



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Přednáška:

**Ing. Milan Čížek, Ph.D.**

**Hlavní směry a ekonomická rentabilita pěstování brambor. Možnosti využití brambor a topinamburu pro obnovitelné zdroje energie**

**Datum: 5.3.2015 v 9 -11 hod. v A-27**

**Inovovaný předmět: Pěstování okopanin a olejin**

**Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření mezioborové integrace  
CZ.1.07/2.2.00/28.0302**

**Tato přednáška je spolufinancovaná z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky**

# Charakteristika brambor (význam)

- čtvrtá nejvýznamnější plodina na světě – pěstitelská plocha kolem 19 mil. ha; v ČR pouze 0,9 % orné půdy
- nutričně významná potravina a surovina
- důležitá exportní surovina (sadba, konzumní brambory ve slupce a výrobcích, škrob)
- zlepšující předplodina, ale také erozně nebezpečná plodina (riziková)
- přes vysoké náklady na ha brambor jsou rentabilní plodinou (tržby, výnos, náklady na kg, t)

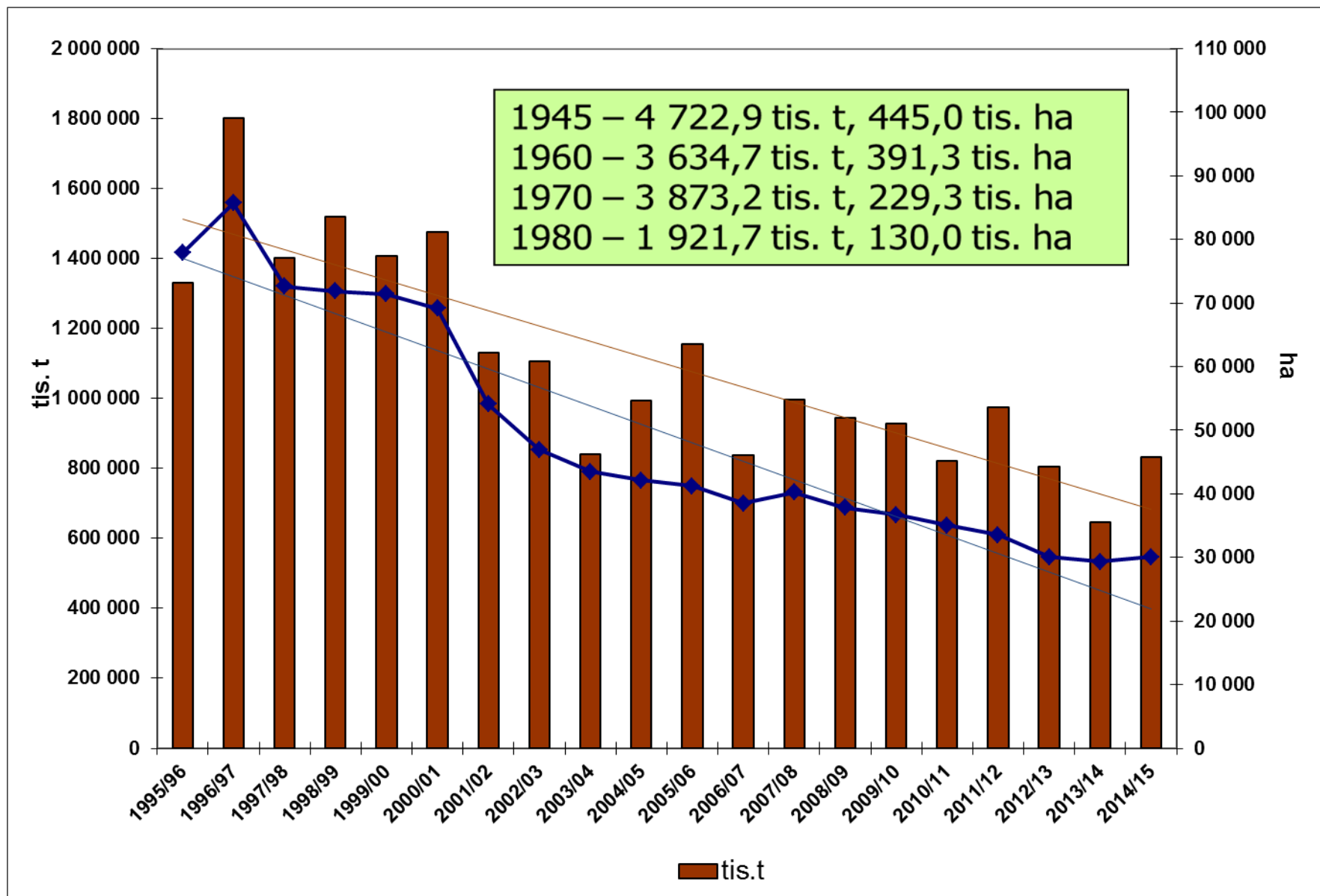
# Charakteristika brambor (užití)

- 22 % celkové spotřeby připadá na *průmyslově vyráběné produkty* (hranolky, lupínky, kaše, knedlíky aj.)
- *výroba bramborového škrobu a výrobků ze škrobu* (dextriny, modifikované škroby) – v EU byla v roce 2013 produkce škrobu 10 mil. t, 12,6 % z brambor
- *výroba etanolu a butanolu* z brambor (ALE vysoká cena brambor, nízký obsah škrobu, technologie)
- produkce *bioplynu* z brambor a zbytků brambor (zejména zbytky a odpadní vody ze zpracování)
- využití ke *krmení hospodářských zvířat*

# Struktura prezentace

- **Pěstitelské plochy a produkce brambor**
- **Výnosy z ha v ČR a Evropě**
- **Soběstačnost ve výrobě brambor**
- **Spotřeba brambor ve světě a v ČR**
- **Ceny brambor – CZV a SC**
- **Ekonomická rentabilita pěstování brambor**
- **Možnosti využití brambor a topinamburu pro obnovitelné zdroje energie**

