

ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ

Sekce úřední kontroly



Sledování vlivu stupňované intenzity hnojení na výnosy plodin a agrochemické vlastnosti půdy

Michaela Smatanová

Seminář k výročí 50 let AZPP v České republice a 40 let Dlouhodobých výživářských pokusů v ÚKZÚZ
14.11.2012 MZe, Těšnov 17, Praha

Obsah přednášky

- **Metodika stacionárního pokusu**
- **Zhodnocení výnosů**
- **Odběr živin plodinami**
- **Výpočet bilance živin**
- **Doporučené dávky hnojení**

**Cíl: popsat vztah mezi intenzitou hnojení - výnosy -
příjmem živin rostlinami -
obsahem přístupných živin v půdě - bilancí živin**

Současné rozmístění pokusů na zkušebních stanicích ÚKZÚZ



Charakteristika všech pokusných míst ÚKZÚZ

(řazeno dle nadmořské výšky)

stanoviště		výrobní oblast	nadm. výška	průměrné roční		půdní typ	půdní druh
				srážky	teploty		
Uh. Ostroh	Uh. Hradiště	řepařská	196	551	9,2	hnědozem	hlinitá
Věrovany	Olomouc	řepařská	207	563	8,5	černozem	hlinitá
Žatec	Louny	řepařská	247	451	8,3	černozem	hlinitojílovitá
P. Jakartice	Opava	řepařská	290	650	8,0	hnědozem	hlinitá
Chrastava	Liberec	bramborářská	345	798	7,1	hnědozem	hlinitopísčítá
Staňkov	Domažlice	bramborářská	370	511	7,8	hnědozem	hlinitá
Jaroměřice	Třebíč	bramborářská	425	535	7,5	hnědozem	hlinitá
Libějovice	Strakonice	bramborářská	460	606	7,6	hnědozem	písčitohlinitá
Svitavy	Svitavy	bramborářská	460	624	6,5	hnědozem	písčitohlinitá
Horažd'ovice	Klatovy	bramborářská	472	573	7,4	kambizem	hlinitopísčítá
Lípa	H. Brod	bramborářská	505	632	7,7	kambizem	písčitohlinitá
Vysoká	Příbram	bramborářská	595	655	7,4	pseudoglej	hlinitá
Kr. Údolí	K. Vary	bramborářská	645	605	6,1	kambizem	písčitohlinitá

Osevní sled

rok osevního sledu	výrobní oblast	
	řepařská (ŘO)	bramborářská (BO)
1	oves - vojtěška	oves - jetel
2	vojtěška	jetel
3	pšenice ozimá	
4	brambory rané	
5	pšenice ozimá	
6	ječmen jarní	
7	cukrovka	brambory
8	ječmen jarní	

- nejstarší dlouhodobé pokusy ÚKZÚZ, zakládány od r. 1972
- 50 % obilovin, 25 % jetelovin, 25 % okopanin
- 1972 - 1980 a 1981 - 1989 devítihonné
- od 1990 - 1997 a 1998 - 2005 osmihonné
- v současné době na 12 lokalitách běží pátý osevní sled (2006 - 2013)
- odrůdy - pro všechna stanoviště jednotná
- výměra parcel v průměru 25 m²

Kombinace hnojení

Zařazeno 12 kombinací hnojení, každá 6 opakování

Kombinace hnojení	minerální hnojení			organické hnojení	vápnění
	N	P	K		
1. Nehnojeno	0	0	0	0	0
2. Chlévský hnůj	0	0	0	chlévký hnůj 40 t.ha ⁻¹ 2x za osevní sled k okopanině	vápnění 2 x za osevní sled k okopanině podle potřeby
3. N2 P2 K0	2	2	0		
4. N2 P2 K1	0	0	1		
5. N2 P2 K2	2	2	2		
6. N2 P2 K3	2	2	3		
7. N2 P0 K2	2	0	2		
8. N2 P1 K2	2	1	2		
9. N2 P3 K2	2	3	2		
10.N1 P1 K1	1	1	1		
11.N3 P3 K3	3	3	3		
12.N2 P2 K2 (ŘO) každoročně	2	2	2		0
12.N3 P3 K3 (BO)	3	3	3		

V ŘO 3 - 11 hnojeny P a K zásobně, komb.12 pro srovnání s komb. 5 hnojena každoročně

V BO 3 - 12 hnojeny P a K zásobně, komb.12 bez nevápnění

Průměrné roční dávky živin za osevní sled

- N: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + LAV P: superfosfát K: draselná sůl
- Chlévský hnůj: $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 2x za osevní sled k okopaninám
- Vápnění: 2 x za osevní sled, dávka podle půdního druhu a výsledku pH

výrobní oblast	hladina živin	minerální hnojení v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ č.ž.			Celkový přísun živin
		N	P_2O_5	K_2O	
řepařská	1 - nízká	58	48	61	170
	2 - střední	87	76	97	260
	3 - vysoká	115	112	143	370
	Chl. hnůj	25	5	35	65
bramborářská	1 - nízká	58	53	69	180
	2 - střední	88	80	108	280
	3 - vysoká	117	116	158	390
	Chl. hnůj	25	5	35	65

Sledované parametry

každoročně:

- výnos hlavního a vedlejšího produktu
- anorganický obsah živin: N, P, K, Ca, Mg
- technologické parametry (škrob, velikostní třídění, nitráty
cukernatost, výtěžnost rafinády, Na, K, amidický N
N-látky, vlhkost)
- vegetační pozorování
- půdní vzorky z ornice: pH/KCl, pH/CaCl₂, P Egner, K, Mg Schachtschabel,
Mehlich II, III, CAL
- archivace půdních vzorků
- meteorologie, výskyt chorob, škůdců, plevelů

po ukončení sledu:

- zrnitostní složení (druh půdy), obsah humusu - C_{ox}, STV

Celková výrobnost za 40 let pokusu

ŘEPAŘSKÁ OBLAST	stupňování všech živin			stupňování FOSFORU			stupňování DRASLÍKU		
	komb.	OJ.ha ⁻¹	%	komb.	OJ.ha ⁻¹	%	komb.	OJ.ha ⁻¹	%
	1. Nehnojeno	6,53	100	7.HN+N2P0K2	8,16	100	3.HN+N2P2K0	8,07	100
	2. HN	7,15	109,4	8.HN+N2P1K2	8,19	100,3	4.HN+N2P2K1	8,12	100,6
	10.HN+N1P1K1	8,12	124,4	5.HN+N2P2K2	8,22	100,7	5.HN+N2P2K2	8,22	101,8
	5. HN+N2P2K2	8,22	125,8	9.HN+N2P3K2	8,31	101,7	6.HN+N2P2K3	8,22	101,8
	11.HN+N3P3K3	8,26	126,5						

BRAMBORÁŘSKÁ OBLAST	stupňování všech živin			stupňování FOSFORU			Stupňování DRASLÍKU		
	komb.	OJ.ha ⁻¹	%	komb.	OJ.ha ⁻¹	%	komb.	OJ.ha ⁻¹	%
	1. Nehnojeno	5,67	100	7.HN+N2P0K2	8,44	100	3.HN+N2P2K0	8,34	100
	2. HN	6,21	109,7	8.HN+N2P1K2	8,67	102,8	4.HN+N2P2K1	8,63	103,5
	10.HN+N1P1K1	8,23	145,2	5.HN+N2P2K2	8,79	104,1	5.HN+N2P2K2	8,79	105,4
	5. HN+N2P2K2	8,79	155,0	9.HN+N2P3K2	8,86	104,9	6.HN+N2P2K3	8,75	104,8
	11.HN+N3P3K3	9,11	160,8						

