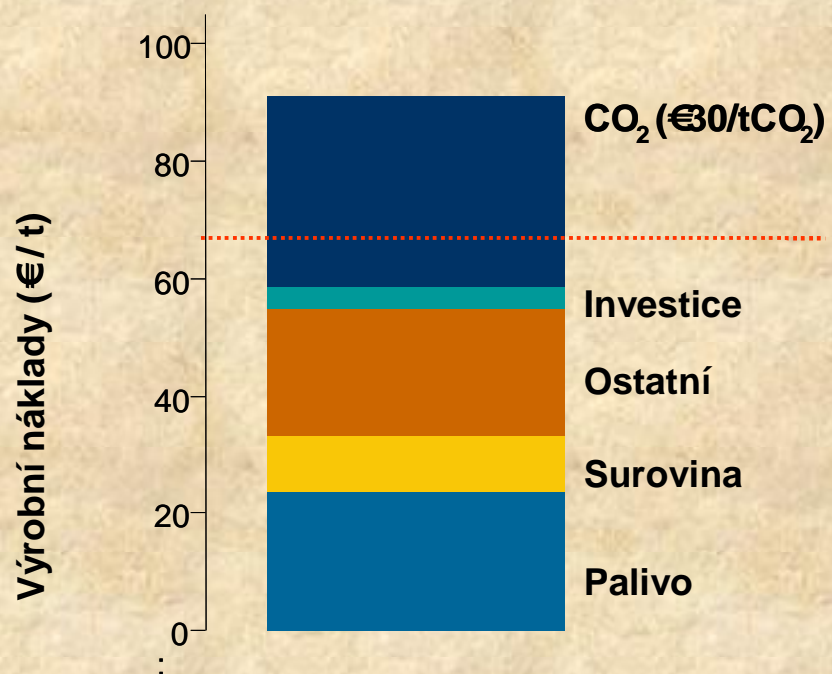
**Dovoz slínku a cementu
ze zemí bez systému
obchodování CO₂**