# I. Vývoj pěstitelských ploch a produkce brambor v ČR

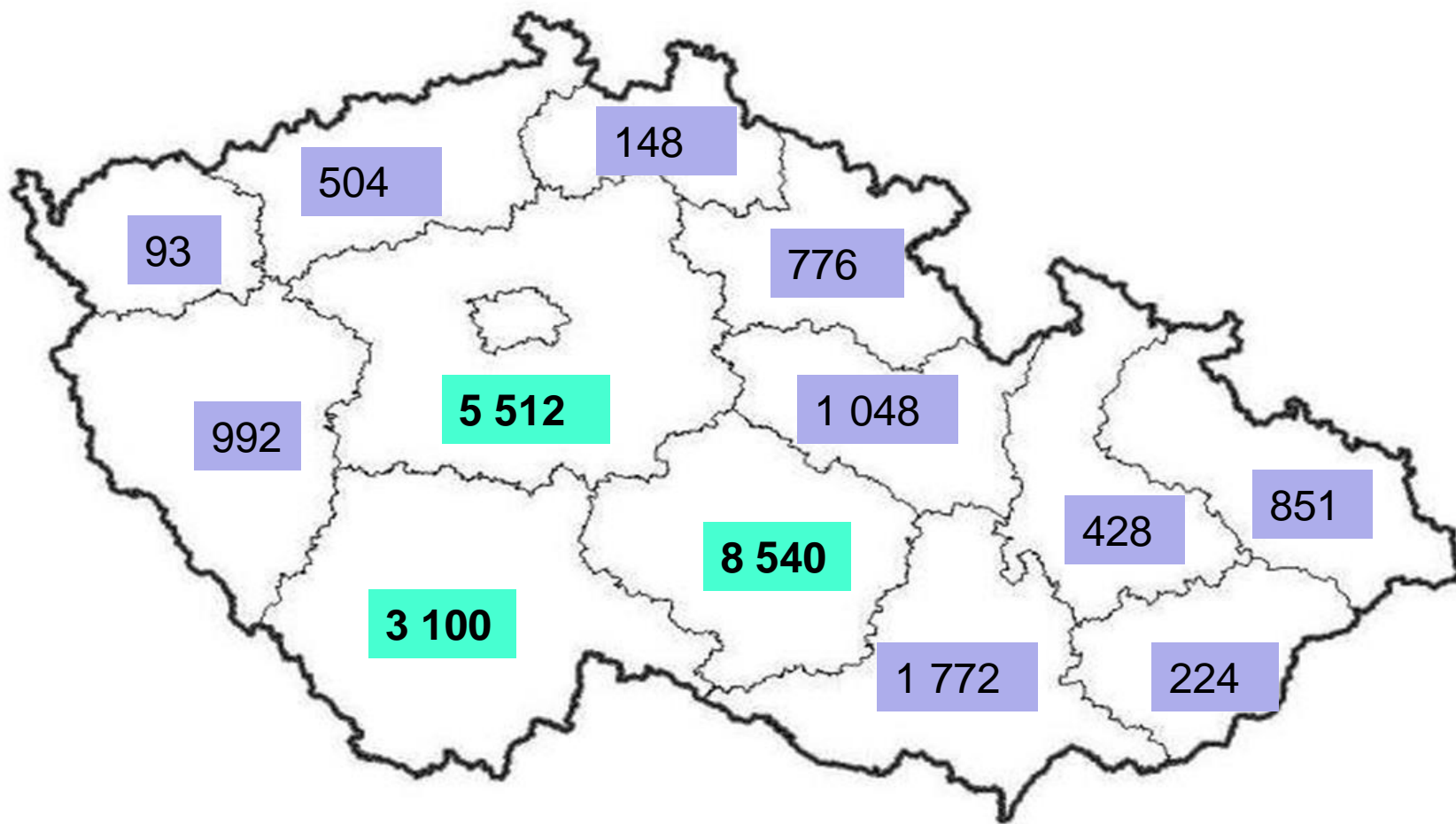


# I. Vývoj pěstitelských ploch a produkce brambor

Rok	Užitkový směr	Plocha (ha)			Průměrný výnos (t/ha) (za ZS + D)	Celková sklizeň (t) (ZS + D)
		Zemědělský sektor (ZS)	Odhad za domácnosti (D)	ZS + D		
2014	rané	1 196	1 250	2 446	19,04	46 587
	ostatní	19 548	4 846	24 394	29,36	716 248
	sadbové	3 248	0	3 248	21,53	69 927
	<b>celkem</b>	<b>23 992</b>	<b>6 096</b>	<b>30 088</b>	<b>27,68</b>	<b>832 762</b>
2013	rané	854	1 250	2 104	14,48	30 463
	ostatní	19 220	4 846	24 066	23,09	555 778
	sadbové	3 131	0	3 131	19,36	60 630
	<b>celkem</b>	<b>23 205</b>	<b>6 096</b>	<b>29 301</b>	<b>22,08</b>	<b>646 871</b>
2012	rané	1 263	1 315	2 578	16,78	43 247
	ostatní	19 121	5 102	24 223	28,28	685 129
	sadbové	3 269	0	3 269	23,43	76 603
	<b>celkem</b>	<b>23 653</b>	<b>6 417</b>	<b>30 070</b>	<b>26,77</b>	<b>804 980</b>
2011	rané	1 575	1 462	3 037	17,32	52 603
	ostatní	21 332	5 668	27 000	30,99	836 838
	sadbové	3 542	0	3 542	23,83	84 418
	<b>celkem</b>	<b>26 450</b>	<b>7 130</b>	<b>33 580</b>	<b>29,00</b>	<b>973 859</b>
2010	rané	1 341	1 634	2 975	16,84	50 113
	ostatní	22 124	6 337	28 461	24,22	689 331
	sadbové	3 613	0	3 613	22,81	82 418
	<b>celkem</b>	<b>27 079</b>	<b>7 971</b>	<b>35 050</b>	<b>23,45</b>	<b>821 862</b>

Zdroj: ČSÚ; ostatní = konzumní + pro výrobu škrobu

# I. Osázená plocha bramborami v ČR v roce 2014 (zemědělský sektor)



Zdroj: ČSÚ

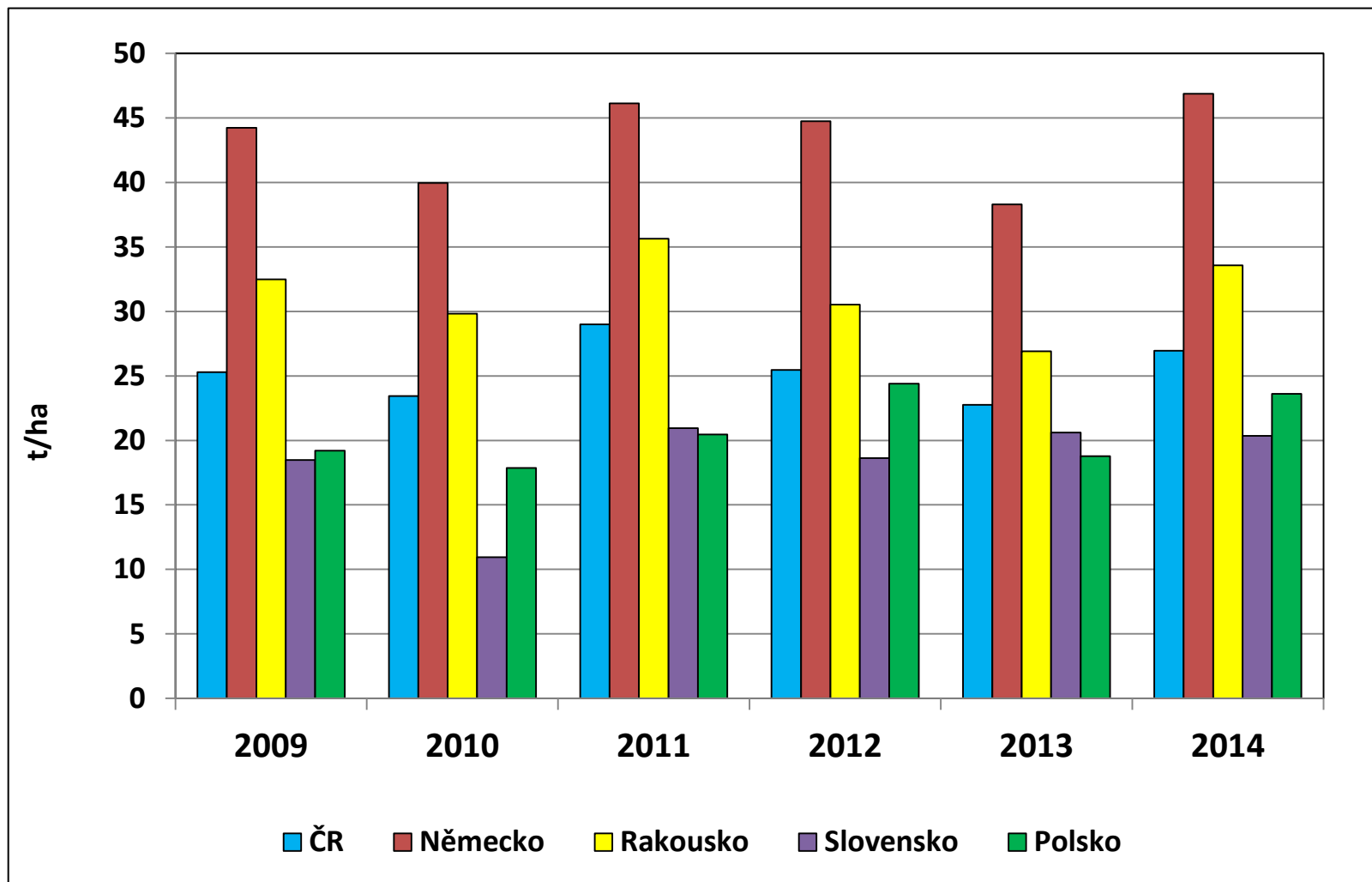
## Plochy brambor podle kontinentů (tis. ha, FAOSTAT)

Kontinent	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Afrika	1 869,4	1 705,5	1 805,9	1 925,9	1 959,5	2 005,3
Asie	8 502,3	8 795,7	9 131,2	9 611,2	9 701,9	10 104,0
Evropa	6 264,3	6 275,5	6 103,8	6 134,3	5 981,8	5 725,7
Amerika	1 543,9	1 534,3	1 540,9	1 590,5	1 624,3	1 616,4
Austrálie	49,2	44,0	49,0	42,9	45,2	45,0
<b>CELKEM</b>	<b>18 229,1</b>	<b>18 335,0</b>	<b>18 727,6</b>	<b>19 304,7</b>	<b>19 312,7</b>	<b>19 496,5</b>

Produkce tis. t	2005	2010	2013	Podíl %
<b>Čína</b>	<b>70 906,7</b>	<b>81 534,0</b>	<b>88 987,0</b>	<b>22,3</b>
Ruská federace	37 279,8	21 140,5	30 199,1	10,0
Indie	28 787,7	36 577,3	45 343,6	10,3
USA	19 222,7	18 338,0	19 844,0	6,1
Ukrajina	19 462,4	18 705,0	22 258,6	6,3
Německo	11 624,2	10 201,9	9 669,7	3,5
Polsko	10 369,3	8 766,0	6 334,2	3,1
<b>Evropská Unie</b>	<b>62 469,4</b>	<b>57 216,4</b>	<b>52 153,5</b>	<b>19,5</b>