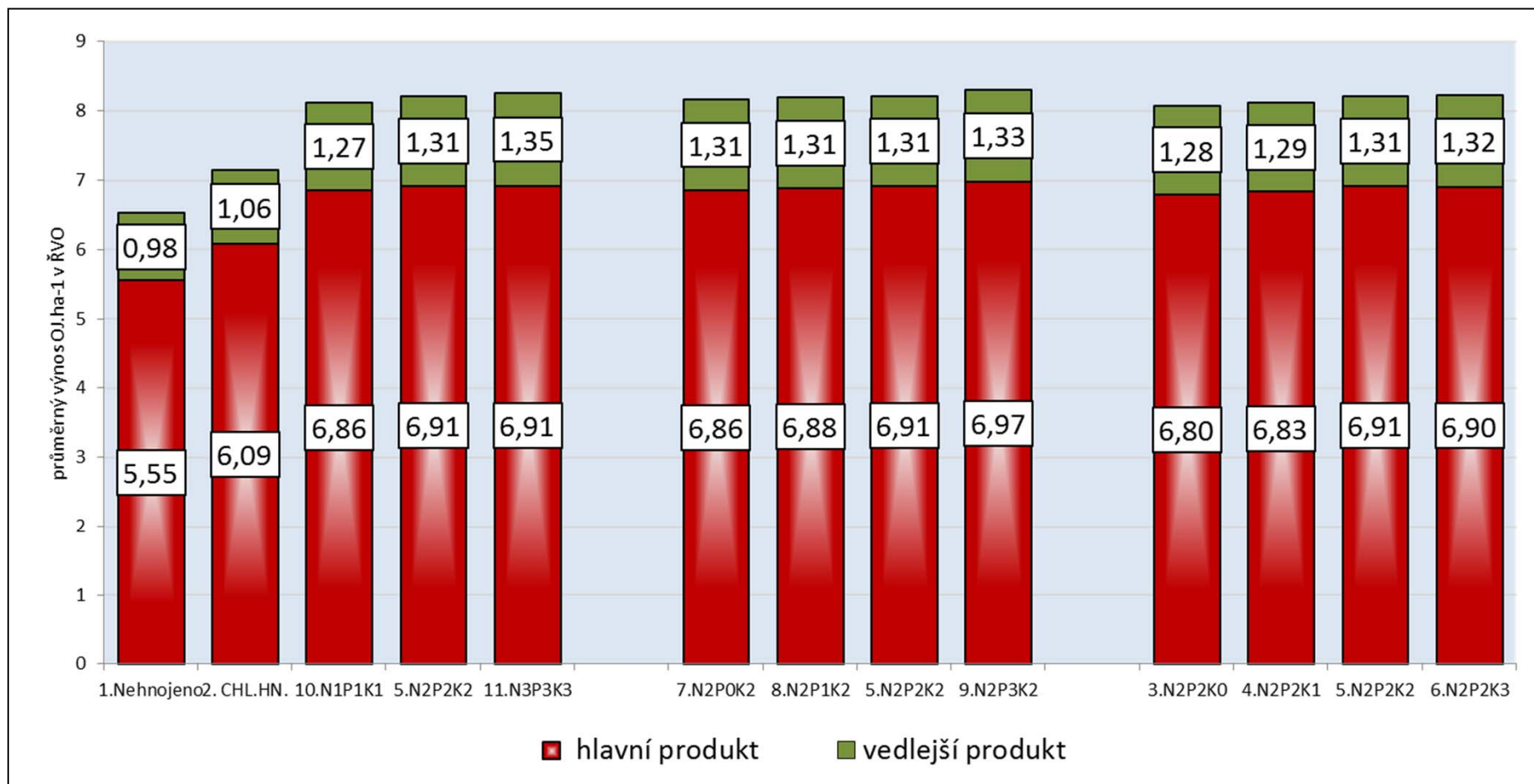
Řepařská oblast

výrobnost hlavního a vedlejšího produktu OJ.ha⁻¹

0-CHLHN-1-2-3

P0-P1-P2-P3

K0-K1-K2-K3



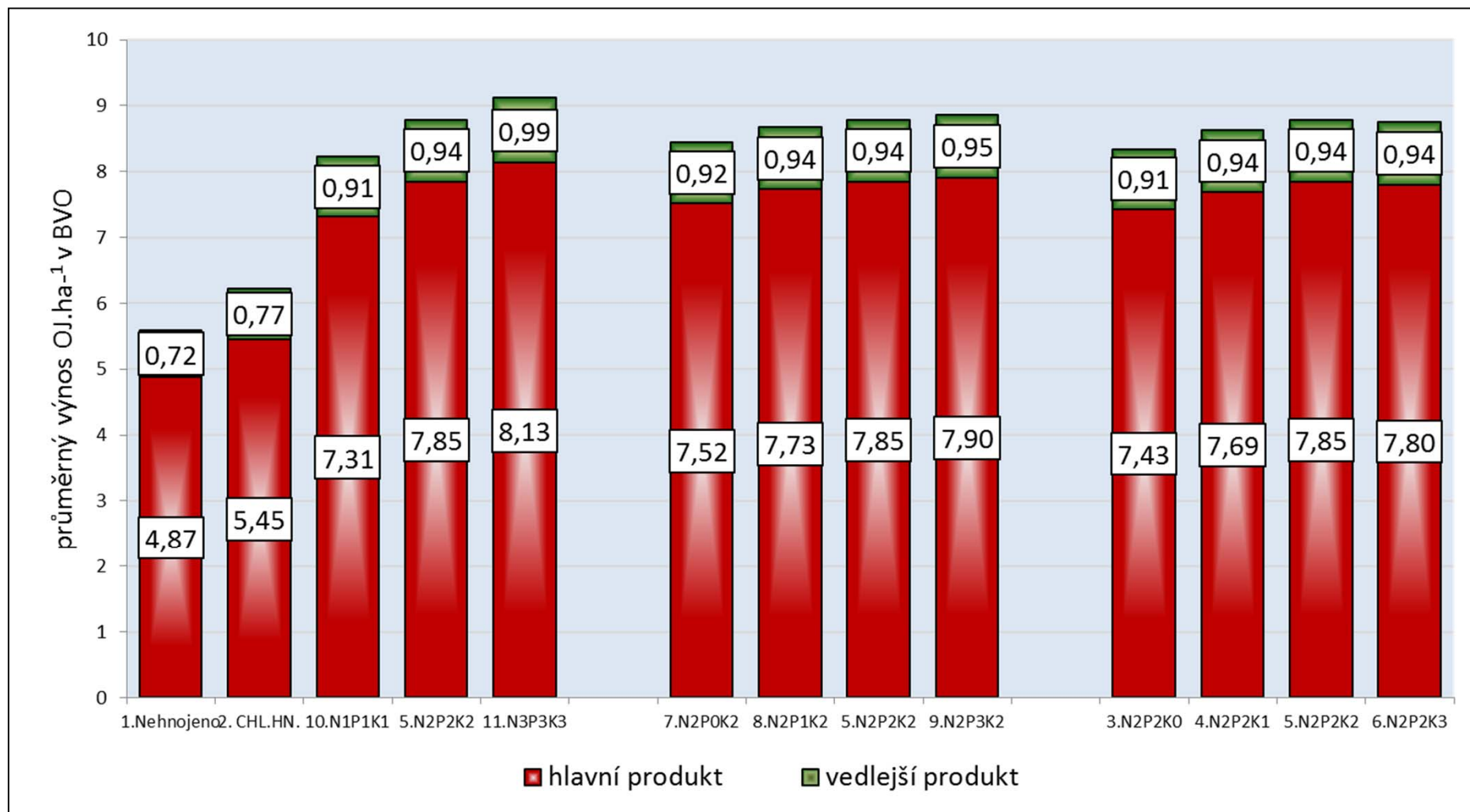
Bramborářská oblast

výrobnost hlavního a vedlejšího produktu OJ.ha⁻¹

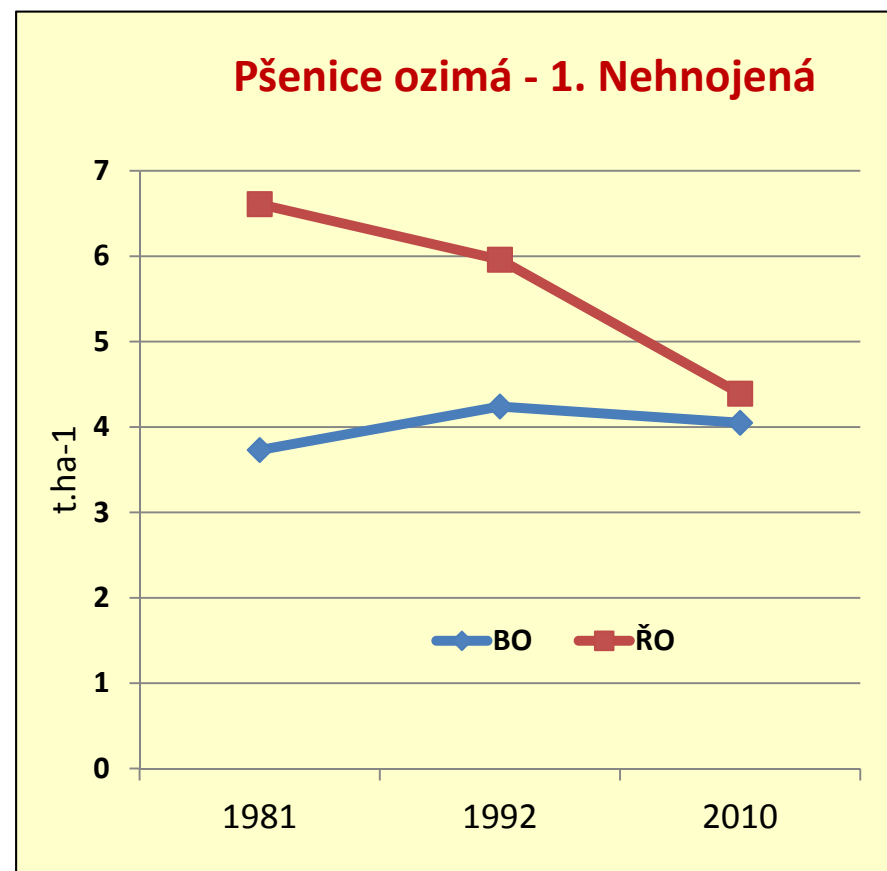
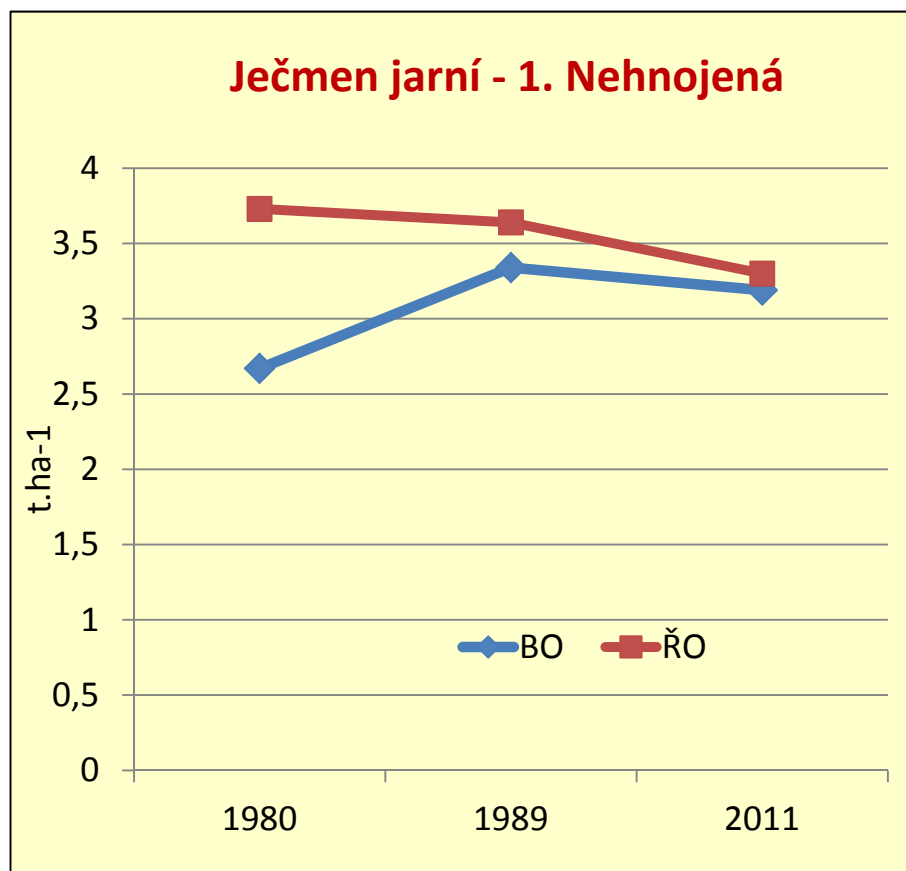
0-CHLHN-1-2-3