**Doprava po souši
300 km**

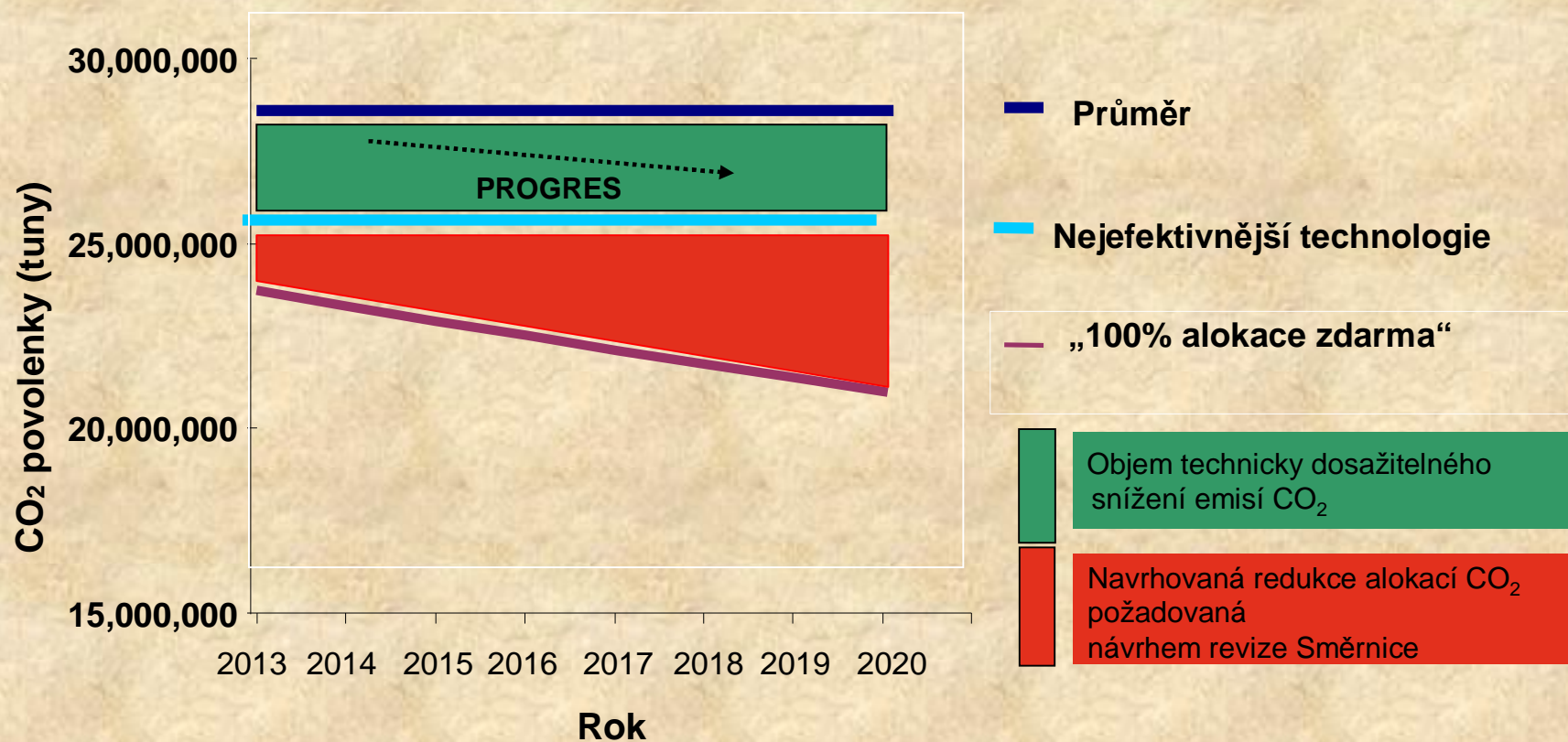
**Námořní doprava
700 km**

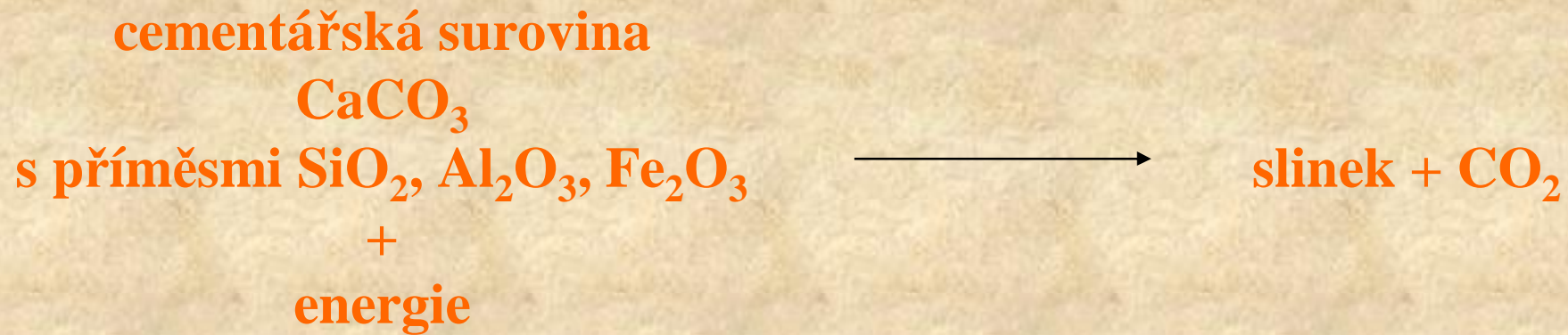
Nákladový model - produkce cementu v EU

Promítnutí ceny povolenky na emise skleníkových plynů do nákladů



Alokace povolenek cementářskému sektoru výpočet podle návrhu revize Směrnice EU ETS





Procesní emise z rozkladu CaCO₃ (cca 2/3 emisí) ovlivnit NELZE.