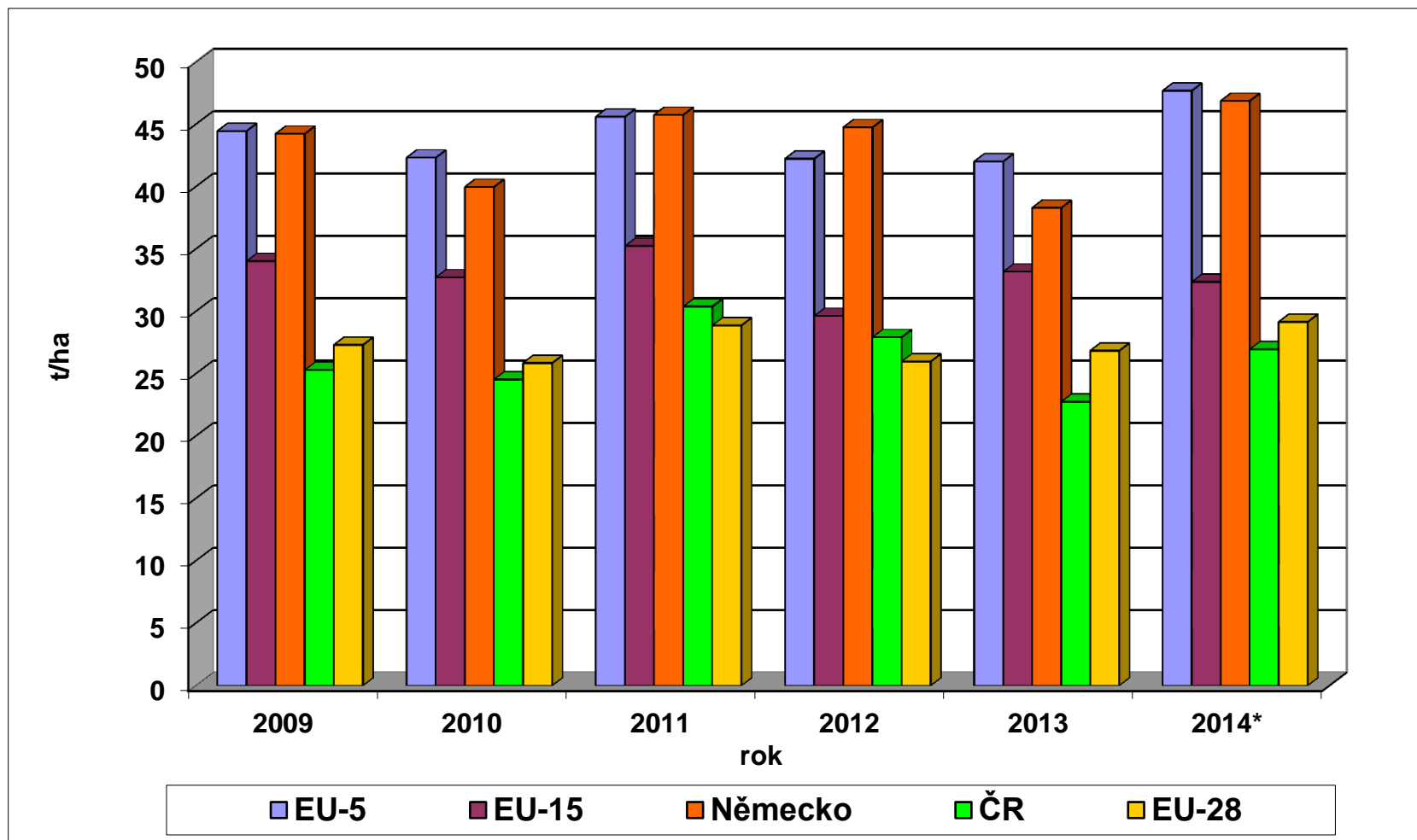


## II. Vývoj výnosů v porovnání se sousedními státy v Evropě



Zdroj: Eurostat

## II. Vývoj výnosů v porovnání s vybranými státy v Evropě



Zdroj: Eurostat

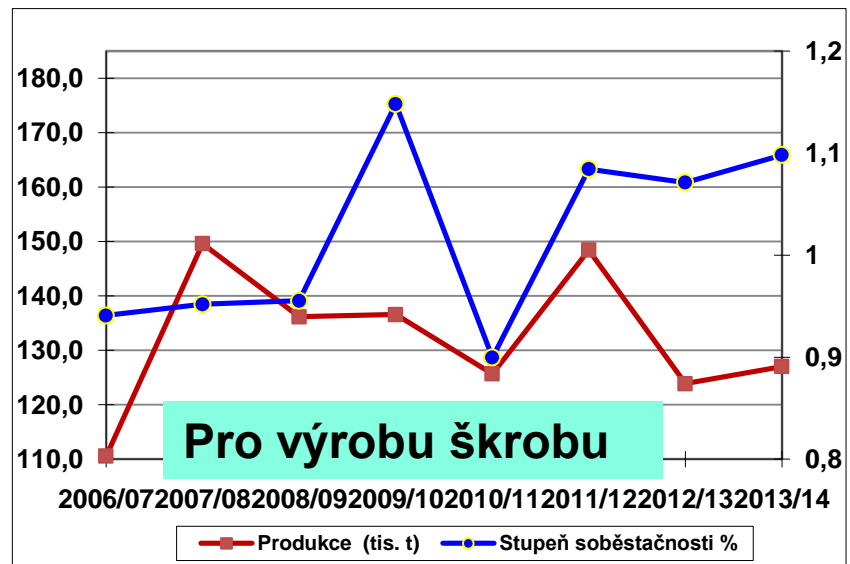
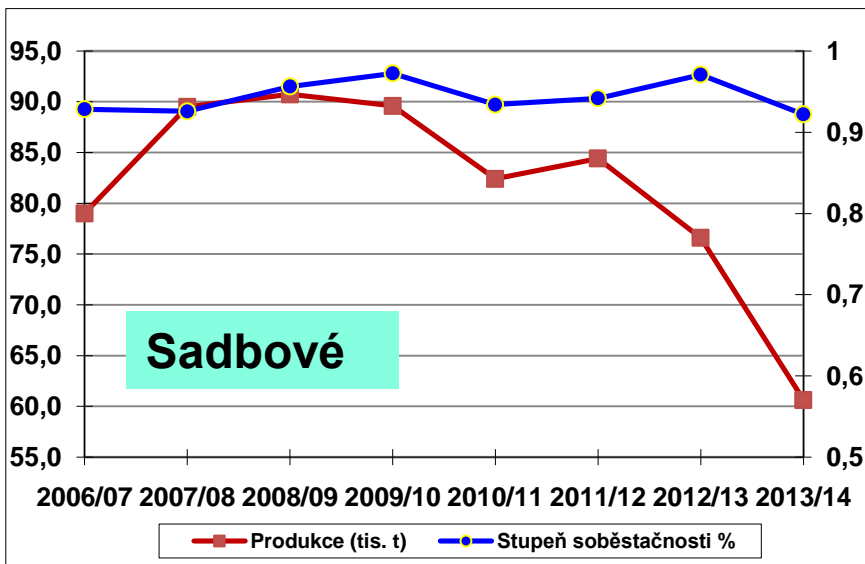
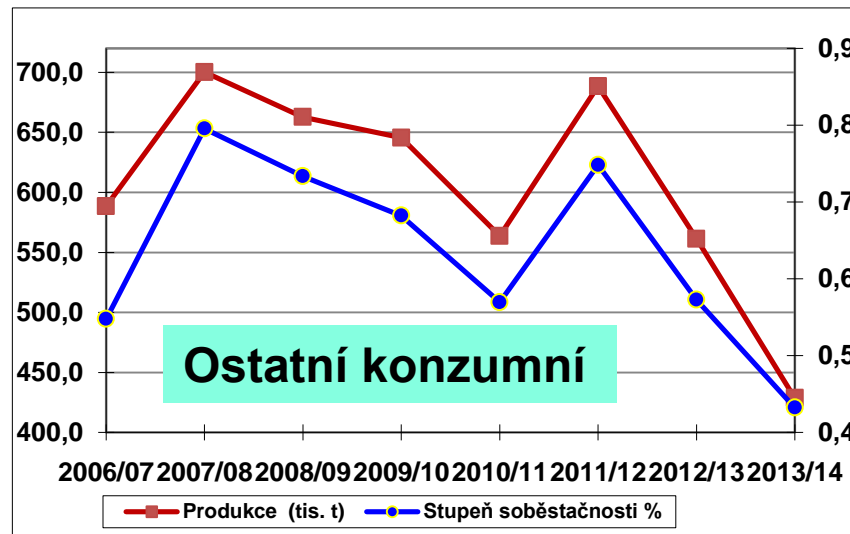
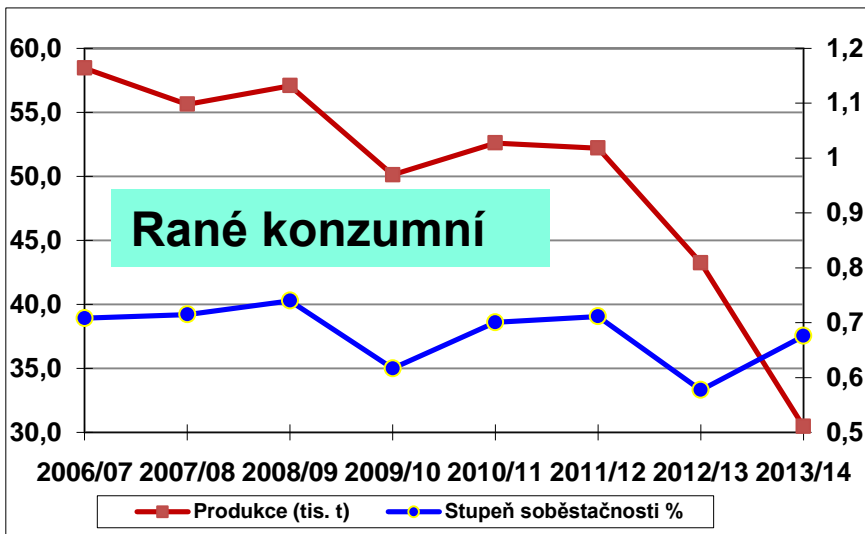
### III. Jaká je míra soběstačnosti?