P0-P1-P2-P3

K0-K1-K2-K3



Změny výnosů ječmene a pšenice u dlouhodobě nehnojené kombinace



Porovnání účinnosti ZÁSOBNÍHO a KAŽDOROČNÍHO hnojení (OJ.ha⁻¹) řepařské oblasti

kombinace hnojení obě celkem 260 kg č.ž. ha ⁻¹	hlavní produkt	relativně %	vedlejší produkt	relativně %	celkem	relativně %
5.N2P2K2 zásobně	6,44	100	0,94	100	7,38	100
12.N2P2K2 každoročně	6,80	105,59	1,33	141,49	8,13	110,34

Posouzení účinnosti VÁPNĚNÍ (OJ.ha⁻¹) v bramborářské oblasti

kombinace hnojení obě celkem 390 kg č.ž. ha ⁻¹	hlavní produkt	relativně %	vedlejší produkt	relativně %	celkem	relativně %
11.N3P3K3 vápněno	6,32	100	0,75	100	7,07	100
12.N3P3K3 nevápněno	6,22	98,42	0,74	98,66	6,96	98,44

kombinace hnojení obě celkem 390 kg č.ž. ha ⁻¹ CHRASTAVA	hlavní produkt	relativně %	vedlejší produkt	relativně %	celkem	relativně %
11.N3P3K3 vápněno	6,52	100	0,78	100	7,40	100
12.N3P3K3 nevápněno	5,76	88,21	0,85	97,70	6,61	89,32

-10,7 %

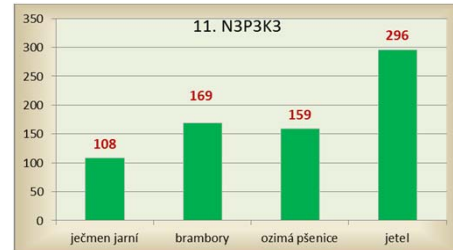
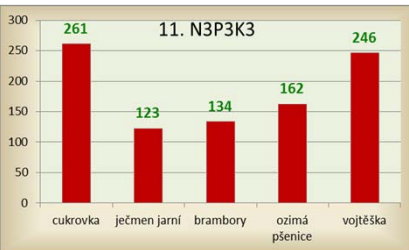
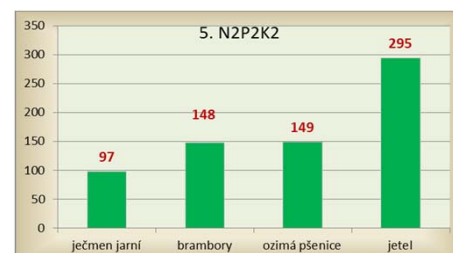
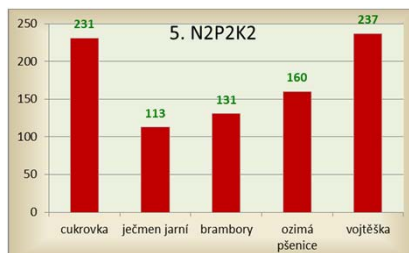
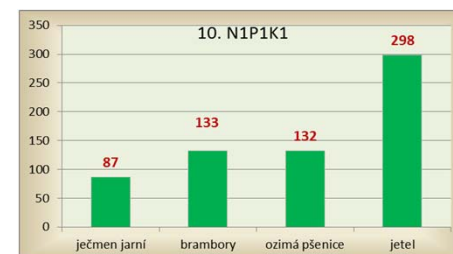
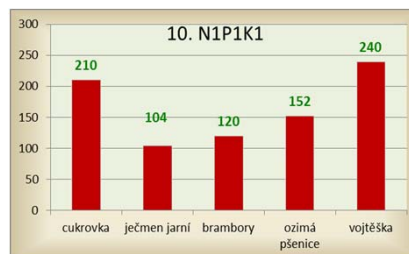
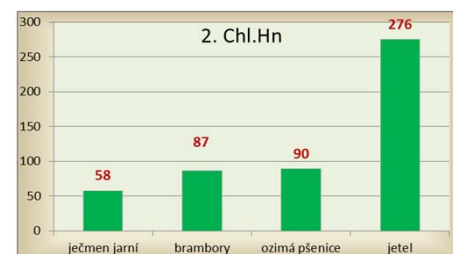
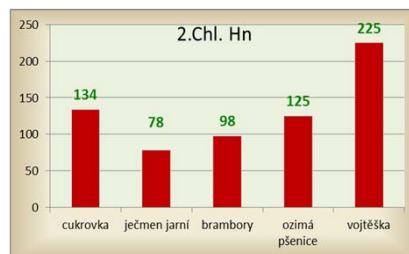
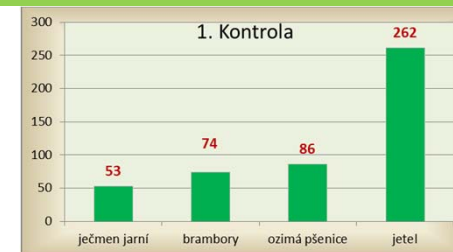
VÝROBNÍ OBLAST

ŘEPAŘSKÁ

BRAMBORÁŘSKÁ

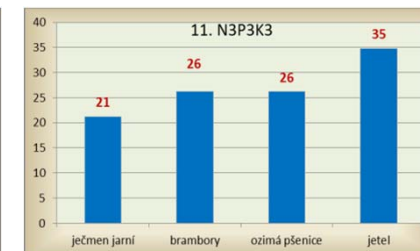
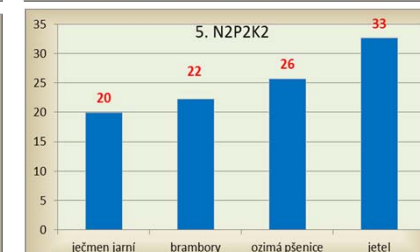
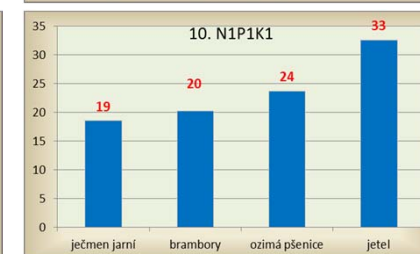
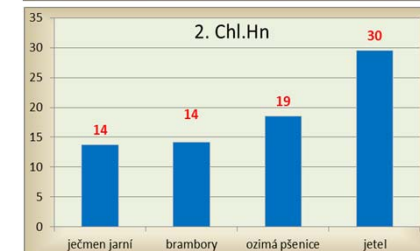
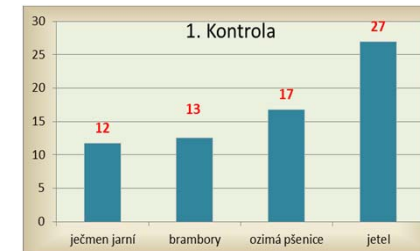
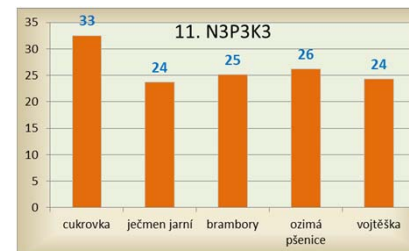
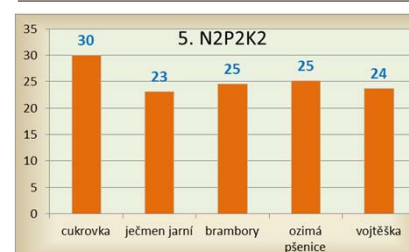
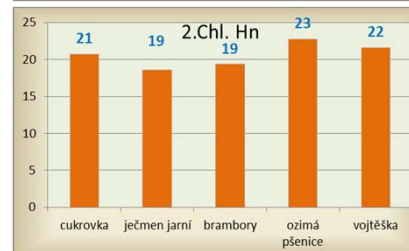
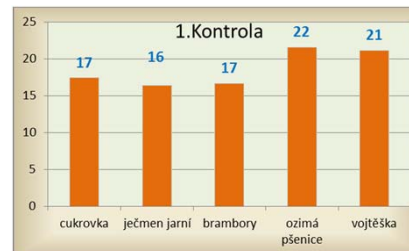
**Průměrný odběr DUSÍKU
při stupňování všech živin
za sledované období**

plodina	ŘO [kg.ha ⁻¹]	BO [kg.ha ⁻¹]
vojtěška/jetel	222 - 246	262 - 296
cukrovka	118 - 261	-
pšenice ozimá	116 - 162	86 - 159
brambory	80 - 134	74 - 169
ječmen jarní	69 - 123	53 - 108



