

# Kořenový systém plodin a využití zásoby vody v půdním profilu - význam pro zemědělskou praxi



Mendelova  
univerzita  
v Brně

**J. Haberle<sup>1</sup>, P. Svoboda<sup>1</sup>, V. Vlček<sup>2</sup>, G. Kurešová<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně*

*<sup>2</sup> Mendelova Univerzita v Brně*

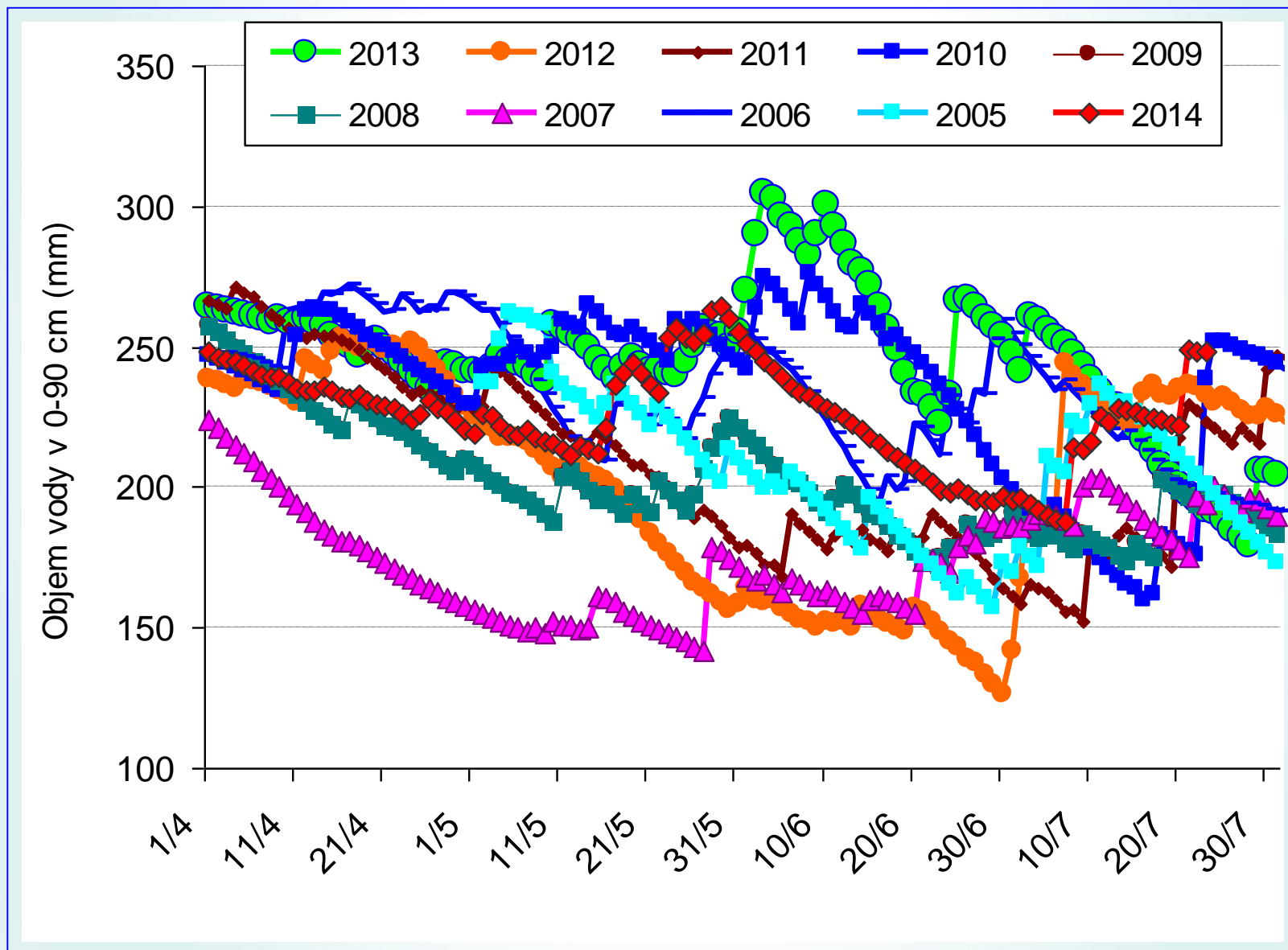
*Příspěvek byl zpracován na základě údajů získaných při řešení projektu MZe ČR, NAZV QI111C080: Zpřesnění dostupné zásoby vody v půdním profilu na základě modelu kořenového systému plodin pro efektivní hospodaření s vodou a dusíkem*