#### Stupeň soběstačnosti ve výrobě brambor (%)

Stát	2000	2005	2010	2011
Česká republika	96,7	87,4	84,9	85,5
Slovensko	84,9	87,4	67,2	45,5
Polsko	99,1	101,8	101,0	101,6
Rumunsko	102,4	97,9	97,4	95,6
Maďarsko	99,0	91,4	79,3	71,9
Bulharsko	93,7	89,2	68,4	68,4
Holandsko	127,6	160,4	187,1	188,0
Rakousko	89,7	91,0	91,2	91,2
Německo	103,5	109,4	137,3	141,6
Francie	104,7	107,9	115,7	116,0

*Zdroj: Eurostat*

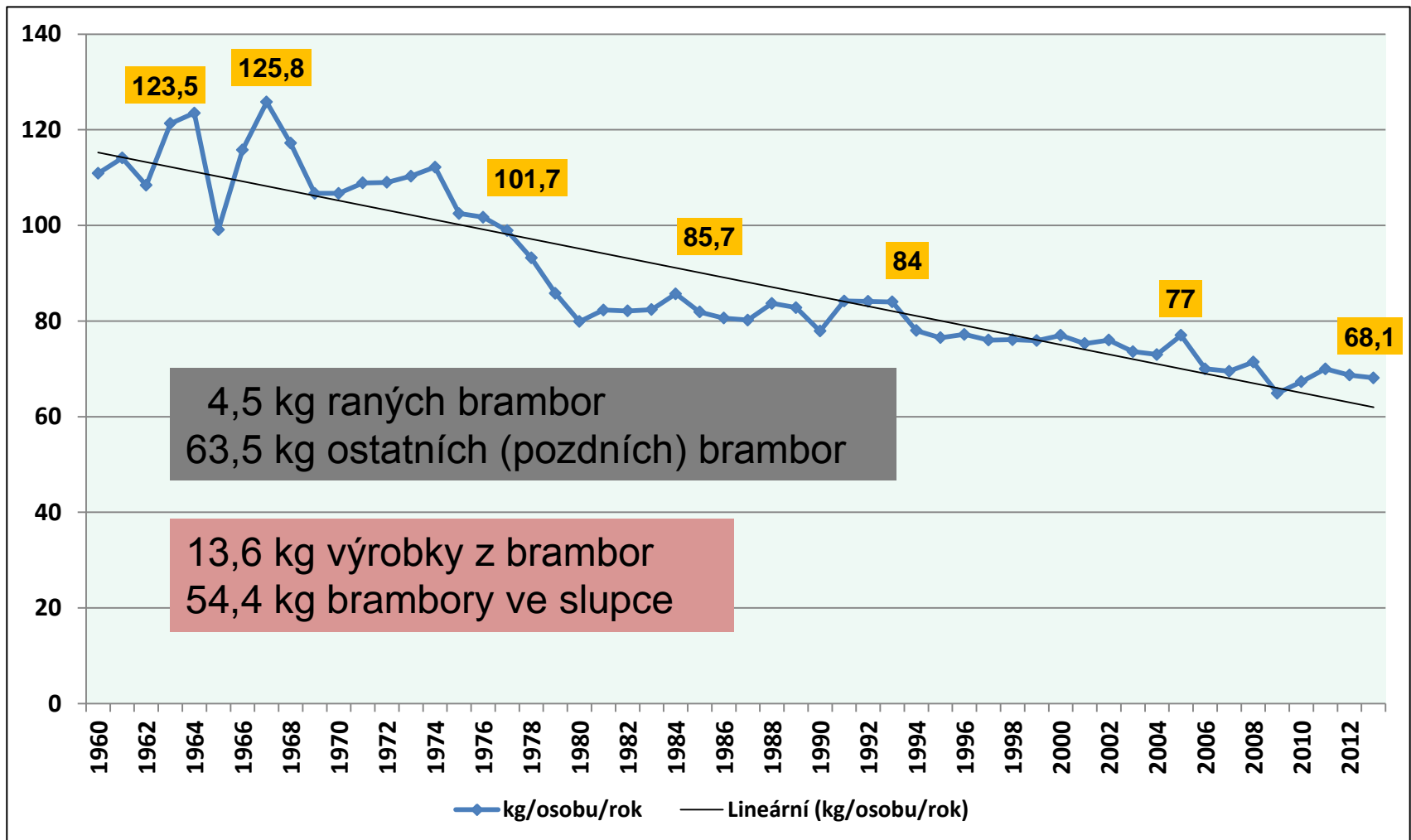
### III. Jaká je míra soběstačnosti u jednotlivých užitkových směrů?



## IV. Spotřeba brambor ve světě (FAOSTAT, 2011)

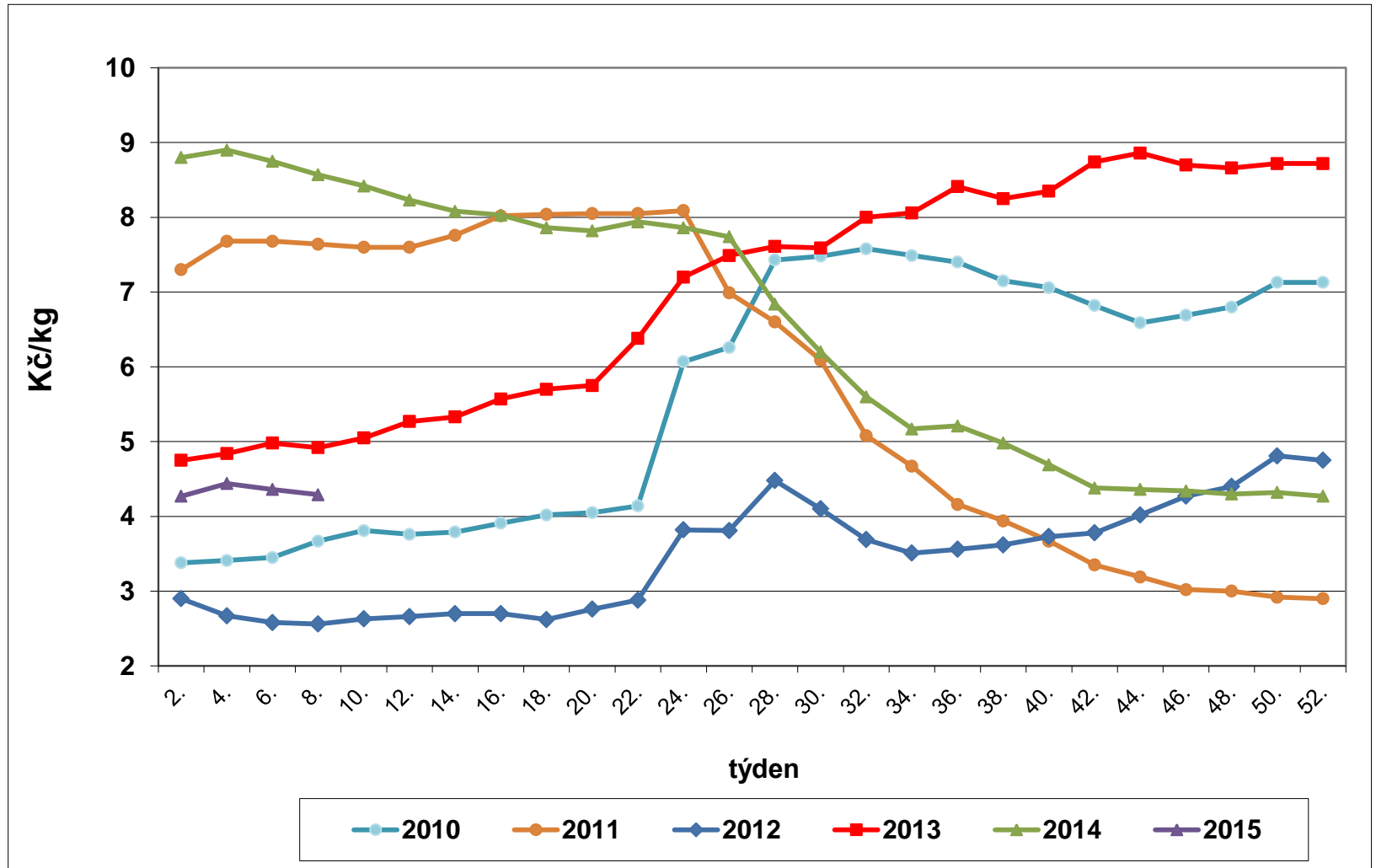
<b>Stát (nejvíce)</b>	<b>kg/osobu/rok</b>	<b>Stát (nejméně)</b>	<b>kg/osobu/rok</b>
<b>Bělorusko</b>	<b>185,2</b>	<b>Haiti</b>	<b>1,2</b>
<b>Ukrajina</b>	<b>139,8</b>	<b>Kongo</b>	<b>1,4</b>
<b>Polsko</b>	<b>114,7</b>	<b>Zambie</b>	<b>2,0</b>
<b>Estonsko</b>	<b>114,0</b>	<b>Etiopie</b>	<b>3,8</b>
<b>Rusko</b>	<b>111,5</b>	<b>Zimbabwe</b>	<b>4,0</b>
<b>Kazachstán</b>	<b>108,2</b>	<b>Nigérie</b>	<b>4,4</b>
<b>Malawi</b>	<b>106,8</b>	<b>Honduras</b>	<b>4,8</b>
<b>Velká Británie</b>	<b>100,8</b>	<b>Vietnam</b>	<b>5,0</b>
<b>Kyrgyzstán</b>	<b>100,8</b>	<b>Thajsko</b>	<b>5,2</b>