Průměrný odběr FOSFORU při stupňování všech živin za sledované období

plodina	ŘO [kg.ha ⁻¹]	BO [kg.ha ⁻¹]
vojtěška/jetel	21 - 24	27 - 35
pšenice oz.	22 - 26	17 - 26
cukrovka	17 - 33	-
brambory	17 - 25	13 - 26
ječmen jar.	16 - 24	12 - 21



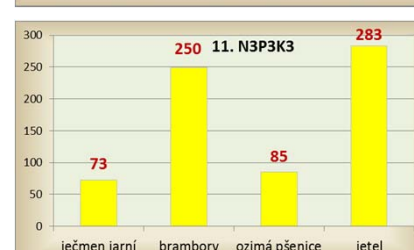
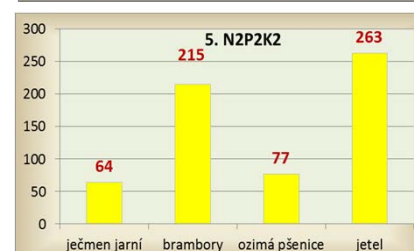
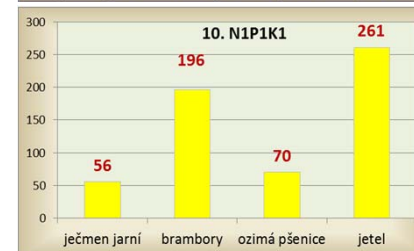
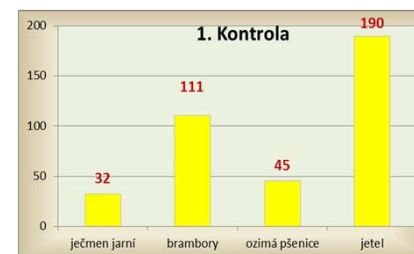
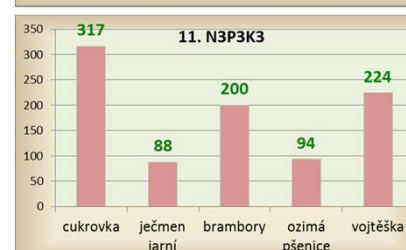
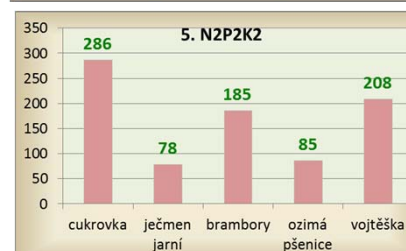
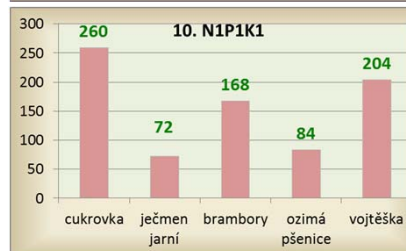
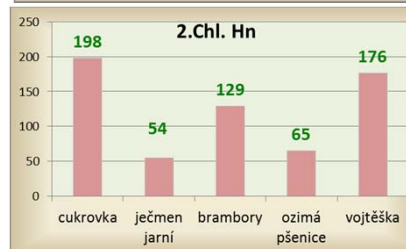
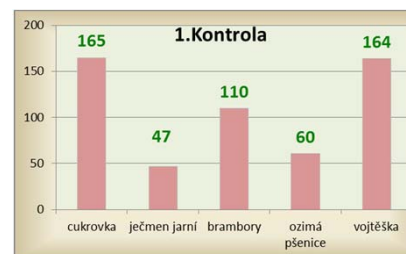
VÝROBNÍ OBLAST

ŘEPAŘSKÁ

BRAMBORÁŘSKÁ

Průměrný odběr DRASLÍKU při stupňování všech živin za sledované období

plodina	ŘO [kg.ha ⁻¹]	BO [kg.ha ⁻¹]
vojtěška/jetel	164-224	190-283
cukrovka	165-317	-
brambory	110-200	111-250
pšenice oz.	60-94	45-85
ječmen jar.	47-88	32-73



Výpočet bilance živin ve stacionárním pokusu

sledování

- **VSTUPŮ** (množství živin v hnojivech minerálních a organických)
- **VÝSTUPŮ** (živiny ve sklizni hlavního a vedlejšího produktu)
rozhodující zdroj dat pro výpočet zjednodušené bilance

Roční bilance živin = hnojení - (odběr HP+VP)