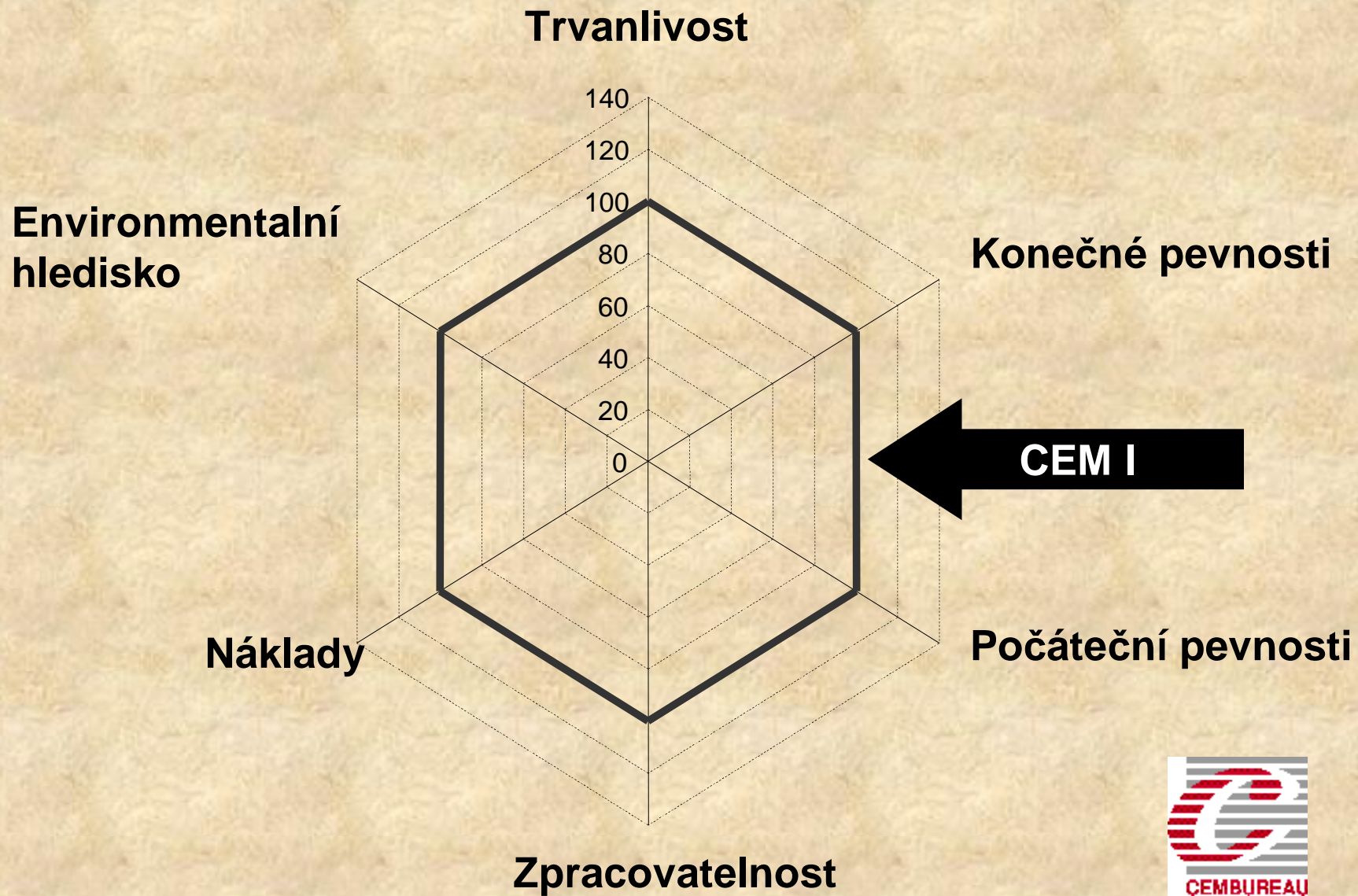
Palivové emise ze spálení paliva na výpal (cca 1/3 emisí) úspory do max. 2,2%