## IV. Spotřeba brambor v ČR



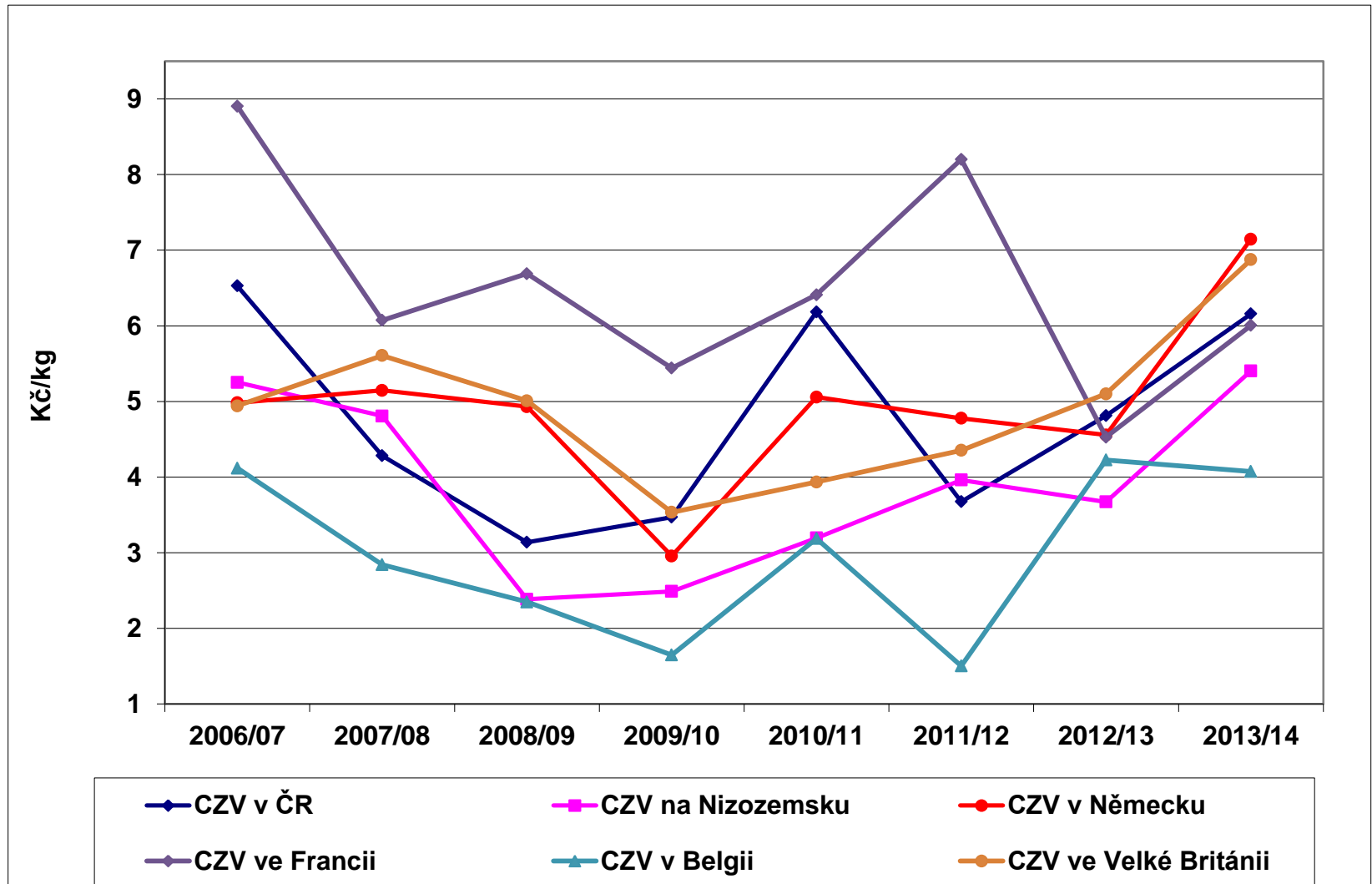
Zdroj: ČSÚ

## V. Ceny zemědělských výrobců (farmářské ceny)



Zdroj: TIS ČR

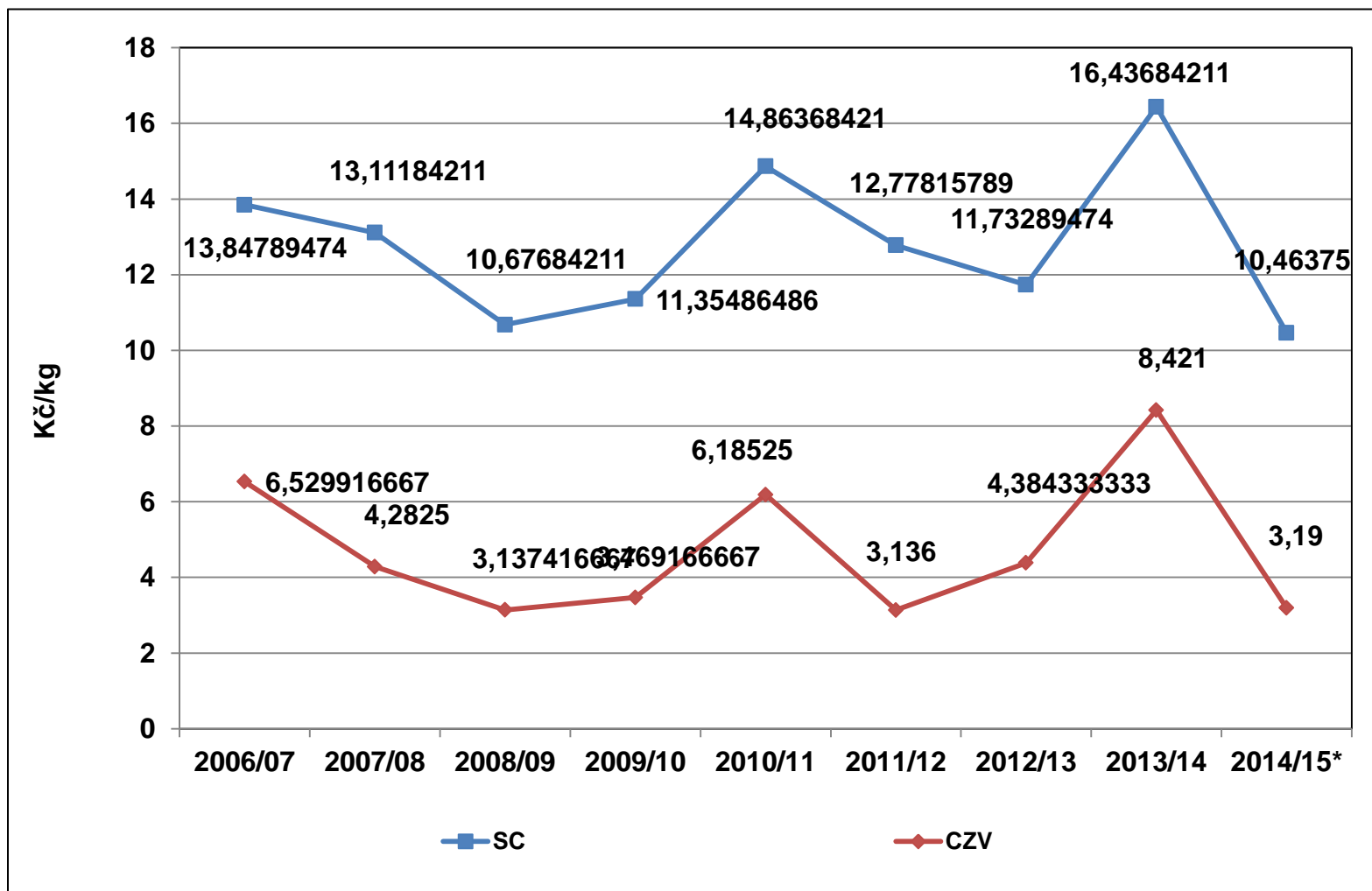
## V. Ceny zemědělských výrobců (farmářské ceny)