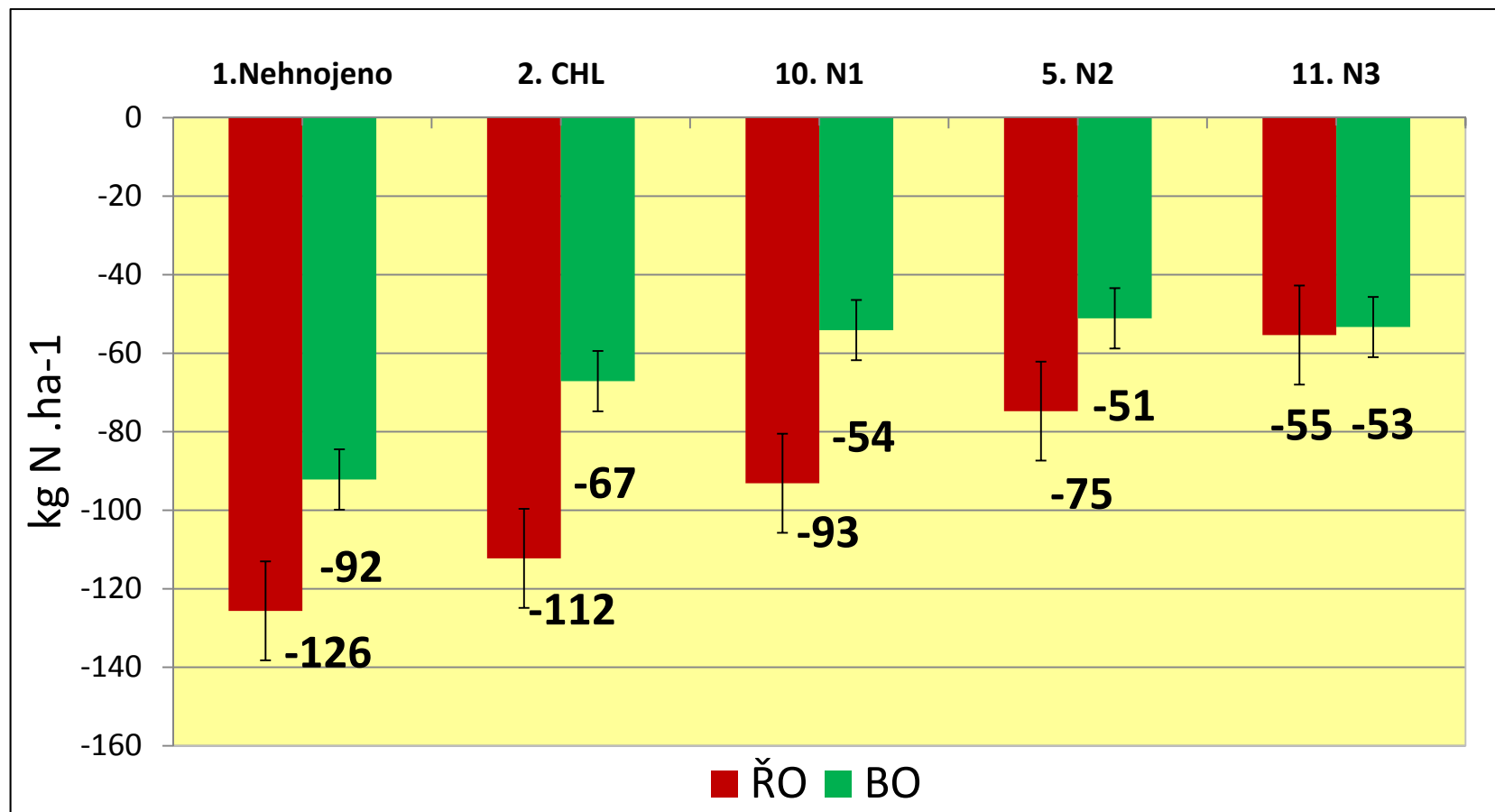
VSTUPY

dodané živiny
minerálně a organicky

VÝSTUPY

odběr živin sklizní +
výnosy HP+VP

Bilance DUSÍKU za sledované období

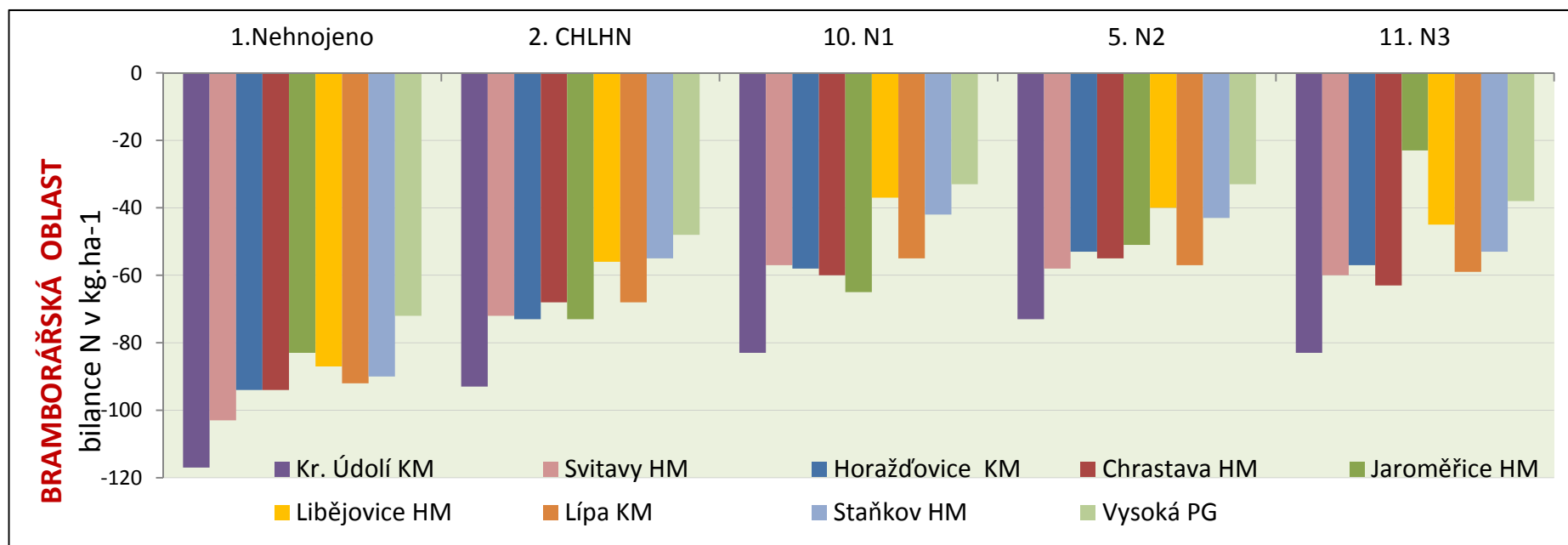
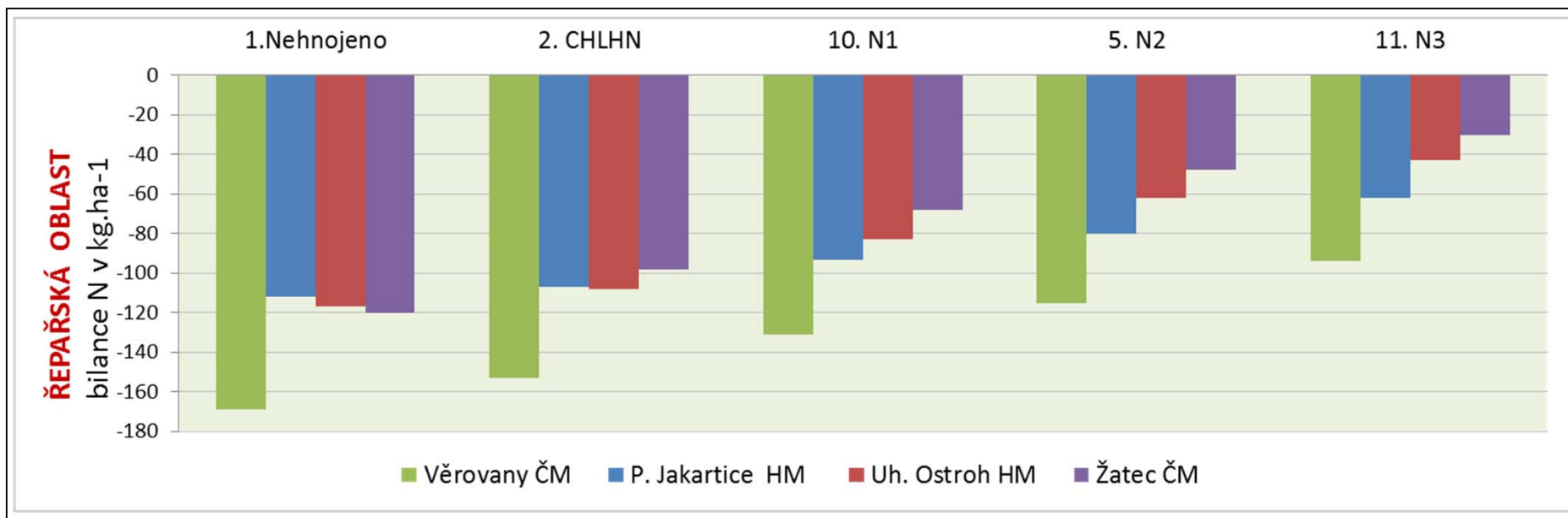


N3 = 140 kg N . ha⁻¹ nestačí pokrýt spotřebu N odčerpaného výnosem

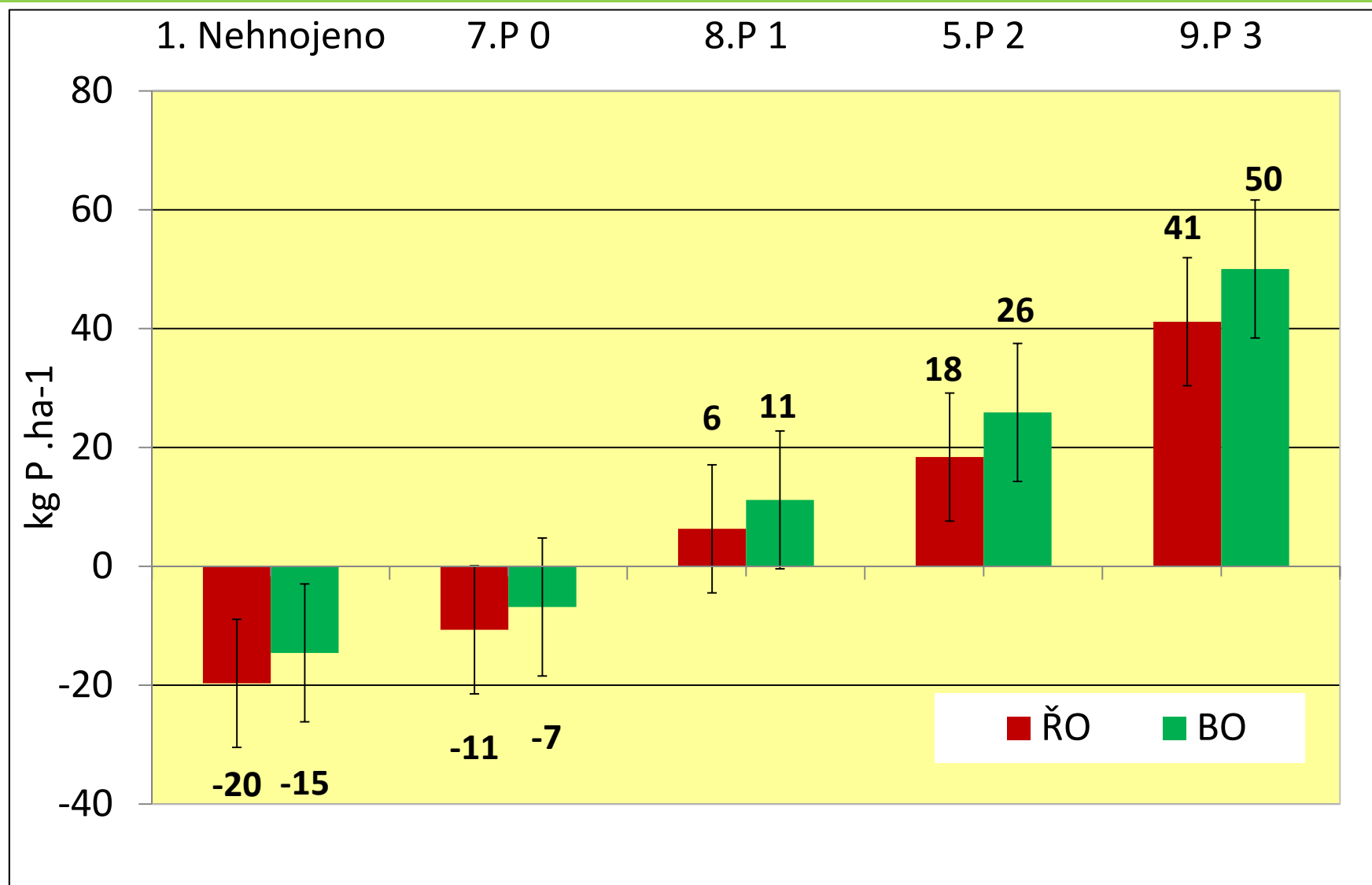
BO - nižší bilanční deficit

Při zahrnutí symbiotické fixace jetelovinami a atmosférické depozice by při N2 teoreticky nastal mírný přebytek