## Využití vody z půdního profilu kořeny plodin

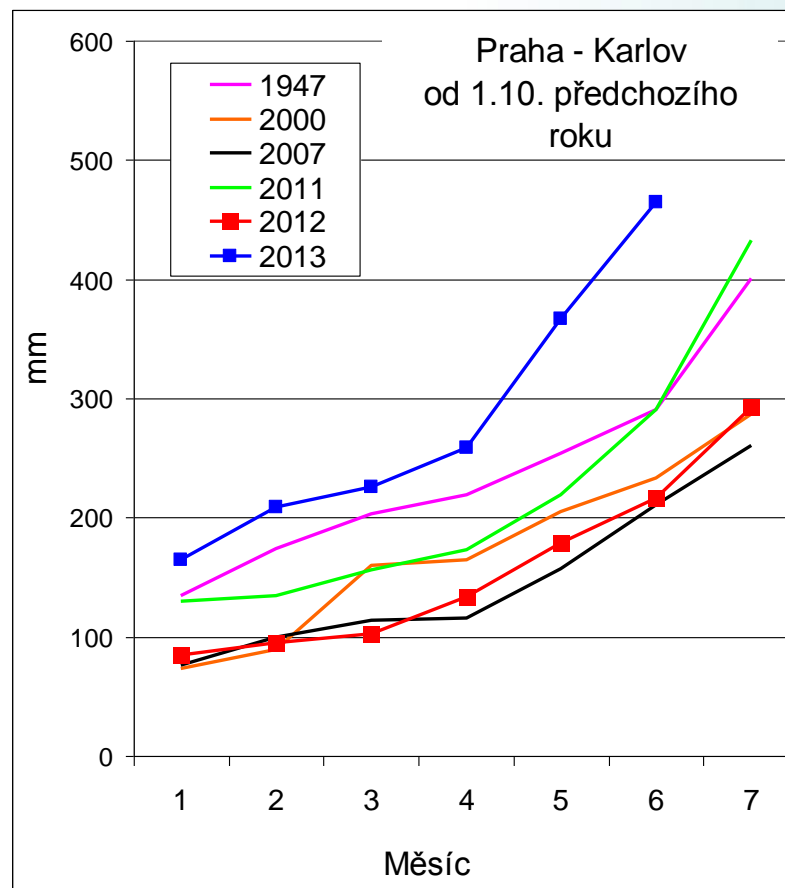
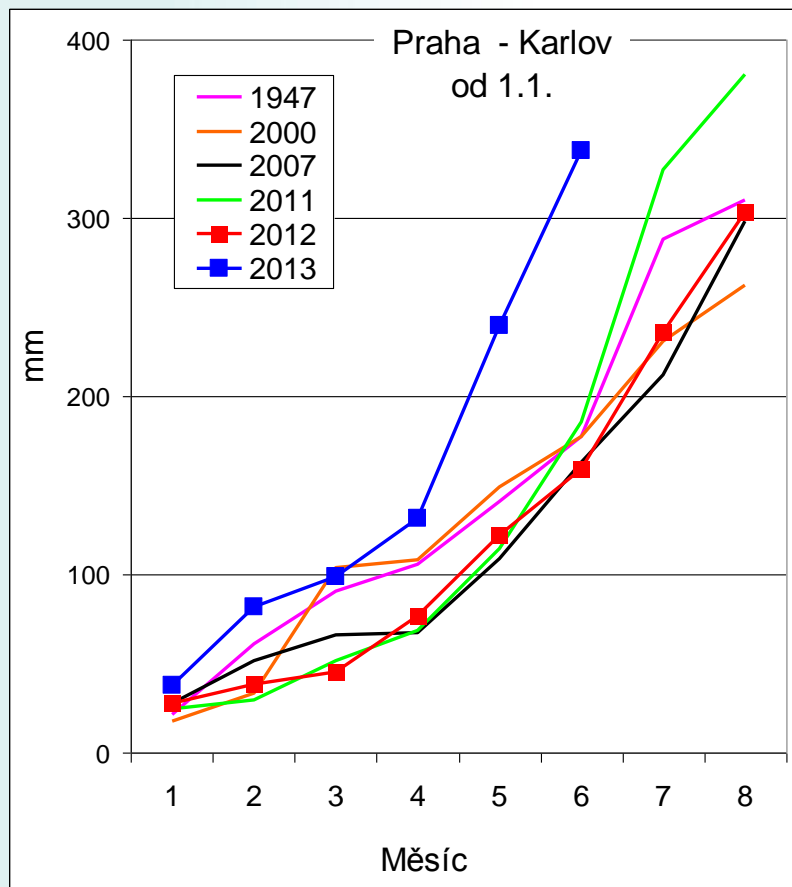
- Častá krátká a delší období nedostatek vody - negativní dopad na růst, příjem živin, výši a stabilitu výnosů nebo kvalitativních parametrů. Pěstitelé požadují od zemědělského výzkumu praktické postupy pro snížení vlivu sucha.
- Pro snížení dopadu sucha je nutné spojit řada opatření, které v komplexu sníží neproduktivní ztráty vody a zvýší efektivnost využití vody rostlinami - zpracování půdy, kvalitní půdní prostředí, výběr vhodných odrůd, správné založení a vedení struktury porostu, efektivní hnojení a využití fyziologicky aktivních látek a inokulace, přiměřená ochrana nebo využití směsí odrůd nebo druhů.
- Jednou z podmínek efektivních agrotechnických zásahů je hlubší pochopení a respektování vytváření a využití zásoby vody v kořenové zóně plodin. I přes velký objem poznatků plodinového a hydropedologického výzkumu v dané oblasti zemědělci nemají nástroj pro odhad zásoby a využití vody v kořenové zóně plodin na konkrétních pozemcích.
- Chybí nástroje použitelné v praxi pro posouzení specifických podmínek jednotlivých plodin a pozemků z hlediska dostupné zásoby vody v kořenové zóně a její využití ve vztahu k povětrnostním podmínkám a růstu plodin.