Zdroj: Eurostat



## V. Ceny zemědělských výrobců (farmářské ceny) a spotřebitelské ceny (SC)



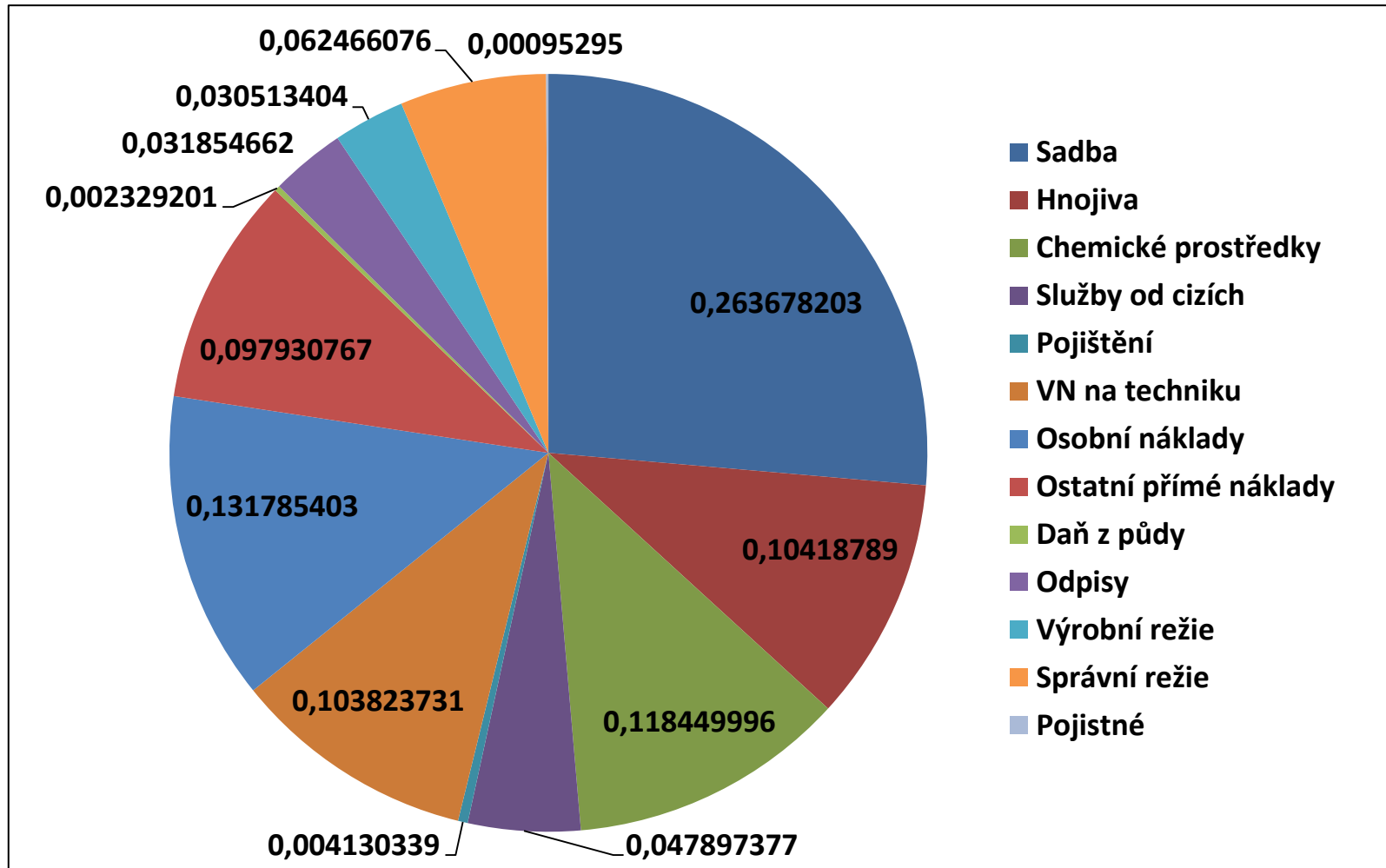
Zdroj: ČSÚ

## VI. Ekonomická rentabilita pěstování brambor

Ročník	2009	2010	2011	2012	2013
Plocha brambor (ha)	1204,0	1178,5	1246,1	1661,4	1123,5
Výnos (t)	29,97	27,56	32,17	29,77	25,57
Průměrná realizační cena (Kč/t)	3 442	4 107	2 507	3 817	5 332
Tržby včetně dotací (Kč/ha)	112 458	122 916	90 423	121 626	137 192
Přímé náklady celkem (Kč/ha)	79 225	72 839	80 329	86 879	84 943
Nepřímé náklady celkem (Kč/ha)	8 698	10 209	12 128	14 475	16 445
Úplné vlastní náklady (ÚVN, Kč/ha)	87 924	83 048	92 456	101 354	101 388
Náklad na 1 t produkce	2 934	3 014	2 874	3 404	3 965
Bilance Tržby - ÚVN (Kč/ha)	24 535	39 868	-2 034	20 273	35 804
Rentabilita výroby	27,9%	48,0%	-2,2%	20,0%	35,3%
Počet podniků	8	8	8	10	10

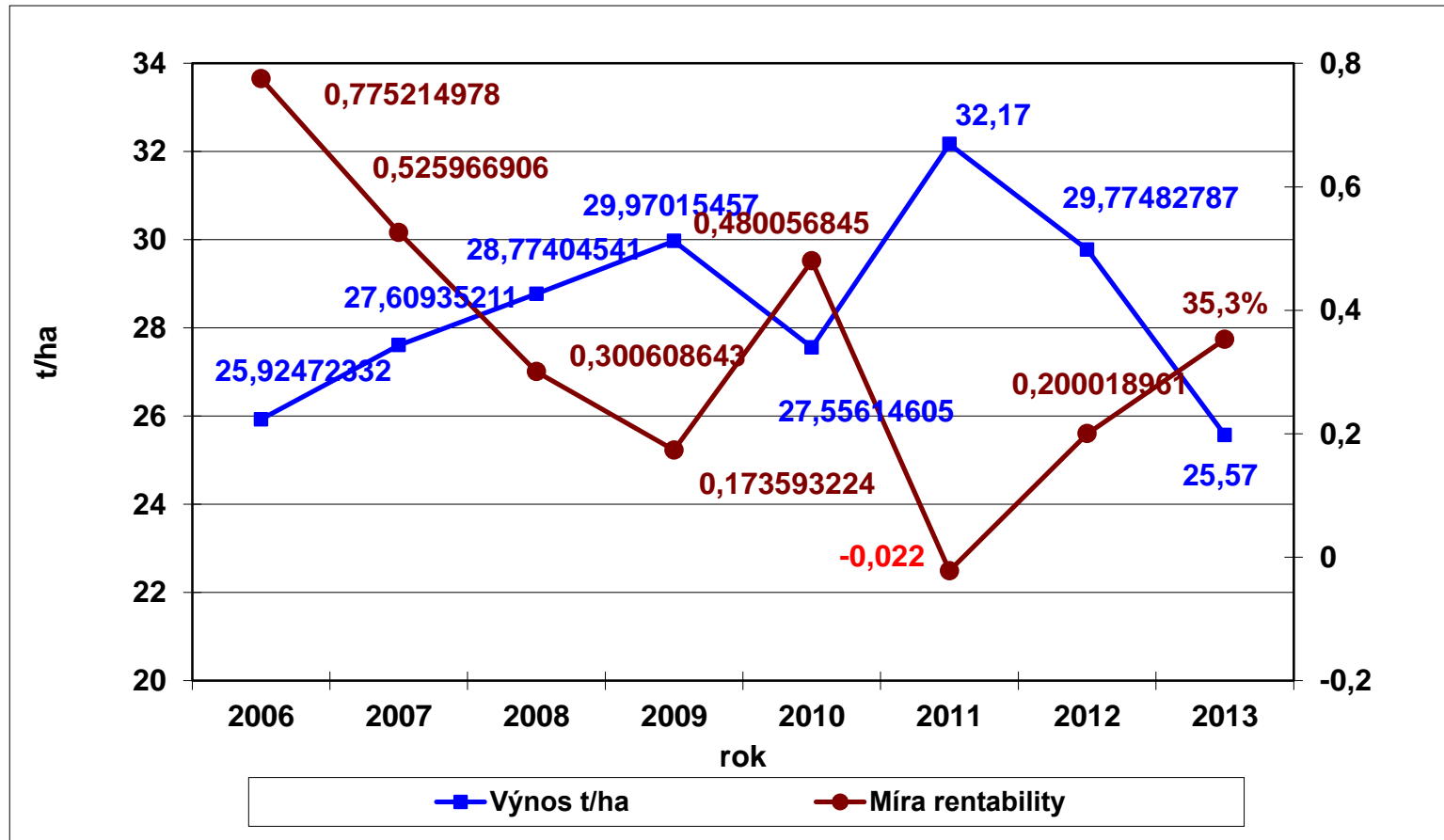
Zdroj: VÚB, 2015

## VI. Ekonomická rentabilita pěstování brambor



Zdroj: VÚB, 2015

## VI. Ekonomická rentabilita pěstování brambor



Brambory konzumní	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Realizační cena Kč/t	4 897	4 299	3 772	3 442	4 107	2 507	3 599	5 036
<b>RC včetně dotací Kč/t</b>	<b>5 170</b>	<b>4 623</b>	<b>4 087</b>	<b>3 751</b>	<b>4 440</b>	<b>2 836</b>	<b>3 945</b>	<b>5 393</b>
ÚVN Kč/t	2 960	3 121	3 136	2 934	3 014	2 874	3 584	3 965