Hlavní úspory nikoliv ve výrobě slínku, ale ve směsnosti cementu

ČSN EN 197-1 Cement pro obecné použití

DRUHY A SLOŽENÍ CEMENTŮ														
Hlavní druhy	Označení 27 druhů cementů pro obecné použití 197-1 ČSN EN		Složení (poměry složek podle hmotnosti)											
			Hlavní složky								Doplňující složky			
			Slínek	VSP struska	Křemičitý úlet	Pucolány		Popílky		Kalcinovaná břidlice			Vápenec	
						Přírodní	Přír. kalc.	Křemičité	Vápenaté				L	LL
K	S	D	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Portlandský cement	CEM I	95-100										0-5	
CEM II	Portlandský struskový cement	CEM II/A-S	80-94	6-20									0-5	
		CEM II/B-S	65-79	21-35									0-5	
	Portlandský cement s křemičitým úletem	CEM II/A-D	90-94		6-10								0-5	
	Portlandský pucolánový cement	CEM II/A-P	80-94			6-20							0-5	
		CEM II/B-P	65-79			21-35							0-5	
		CEM II/A-Q	80-94				6-20						0-5	
		CEM II/B-Q	65-79				21-35						0-5	
	Portlandský popílkový cement	CEM II/A-V	80-94					6-20					0-5	
		CEM II/B-V	65-79					21-35					0-5	
		CEM II/A-W	80-94						6-20				0-5	
		CEM II/B-W	65-79						21-35				0-5	
	Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí	CEM II/A-T	80-94							6-20			0-5	
		CEM II/B-T	65-79							21-35			0-5	
	Portlandský cement s vápencem	CEM II/A-L	80-94								6-20		0-5	
		CEM II/B-L	65-79								21-35		0-5	
		CEM II/A-LL	80-94									6-20	0-5	
		CEM II/B-LL	65-79									21-35	0-5	
Portlandský směsný cement	CEM II/A-M	80-94	◀ 6-20 ▶									0-5		
	CEM II/B-M	65-79	◀ 21-35 ▶									0-5		
CEM III	Vysokopecní cement	CEM III/A	35-64	36-65									0-5	
		CEM III/B	20-34	66-80									0-5	
		CEM III/C	5-19	81-95									0-5	
CEM IV	Pucolánový cement	CEM IV/A	65-89		◀ 11-35 ▶							0-5		
		CEM IV/B	45-64		◀ 36-55 ▶							0-5		
CEM V	Směsný cement	CEM V/A	40-64	18-30	◀ 18-30 ▶							0-5		
		CEM V/B	20-39	31-50	◀ 31-50 ▶							0-5		