# Kolísání obsahu vody ve vrstvě 0-90 cm pod porostem ozimé pšenice v posledních letech (Praha-Ruzyně)



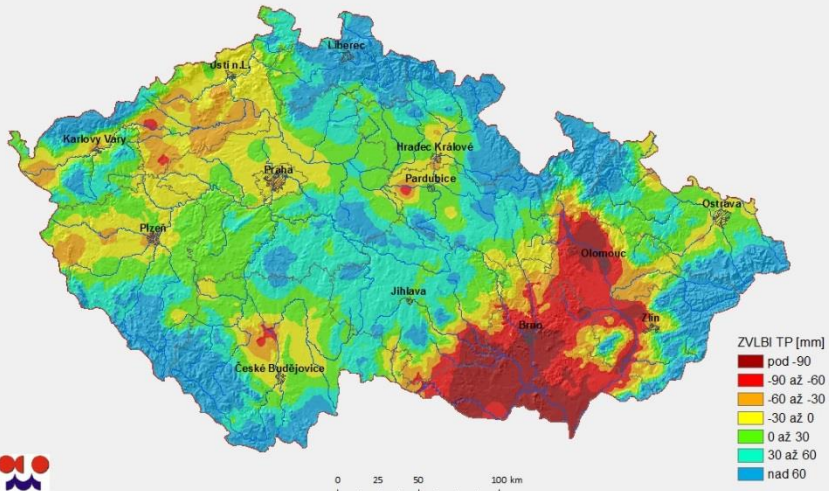
# Suché ročníky z tohoto století jsou z hlediska srážek srovnatelné s extrémně suchým rokem 1947



Porovnání úhrnu srážek (kumulovaně) od 1.1. daného roku (vlevo) nebo od 1.10. předchozího roku (vpravo) (Praha-Karlov).

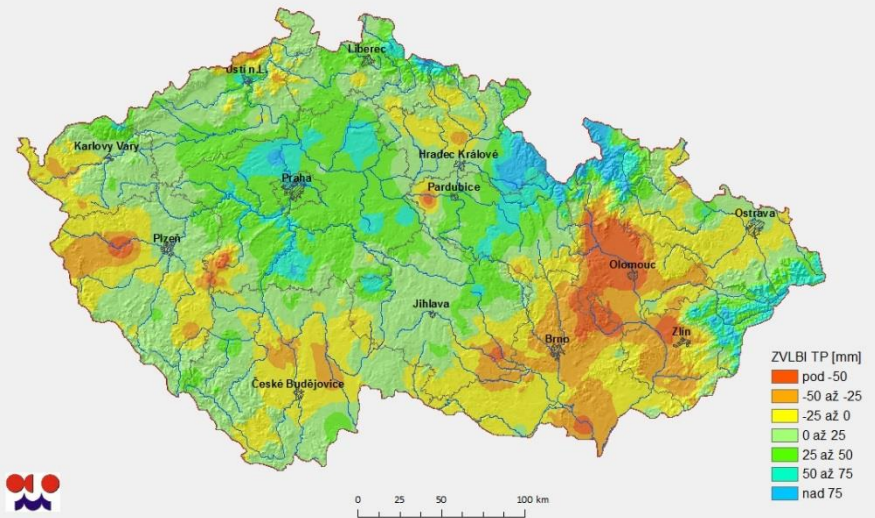
# Bilance vody na počátku vegetačního období v roce 2014 naznačovala další výjimečně suchý rok

Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR  
aktuální stav od 1. 3. k neděli 1. 6. 2014  
*Basic water balance of grasslands (difference between precipitation and potential evapotranspiration)  
since 1st March as of Sunday, 1st June 2014*



Bilance vody od 1.3.2014 pod travním porostem (zdroj ČHMÚ)

Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR  
srovnání úhrnu od 1. 3. s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 1. 6. 2014  
*Basic water balance of grasslands (difference between precipitation and potential evapotranspiration)  
comparison of the amount since 1st March until Sunday, 1st June 2014*



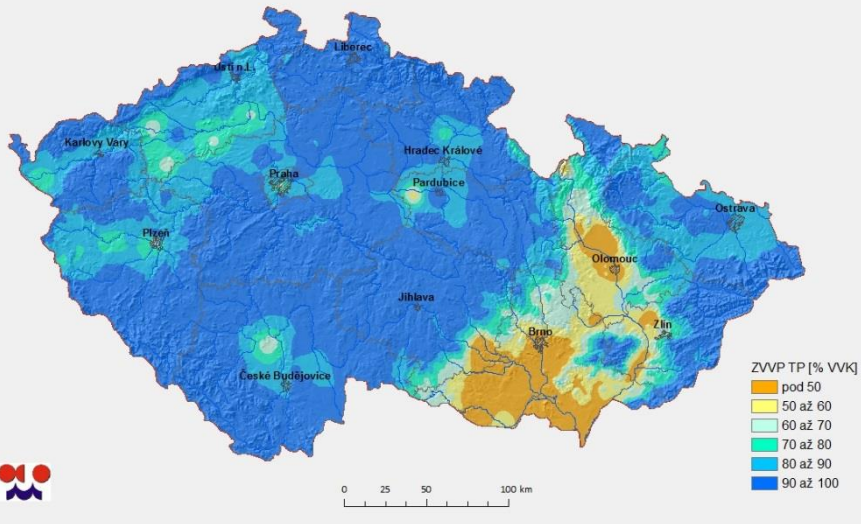
Bilance vody od 1.3.2014 pod travním porostem (v % dlouhodobého průměru) (zdroj ČHMÚ)



# Díky zásobě zimní vláhy v kořenové zóně a postupného doplňování půdní vody ze srážek byly výnosy v roce 2014 většinou nadprůměrné

Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170 mm/1m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR aktuální stav k neděli 1. 6. 2014

*Amount of usable water in loam soils (available water capacity = 170 mm/1m of soil profile) on grasslands current state as of Sunday, 1st June 2014*

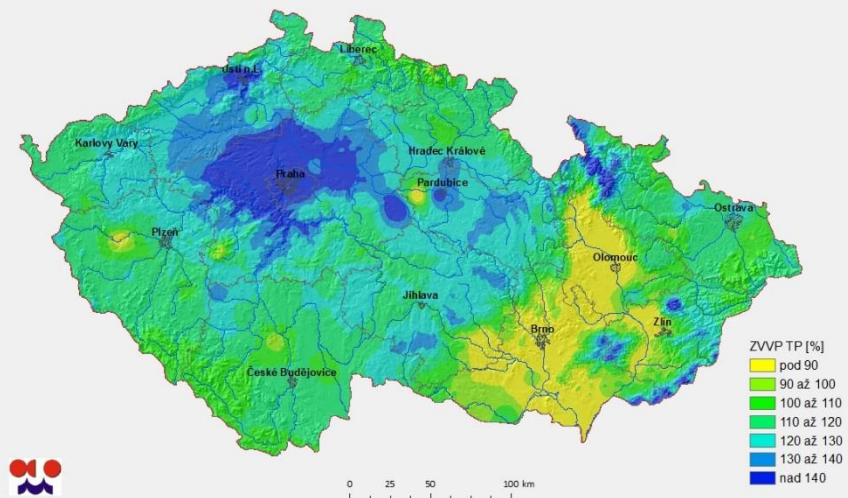


Zásoba půdní vláhy k 1.6.2014 v % VVK (využitelná vodní kapacita do 1 m) (zdroj ČHMÚ)