Bilance DUSÍKU - jednotlivá stanoviště

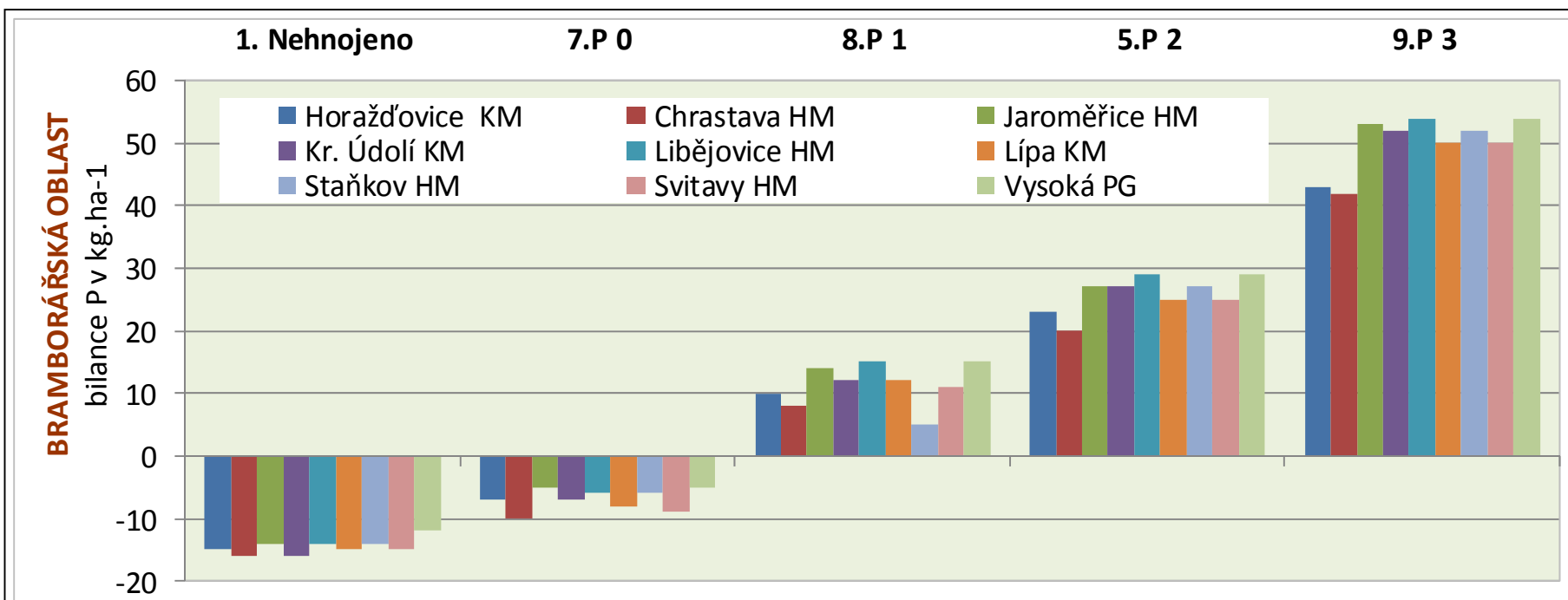
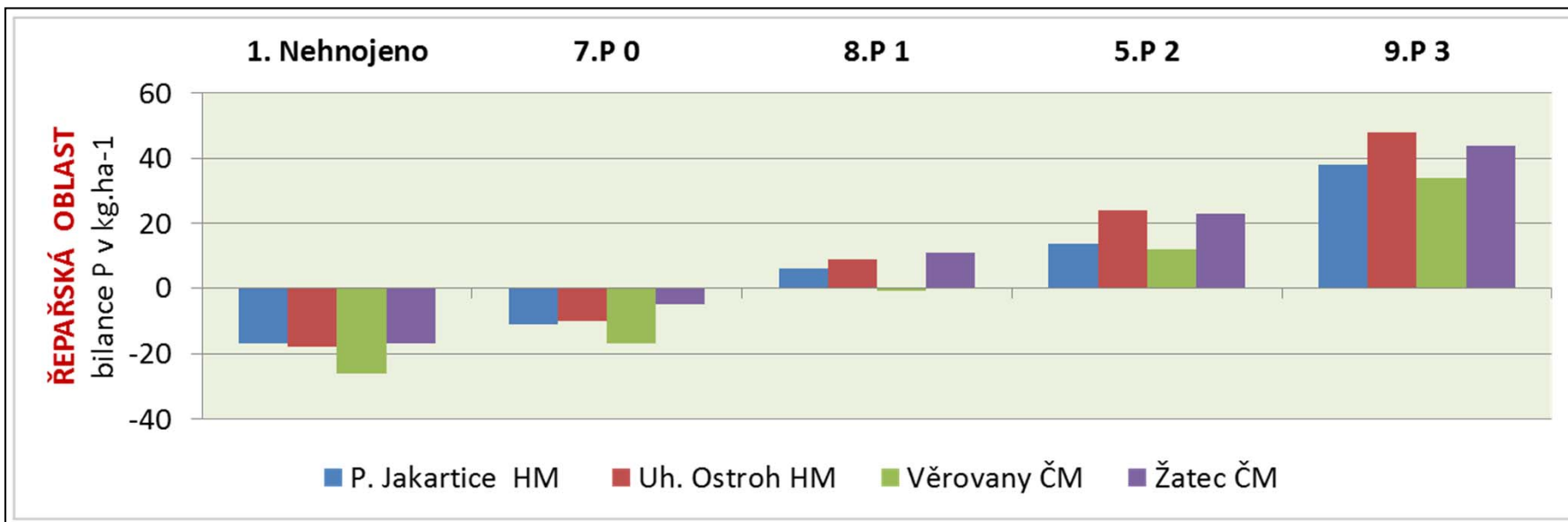


Bilance FOSFORU za sledované období

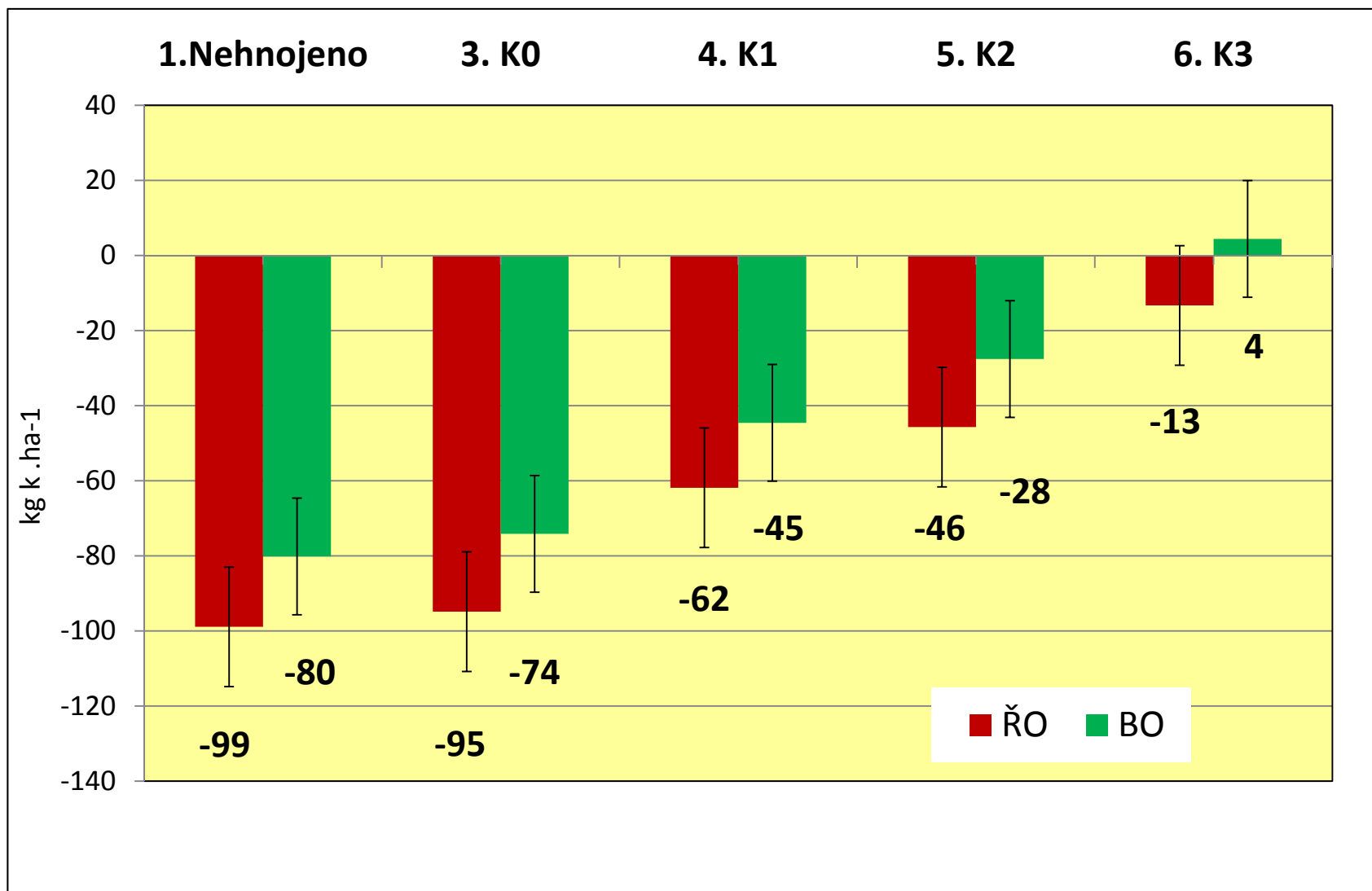


- P1= 30 kg P.ha⁻¹ vyrovnaná bilance
- rozdíl mezi HP a VP nevýrazný, bilanční přebytek v BO vyšší než v ŘO
- výraznější zvyšování zásoby přístupného P od komb. 5. P2, tj. cca 40 kg P.ha⁻¹