Srovnávací základ CEM I



Obecný vliv strusky



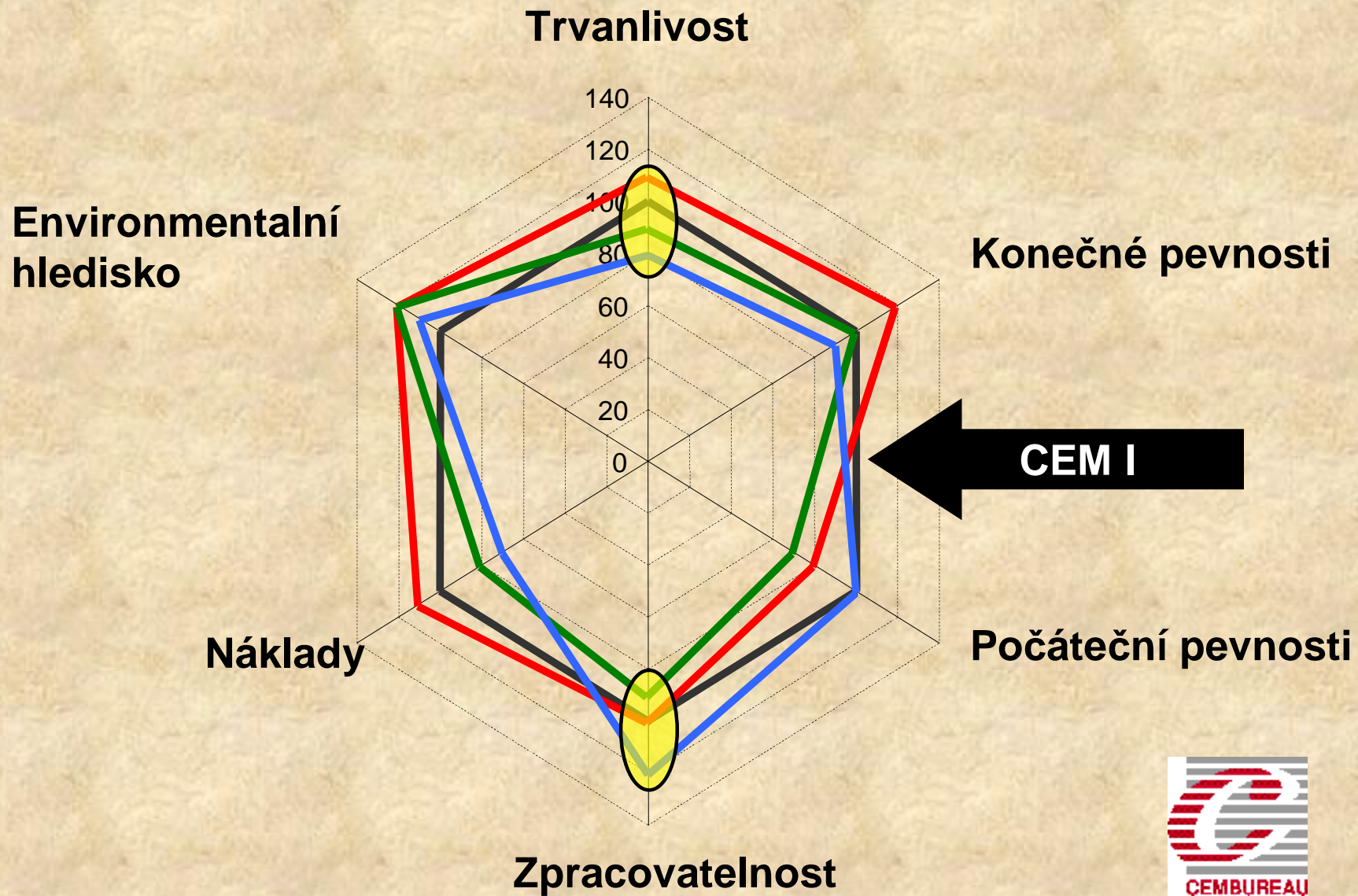
Obecný vliv popílku



Obecný vliv vápence



Srovnávací základ CEM I



Tabulka 1: portlandské cementy směsné CEM II dle EN 12518

Druh CEM II	Označení
■ Portlandský struskový cement	CEM II/A-S CEM II/B-S
■ Portlandský cement s křemičitým úletem	CEM II/A-D
■ Portlandský pucolánový cement	CEM II/A-P/Q CEM II/B-P/Q
■ Portlandský popílkový cement	CEM II/A-V/W CEM II/B-V/W
■ Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí	CEM II/A-T CEM II/B-T
■ Portlandský cement s vápencem	CEM II/A-L/LL CEM II/B-L/LL
■ Portlandský směsný cement	CEM II/A-M CEM II/B-M

*) obsah jiných hlavních složek než portlandský slínek

**) podíl 6 až 10 % hm.

VLASTNOSTI PORTLANDSKÝCH CEMENTŮ SMĚSNÝCH

PERFORMANCE OF PORTLAND - COMPOSITE CEMENTS



RESUMÉ

Výroba cementů s více hlavními složkami nabývá mimořádného významu především z důvodu snížení emisí CO₂ a jejich vlivu na životní prostředí. Ekologické hledisko však není jediným důvodem. Portlandské cementy směsné jsou dobrou alternativou běžného portlandského cementu i z technického hlediska.