Zásoba půdní vláhy k 1.6.2014 (v % dlouhodobého průměru) (zdroj ČHMÚ)

Zásoba využitelné vody na středně těžkých půdách (VVK = 170 mm/1m půdního profilu) pod travním porostem na území ČR srovnání s dlouhodobým průměrem 1961-2010 k neděli 1. 6. 2014

*Amount of usable water in loam soils (available water capacity = 170 mm/1m of soil profile) on grasslands comparison with the long-term average (1961-2010), as of Sunday, 1st June 2014*



## Možnosti a podmínky snížení dopadu sucha

- Pro snížení dopadu sucha je nutné spojit řada opatření, které v komplexu sníží neproduktivní ztráty vody a zvýší efektivnost využití vody rostlinami - zpracování půdy, kvalitní půdní prostředí, výběr vhodných odrůd, správné založení a vedení struktury porostu, efektivní hnojení a využití fyziologicky aktivních látek a inokulace, přiměřená ochrana nebo využití směsí odrůd nebo druhů.
- Jednou z podmínek efektivních agrotechnických zásahů je hlubší pochopení a respektování vytváření a využití zásoby vody v kořenové zóně plodin. I přes velký objem poznatků plodinového a hydropedologického výzkumu v dané oblasti zemědělci nemají nástroj pro odhad zásoby a využití vody v kořenové zóně plodin na konkrétních pozemcích.
- Chybí nástroje použitelné v praxi pro posouzení specifických podmínek jednotlivých plodin a pozemků z hlediska dostupné zásoby vody v kořenové zóně a její využití ve vztahu k povětrnostním podmínkám a růstu plodin. Na druhé straně jsou již v řadě zemědělských podniků k dispozici údaje z meteorologických staniček, které mohou být použity pro výpočet agroklimatické bilance vody

## Rámcová charakteristika vrstev půdy a jejich význam pro využití zásoby vody a živin kořeny plodin

<i>Vrstva</i>	Hloubka (cm)	Voda, živiny	Kořeny
<b>Ornice</b> (nejčastěji na jejich vlastnostech se hodnotí celý profil)	0 - 30	Vysoký obsah živin, zbytků, humusu, aktivní mikroflóry, kolísavý obsah vody- vysychání-zamokření	Vysoká hustota kořenů (našich podmínkách)
<b>Mělké podoorničí</b>	30-60	Většina plodin využívá zdroje téměř bez omezení	Dostatečná hustota kořenů, maximum pro mělce kořenící
<b>Hlubší podorničí</b>	60-90	Rezerva vody a dusíku (i další živiny) využívaná v plném růstu a ve fázi tvorby výnosu-hůře dostupná pro mělce kořenící druhy	Střední až nízká hustota u plodin s hlubokým koř.systémem
<b>Hluboké podorničí</b>	> 90	Rezerva pro období tvorby výnosu, významné pro vynášení vyplavených nitrátů a dalších iontů	Nízká hustota i u hluboko kořenících, závisí silně na dalších faktorech



# Potřebné vstupní údaje, jejich dostupnost a možnost náhrady v provozních podmínkách

Parametr	Základní metoda	Náhradní postup použitelný v praxi	Terenní metody, odhad
<b>Polní vodní kapacita (PVK) a bod vadnutí (BV) pro výpočet využitelné vod.kapacity (VVK=PVK-BV)</b>	Standardní (hydro)pedologické postupy	Pedotransferové funkce (PTF) na základě obsahu jílu, písku, případně obsah Corg aj.	Vlhkost půdy po vlhké zimě (~PVK), umělé zavlažení, odhad zrnitosti a použití PTF
<b>Objemová hmotnost, obsah skeletu</b>	Standardní pedologické postupy	Použití PTF nebo typických hodnot pro půdní druhy	Přímé určení skeletu, naplnění objemu odměřeným množstvím vody
<b>Naplnění objemu vody na počátku růstu (podíl z PVK)</b>	Přímé určení vlhkosti půdy	Bilance vody (srážky, evapotranspirace)	Hmatový odhad vlhkosti půdy, empiricky dle předplodiny, srážek a půdního typu
<b>Hloubka a případně distribuce (hustota) kořenů v půdním profilu</b>	Vyplavení a měření délky kořenů plodin ve vzorcích půdy	Použití typických hodnot pro danou plodinu a půdní podmínky	Pozorování kořenů na stěně výkopu, vyplavení vzorků půdy
<b>Distribuce příjmu vody, tj. (nejvyšší možný) podíl z VVK využitelný kořeny z vrstev půdy</b>	Bilančně na základě odběru vody u porostu s vysokým LAI a vysokou spotřebou vody při nízkých srážkách	Nelze určit, je nutné použití typických hodnot	Obtížně - odběr vzorků na počátku růstu a v době maximálního odběru