Bilance FOSFORU - jednotlivá stanoviště



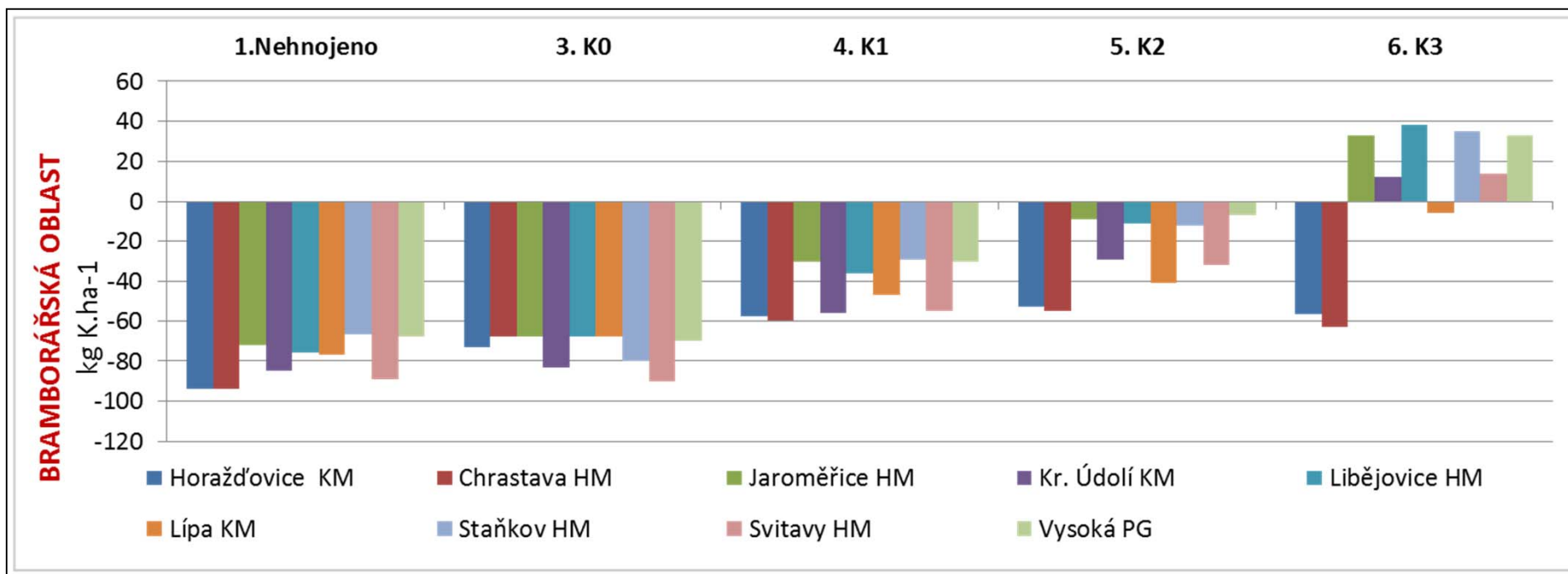
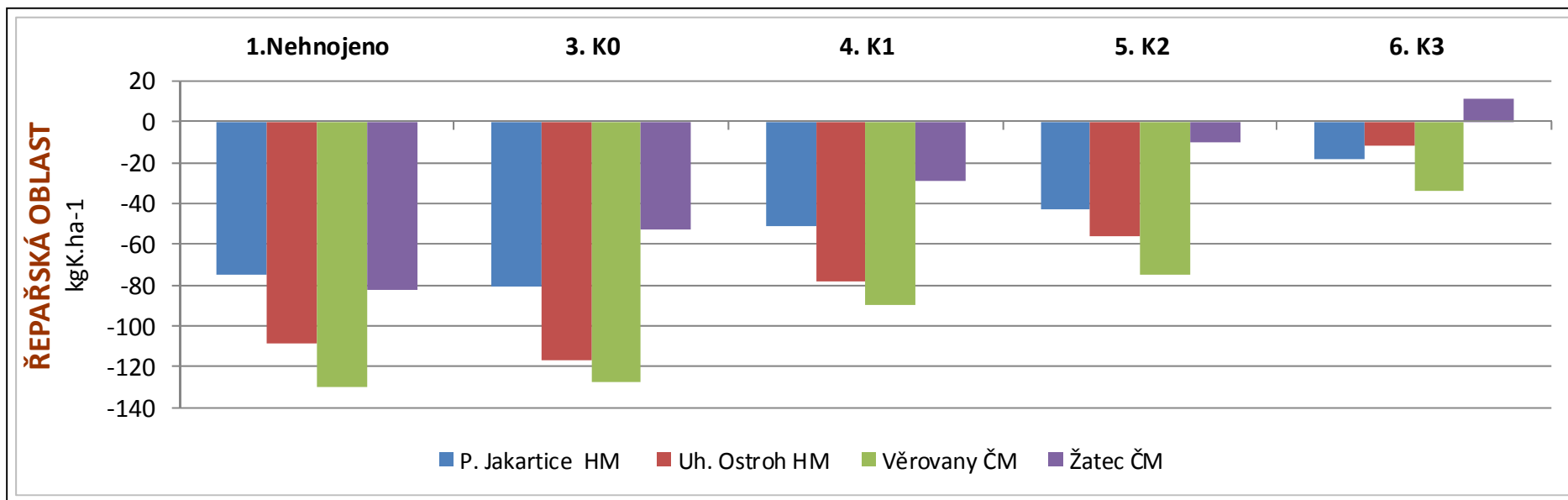
Bilance DRASLÍKU za sledované období



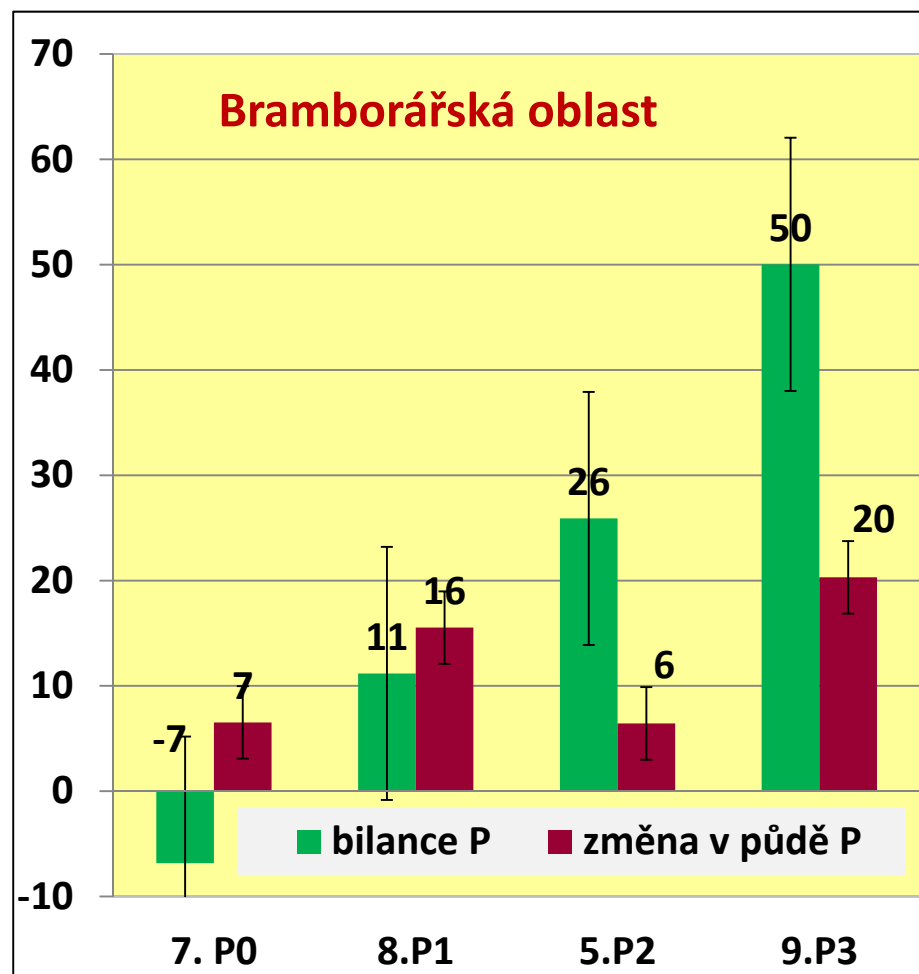
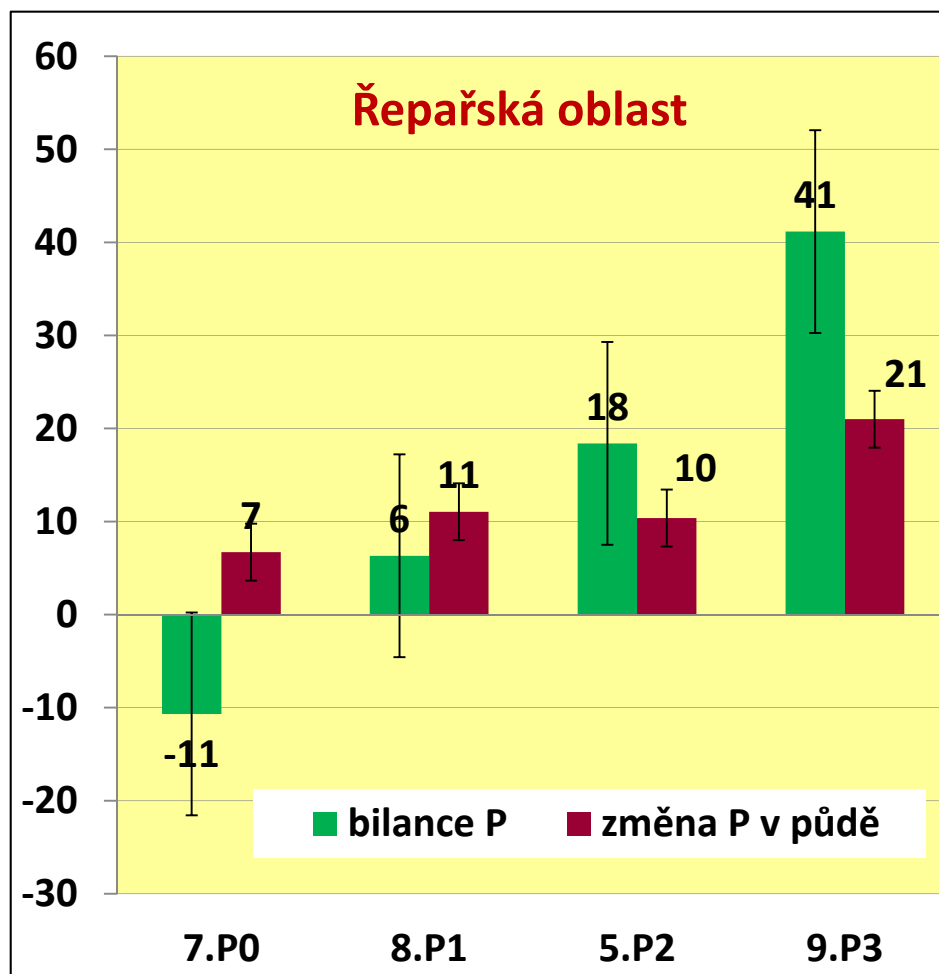
BO - K3 = 116 kg K.ha⁻¹ mírný přebytek 4 kg K.ha⁻¹