## VI. Ekonomická rentabilita pěstování brambor

Komodita	Kč/ha	t/ha	Kč/t
Brambory	91 405	26,74	3 419
Kukuřice na siláž	34 618	41,85/30,59	1 132
Jetelotravní senáž	33 253	33,49/22,30	1 491
Hrachová senáž	31 581	27,10/16,87	1 872
Ozimá řepka	28 025	3,28	8 539
Ječmen na GPS	26 632	25,44/17,66	1 508
Ozimá pšenice	22 242	5,28	4 210
Ozimý ječmen	21 206	4,56	4 653
Mák setý	20 095	0,59	34 300
Jarní ječmen	19 459	4,13	4 716

Zdroj: VÚB, 2015

## VII. Možnosti využití brambor a topinamburu pro obnovitelné zdroje energie

- energie biomasy – hmoty rostlinného i živočišného původu, má původ ve slunečním záření, proto bývá zařazena mezi obnovitelné zdroje energie
- pro energetické účely se používají cíleně pěstované energetické plodiny nebo odpady ze zemědělské, lesnické či potravinářské výroby
- výtěžnost metanu (bioplynu) závisí na třech skupinách faktorů:
  - chemické složení a chemická struktura daného materiálu (CHSK)
  - biologická rozložitelnost zpracovávaného materiálu
  - technologické podmínky procesu (teplota, pH, zatížení, míchání aj.)
- základní vlastnosti materiálů vhodných pro anaerobní digesci:
  - nad 50 % organických látek
  - obsah sušiny 5 – 35 %
  - poměr C:N 20 – 40:1
  - pH 6,5 – 7,5
- žádaným druhotným substrátem zejména pro zemědělské bioplynové stanice jsou **bramborové zbytky nebo odpadní vody** ze zpracování brambor
- **topinambur hlíznatý** je možné výhodně použít jako substrát pro výrobu obnovitelné energie ve formě bioplynu (*Škoda et al., 2010*)

## VII. Možnosti využití brambor a topinamburu pro obnovitelné zdroje energie

**Výnos metanu běžných energetických plodin (rostliny nebo části rostlin)** (*Data compilation after Murphy et al., 2011*)

<b>Plodina</b>	<b>Výnos metanu (m<sup>3</sup>/VS)</b>
Kukuřice	205 - 450
Tráva	298 - 467
Jetelotráva	290 - 390
<b>Brambory</b>	<b>275 - 400</b>
Krmná řepa	420 - 500
Tritikále	337 - 555
Vojtěška	340 - 500
Jílek vytrvalý	390 - 410
Sláma	242 - 324

Pozn.: VS = volatile solids (těkavé pevné látky); množství organické hmoty

## VII. Možnosti využití brambor a topinamburu pro obnovitelné zdroje energie

Výnos plodin, metanu a energie na ha energetických plodin  
(*Biogas from Energy Crop Digestion, Braun et al., 2010*)

Plodina	Výnos (t/ha)	Výnos metanu (m <sup>3</sup> /t VS)	Kalkulovaný výnos metanu (m <sup>3</sup> /ha)
Kukuřice	9 - 30	397 - 618	3,573 – 18,540
Tráva	12 -14	298 - 467	3,576 – 6,538
Jetelotráva	5 - 19	300 - 350	1,500 – 6 ,650
<b>Brambory</b>	<b>10,7 - 50</b>	<b>276 - 400</b>	<b>2,953 – 20,000</b>
Krmná řepa	8 - 34	401 - 500	3,208 – 17,000
Tritikále	3,3 – 11,9	337 - 555	1,112 – 6,604
Vojtěška	7,5 – 16,5	340 - 500	2,550 – 8,250
<b>Topinambur</b>	<b>9 - 16</b>	<b>300 - 370</b>	<b>2,700 – 5,920</b>
Čirok	8 - 25	295 - 372	2,360 – 9,300



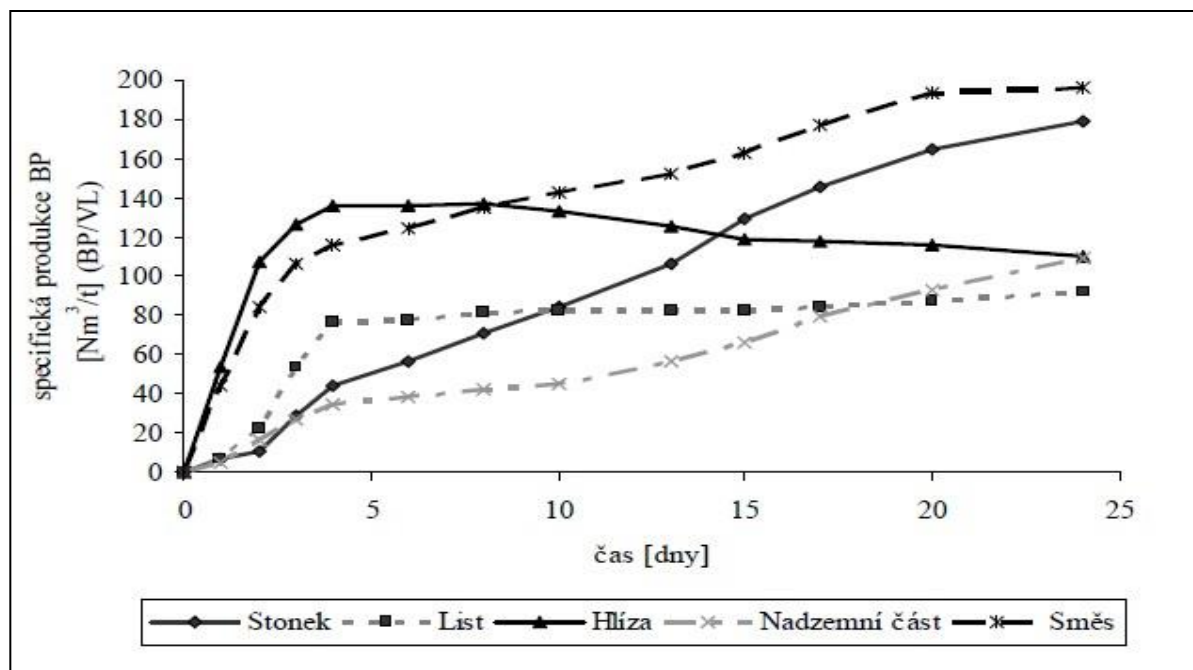
## VII. Možnosti využití brambor pro obnovitelné zdroje energie

- **brambory** jsou výhodným substrátem pro BPS z hlediska dobré rozložitelnosti a díky příznivému poměru C/N = 35
- hlavní složkou sušiny bramboru (kolem 21 %) je škrob (16,6 % čerstvé hmotnosti), dále jsou to bílkoviny (2,1 %), tuky (0,2 %), cukry (0,6 %) a vláknina (1,3 %). Ve vyjádření v CHSK (*chemická spotřeba kyslíku*) to odpovídá průměrné hodnotě CHSK brambor – 250 g CHSK/kg čerstvé hmotnosti brambor
- z 1 kg CHSK lze získat až 0,35 Nm<sup>3</sup> metanu, to odpovídá objemu bioplynu asi 0,53 Nm<sup>3</sup>. Z 1 Nm<sup>3</sup> bioplynu s obsahem metanu 66 % se může v kogeneračních jednotkách vyrobit zhruba 2,22 kWh elektrické energie a 3,42 kWh tepelné energie.
- z 1 t čerstvých brambor lze **teoreticky** získat: 87,5 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/t brambor nebo 146 Nm<sup>3</sup> bioplynu/t brambor o obsahu metanu 60 %. Z toho lze vyrobit zhruba 325 kWh elektrické energie a asi 500 kWh tepelné energie. **To odpovídá výtěžnosti 416 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ t celkové sušiny nebo 693 Nm<sup>3</sup> bioplynu (Šárka et al., 2013)**
- celé brambory se většinou nezpracovávají, je to ekonomicky neefektivní, pouze přebytky nebo brambory nevyužitelné k potravinářským a krmným účelům

## VII. Možnosti využití topinamburu pro obnovitelné zdroje energie

- **topinambur** se vyznačuje vysokou produkcí nadzemní biomasy (50 – 60 t/ha čerstvé hmoty, 15 – 20 t/ha sušiny). Pro přímé spalování je nejvýhodnější termín sklizně po zmrznutí natě, kdy se snižují nároky na dosoušení. Spalovat nať je možné přímo po rozřezání, v ČR je ověřeno i zpracování hmoty na pelety či brikety. Uváděné spalné teplo sušiny natě je 17,71 MJ/kg.
- v roce 2010 byly testovány na VŠCHT Praha vzorky nadzemní hmoty topinamburu, které se mírně lišily v obsahu sušiny (167,5 resp. 120,6 g/kg vzorku) a tím i v obsahu organických látek. Výtěžnost bioplynu u vzorku A činila 103 -110 m<sup>3</sup>/t čerstvé hmoty, to odpovídá výtěžnosti metanu 68 - 70 m<sup>3</sup>/t čerstvé hmoty při obsahu metanu v bioplynu 64%. Výtěžnost bioplynu u vzorku B činila 69 - 84 m<sup>3</sup>/t čerstvé hmoty, to odpovídá výtěžnosti metanu 41,8 - 54,5 m<sup>3</sup>/t čerstvé hmoty při obsahu metanu v bioplynu 60-65 %.