# Výpočet dostupné zásoby vody v kořenové zóně plodin na lokalitách s odlišnými půdně-klimatickými podmínkami

## Vstupní údaje použité pro výpočet

**Vlhkost půdy na jaře a v průběhu růstu:** 0-10 cm, 10-30 cm, 30-50 cm, 50-70 cm, 70-90 cm, 90-110 cm, and 110-130 cm (2011-2013)

**Lokality:** Praha-Ruzyně, Chrástany (u Rakovníka), Čáslav, Lukavec u Pacova, Valečov, Ivanovice na Hané, Dlouhá Třebová, Sudslava, and Horní Dobrouč (poslední tři v regionu Ústí nad Orlicí)

**Zrnitostní složení vrstev půdy,** objemová hmotnost, podíl skeletu

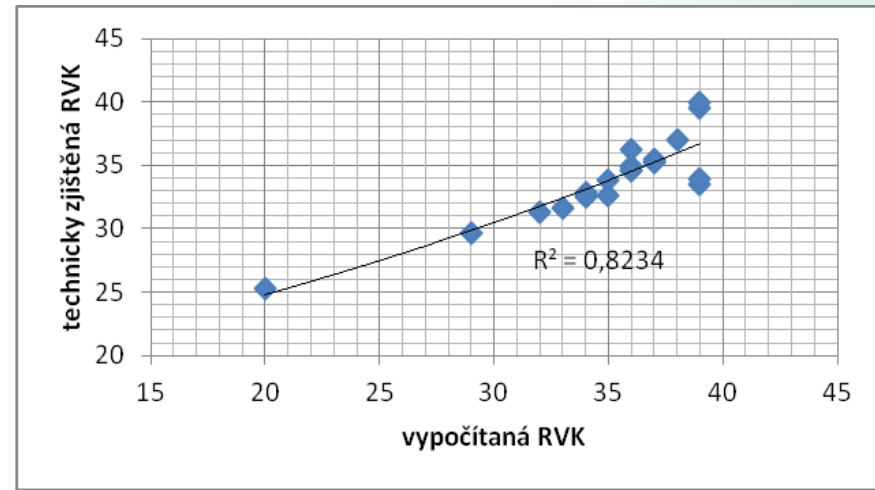
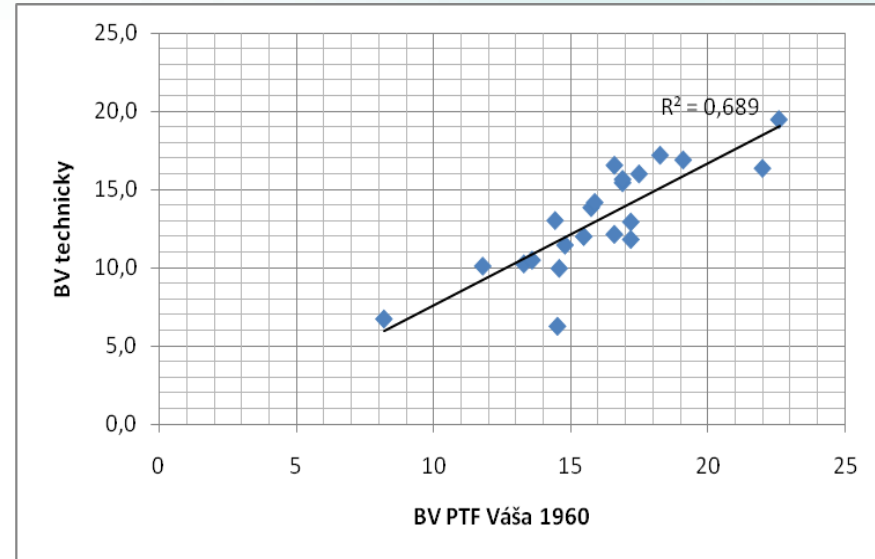