ŘO - K3 = 131 kg K.ha⁻¹ záporná bilance -13 kg K.ha⁻¹

Bilance DRASLÍKU - jednotlivá stanoviště

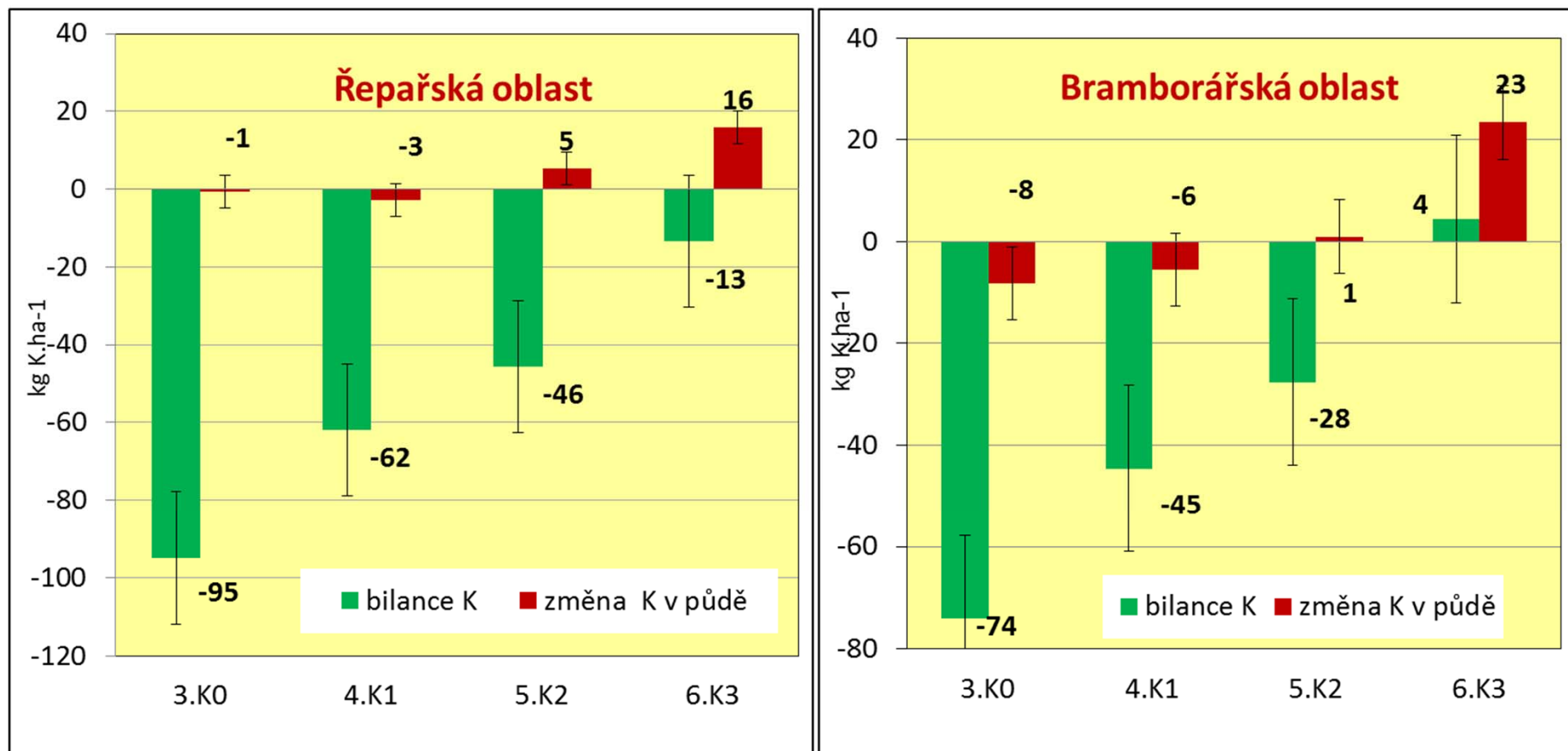


Porovnání bilance P ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) s obsahem přístupného P v půdě ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) rozdíl průměrných hodnot z let 1981-1983, 2000-2002 a 2009-2011



Při dlouhodobější záporné bilanci je odběr živin plodinami větší než jejich přísun a obsah přístupných živin v půdě klesá.

Porovnání bilance K ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) s obsahem přístupného K v půdě ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) rozdíl průměrných hodnot z let 1981-1983, 2000-2002 a 2009-2011



- kladná bilance stabilizuje obsah v půdě
- průběžně sledovaná bilance živin, periodicky doplňovaná analýzou půdy poskytuje velmi dobrou informaci o zásobenosti půdy přístupnými živinami

Jaká je účelná úroveň hnojení ?

Výrobní oblast	živina	potřeba živin v minerálních hnojivech (kg.ha ⁻¹)		
		podle výnosu	podle bilance	podle obsahu v půdě
řepařská	N	80	160	nestanoveno
	P ₂ O ₅	50	50	30
	K ₂ O	80	150	100
	Celkem	210	360	

bramborářská	N	90	140	nestanoveno
	P ₂ O ₅	80	50	30
	K ₂ O	110	150	150
	Celkem	280	340	

Doporučení pro dobrou produkci a udržitelnou zásobenost půdy

100-120 kg N.ha ⁻¹	30 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹	100-150 kg K ₂ O.ha ⁻¹	=230-300 kg.ha ⁻¹
-------------------------------	---	--	------------------------------

100,7 kg N.ha ⁻¹	11,3 kg P ₂ O ₅ .ha ⁻¹	6,5 kg K ₂ O.ha ⁻¹	=111,8 kg.ha ⁻¹
-----------------------------	---	--	----------------------------

(MZe, 2011)

Ověření různých systémů organického hnojení

Založení: r. 1992 na 14 lokalitách

Cíl: ověřit možnost minimalizace, či úplné vynechání minerálních hnojiv a možnost jejich náhrady přirozenými organickými hnojivy

Kombinace hnojení	Průměrné roční dávky MINERÁLNÍCH hnojiv kg.ha ⁻¹			Průměrné roční dávky ORGANICKÝCH hnojiv kg.ha ⁻¹		
	N	P	K	N	P	K
1. Nehnojeno	0	0	0	0	0	0
2. Minerální hnojení	109	23	119	0	0	0
3. Chlévský hnůj	0	0	0	40	10	58
4. Chlévský hnůj + minerální hnojení	69	15	62	40	10	58
5. Sláma	23	0	0	9	2	18
6. Sláma + minerální hnojení	100	23	102	9	2	18
7. Zelené hnojení	0	0	0	0	0	0
8. Zelené hnojení + minerální hnojení	109	25	119	0	0	0
9. Zelené hnojení + sláma	23	0	0	9	2	18
10. ZH + sláma + minerální hnojení	100	23	102	9	2	18
11. Kal ČOV	0	0	0	40	7	5
12. Kal ČOV + minerální hnojení	69	1	114	40	7	5

Ověření stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách P a K

Založení: r. 1996 na 14 lokalitách

Cíl: ověřit hnojení stupňovanými dávkami N (při konstantním hnojení P a K) na změny minerálního dusíku v půdě, bilanci N, výnosy a kvalitu plodin.

Kombinace hnojení	Průměrné roční dávky č.ž. kg.ha ⁻¹		
	N	P	K
1. Nehnojeno	-	-	-
2. PK	-	60	80
3. N1 PK	30	60	80
4. N2 PK	60	60	80
5. N3 PK	90	60	80
6. CHLHN + PK	-	60	80
7. CHLHN + N1 PK	30	60	80
8. CHLHN + N2 PK	60	60	80
9. CHLHN + N3 PK	90	60	80

CHL. hnůj: 40 t.ha⁻¹ 2x za osevní sled