Rozsáhlý výzkum Výzkumného ústavu cementářského průmyslu (Düsseldorf) byl zaměřen hlavně na porovnání vlastností betonů z portlandského cementu a betonů s cementy obsahujícími vápenc nebo vysokopepni strusku. Díky možnosti kombinovat několik hlavních složek umožňuje portlandský směsný cement CEM II-M využít výhody i nevýhody jednotlivých hlavních složek. Takto lze dospět k vytvoření stabilních materiálových systémů. Přitom je třeba komplexně přihlížet jak k možnostem výroby, tak i požadovaným vlastnostem cementu. Pokud jde o vlastnosti, jedná se zejména o vliv cementu na vlastnosti betonu, např. na zpracovatelnost, nárůst pevnosti a především na trvanlivost.

Z pohledu výrobce cementu hraje svou roli jak poměr nákladů na výrobu vůči tržní ceně cementu, tak i vliv výroby cementu na životní prostředí. Ve vztahu k vlivu hlavních složek na trvanlivost betonu se uplatňují hlavně cementy, ve kterých jsou přítomny následující kombinace hlavních složek: buď vápenc/vysokopepni struska nebo vápenc/popílek. Dále budou ukázány vlivy uvedených kombinací na hutnost, nepropustnost, karbonatáci, na odolnost k průniku chlóridů a na odolnost betonu proti zmrazování a rozmrazování, též v prostředí rozmrazovacích solí.

Prepracovaný text přednášky z Technické a vědecké cementářské konference 2005 pořádané 27. a 28. října 2005 v Norimberku Německou cementářskou asociací. Autor: Dr.-Ing. Ch. Müller, Výzkumný ústav cementářského průmyslu, Düsseldorf.

Ø **Pórovitost a rozložení velikosti pórů**

Ø **Rychlost a hloubka karbonatace**

Ø **Odolnost vůči působení chloridů**

Ø **Odolnost proti zmrazování a rozmrazování**

Ø **Odolnost proti zmrazování a rozmrazování v prostředí rozmrazovací soli**

Cementy s více hlavními složkami a s omezeným obsahem slinku
Významně přispívají k ochraně životního prostředí,
a to jak pro hospodárnost jejich výroby,
tak i pro efektivnost jejich použití.

Tyto cementy jsou vhodnou alternativou portlandských cementů i z technického hlediska.

Při vhodné kombinaci hlavních složek
mohou portlandské směsné cementy CEM II-M
přispět i ke zvýšení materiálové stability..



Svaz výrobců cementu ČR

Děkuji za pozornost

Ing. Jan Gemrich

www.svcement.cz

svcement@svcement.cz

**SVAZ VÝROBCŮ
CEMENTU ČR**



Uvádění věcí na pravou míru i v emisích CO₂

ØVzduch vydechovaný z plic obsahuje cca 5% CO₂.

S rostoucí zátěží se zvětšuje dechová frekvence,
vyměněný objem vzduchu i produkce CO₂

Ùklidný dech 0,65 g CO₂/min.

Ùvelká zátěž (běh) 14 g CO₂/min.

ØPrůměrné auto vypouští 170 g CO₂/km.

ØNa zvládnutí 1 km :

Ùauto + 5 osob vyprodukuje 170 + 5 x 0,65 tj. 173 g CO₂

Ù5 osob usilovně 6 min. běží 5 x 6 x 14 tj. 420 g CO₂

Závěr : jezdit autem, neběhat

Převzato od Prof. Ing. Františka Hrdličky, CSc. prorektora ČVUT
místopředsedy „Pačesovy“ komise