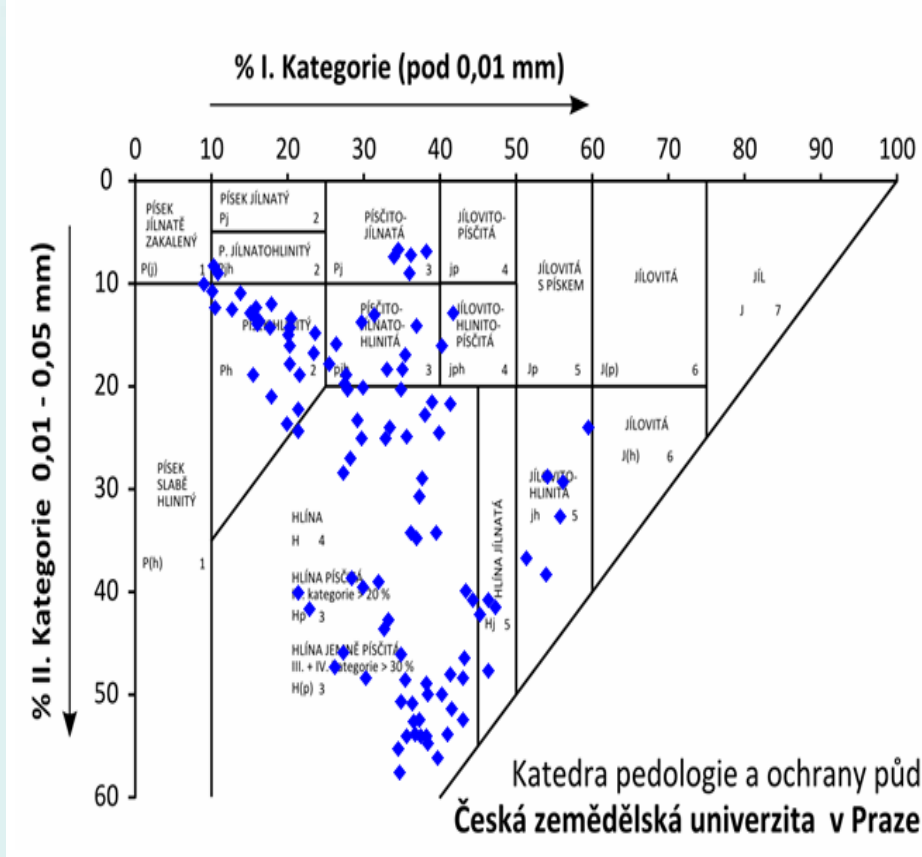
VVK vypočtena z PVK a BV, použity průměrné hodnoty PTF - Váša 1958, Váša 1960, Saxton et al. 1986, Novotný et al. 1990), např.  $PVK = \sqrt{((\% \text{ částic I.kategorie} + 18) * 20)}$ .

Nejvyšší obsah vody (většinou na jaře) by se měl blížit PVK. Pro určení VVK je BV nutné vypočítat pomocí PTF (polní údaje nejsou spolehlivé).

Distribuce (hustota) kořenů po 10 cm – **ozimá pšenice a jarní ječmen, řepka ozimá, slunečnice, kukuřice, brambory**. Případy s největší a nejmenší hloubkou kořenů.

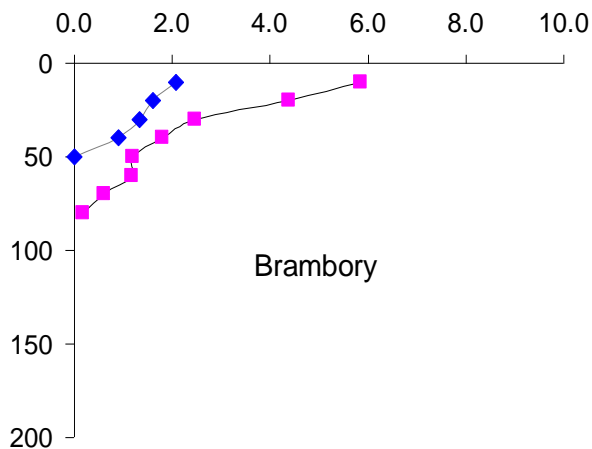
Distribuce příjmu – předpis na základě pozorování