## VII. Možnosti využití topinamburu pro obnovitelné zdroje energie

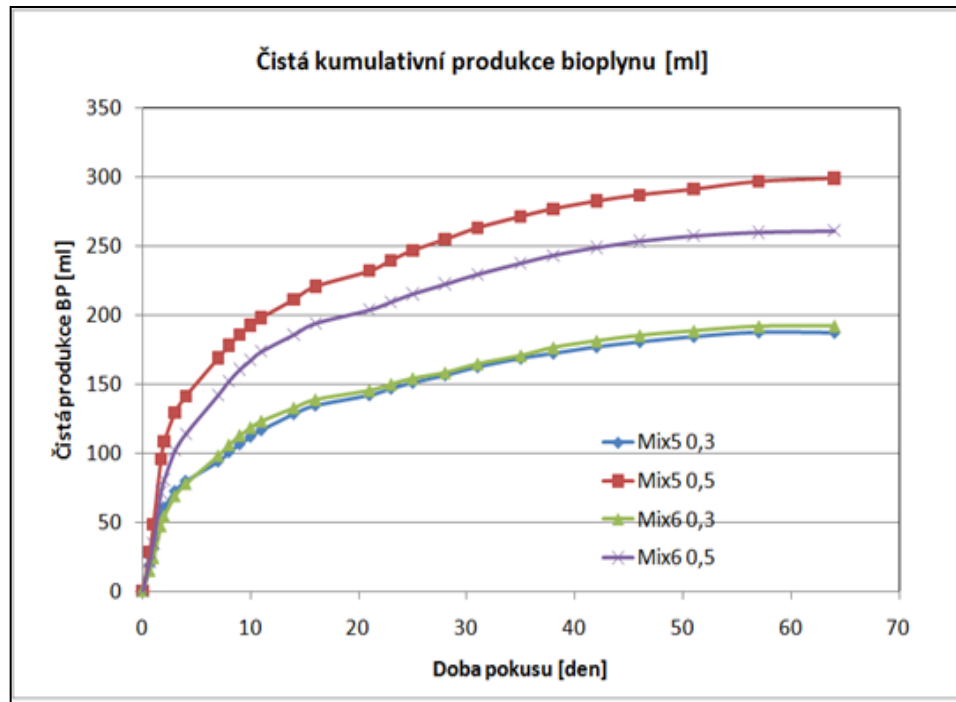
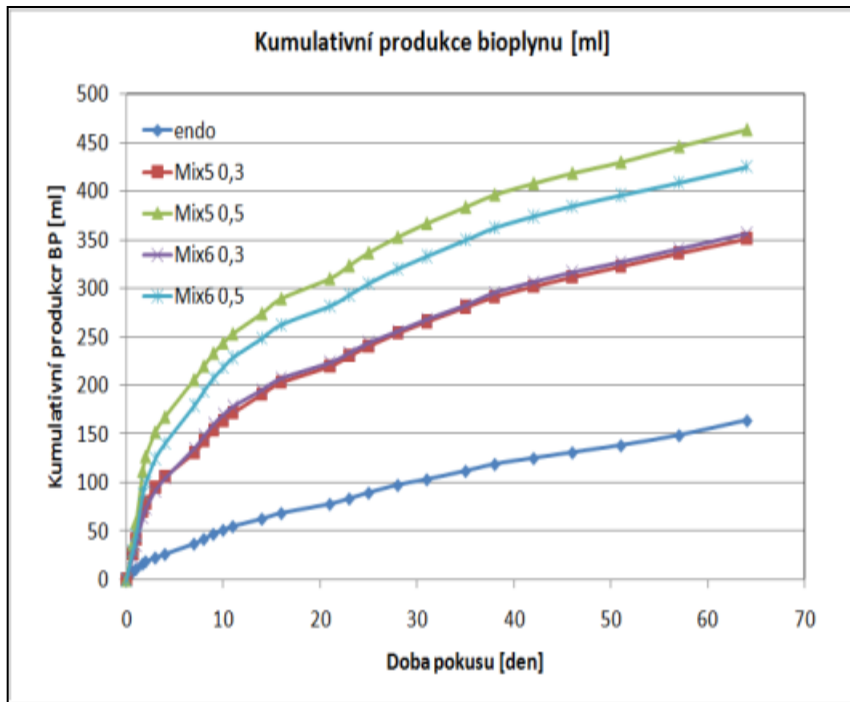


Průměrná produkce bioplynu 186,5 Nm<sup>3</sup>/t sušiny daného vzorku celé suché rostliny topinamburu hlíznatého je výsledkem testu výtěžnosti (Škoda et al., 2010).

substrát	bioplyn [Nm <sup>3</sup> ]		metan [Nm <sup>3</sup> ]		Obsah CH <sub>4</sub> %
	z 1 t VL	z 1 t VLzž	z 1 t VL	z 1 t VLzž	
stonek	178,9	210,8	112,3	132,4	62,8
list	91,7	119,3	61,9	80,6	67,5
hlíza	110,5	116,7	74,8	78,9	67,7
nadzemní část	109,3	135,0	70,5	87,0	64,5
směs	195,9	229,1	127,9	149,6	65,3

Zdroj: Škoda et al. (2010): Topinambur hlíznatý jako substrát pro bioplynové stanice. Biom.cz (online).

# VII. Možnosti využití topinamburu pro obnovitelné zdroje energie



Jako inokulum pro pokusy byl použit anaerobně stabilizovaný kal z anaerobního rektoru pracujícího za mezofilních podmínek z čistírny odpadních vod.

Testy produkce bioplynu byly provedeny se směsnými vzorky Mix5 a Mix6 (Mix5 se vyznačoval velice tvrdými stvoly a přítomností květů; u Mix6 bylo podstatně více silných stvolů, ale ne tak tvrdých, než u Mix5) s každým při dvou zatíženích inokula.

Bylo provedeno celkem pět sérií testů za následujících podmínek:

Mix5 - 0,3 - zatížení biomasy inokula 0,3 kg vzorku/kg VL org. inokula,

Mix5 - 0,5 - zatížení biomasy inokula 0,5 kg vzorku/kg VL org. inokula,

Mix6 - 0,3 - zatížení biomasy inokula 0,3 kg vzorku/kg VL org. inokula,

Mix6 - 0,5 - zatížení biomasy inokula 0,5 kg vzorku/kg VL org. Inokula,

Endo – samotné inokulum

Každý test sestával ze tří paralelních pokusů za stejných podmínek a výsledek je udáván jako průměr hodnot získaných z těchto tří pokusů.

Testy produkce bioplynu byly zahájeny 6.9.2010 a probíhaly do 9.11. 2010 tj. 64 dní.

Průběh **kumulativní produkce** bioplynu ze všech pěti testů je uveden na obrázku vlevo.

Průběh **čisté produkce bioplynu**, tj. po odečtení endogenní produkce inokula je uveden na obrázku vpravo.

# ZÁVĚR

- **brambory** jsou základní potravinou a surovinou pro výrobu bramborových výrobků – 22 % z celkové spotřeby je určeno k výrobě těchto produktů
- **brambory** jsou mimo jiné významným zdrojem bramborového škrobu, 62 % určeno pro potravinářské využití, nápoje a jiné potraviny
- **brambory** jsou ekonomicky rentabilní plodinou, vyžadují vysoké vstupy na ha (nad 90 tis. Kč), rozhodující je však porovnání realizační ceny a nákladů na jednotku produkce (t, kg)
- **bramborové zbytky nebo odpadní vody** ze zpracování brambor jsou žádaným substrátem pro zemědělské bioplynové stanice
- **topinambur hlíznatý** může sloužit jako alternativní zdroj pro výrobu bioetanolu (obsah cukru 12-15 t. z ha, znamená 4 – 6 000 l etanolu), ideální substrát bioplynu, nebo jako energetický zdroj ze sušiny (palivo) (*Holub, 2008*)
- **topinambur hlíznatý** má velký potenciál jako budoucí surovina pro produkci bioplynu protože má vysoký výnos, vhodné složení biomasy, nízké požadavky na vstupy a pozitivní vliv na životní prostředí (*Lili Li et al., 2013*)

## **Spolupráce VÚB Havlíčkův Brod a MENDELU na řešení výzkumných projektů:**

Projekt NAZV 1G46058 **Posílení konkurenceschopnosti pěstitelů  
brambor produkcí hlíz s vyšší spotřebitelskou jakostí** (2004 –  
2008)

Projekt NAZV QI101A184 **Technologie pěstování brambor – nové  
postupy šetrné k životnímu prostředí**  
(2010 – 2014)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