# Zrnitostní složení vrstev půdy na pokusných lokalitách (na pozadí Spietzhanzlova klasifikátoru)

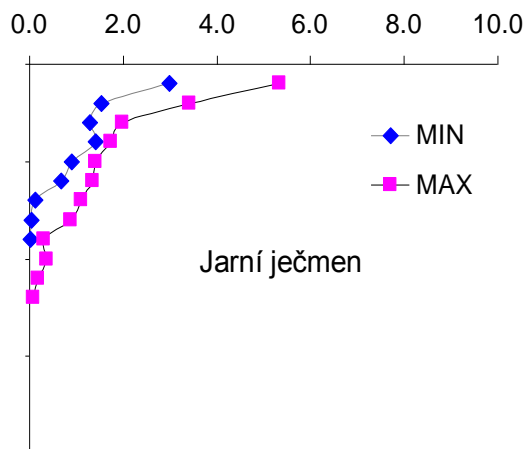


**Pedotransferové funkce (PTF)  
a jejich korelace s měřenými  
hodnotami (Ing. V. Vlček)**

Hustota kořenů (cm. cm<sup>-3</sup>)



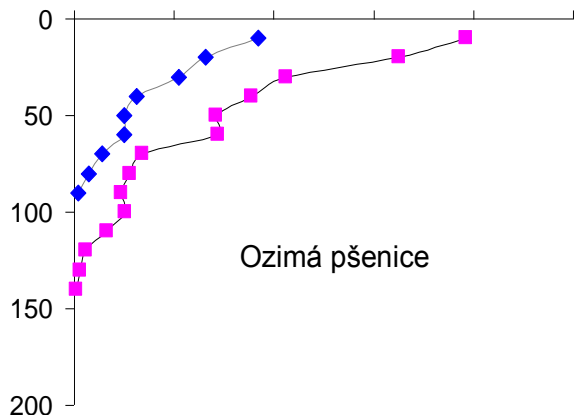
Brambory



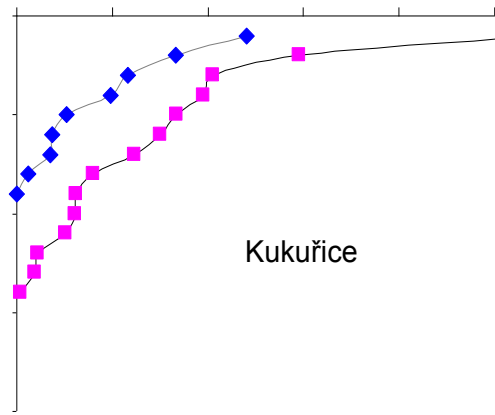
Jarní ječmen

◆ MIN  
■ MAX

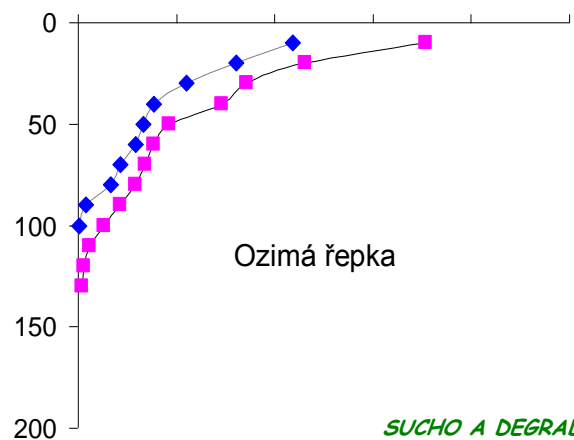
**Nejnižší a nejvyšší hodnoty hloubky a hustoty kořenů vybraných plodin (údaje z více let a lokalit ČR)**



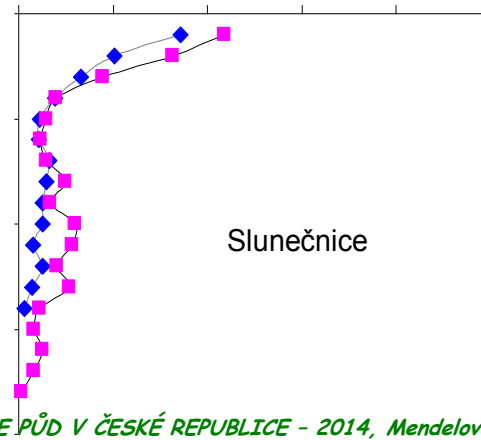
Ozimá pšenice



Kukuřice

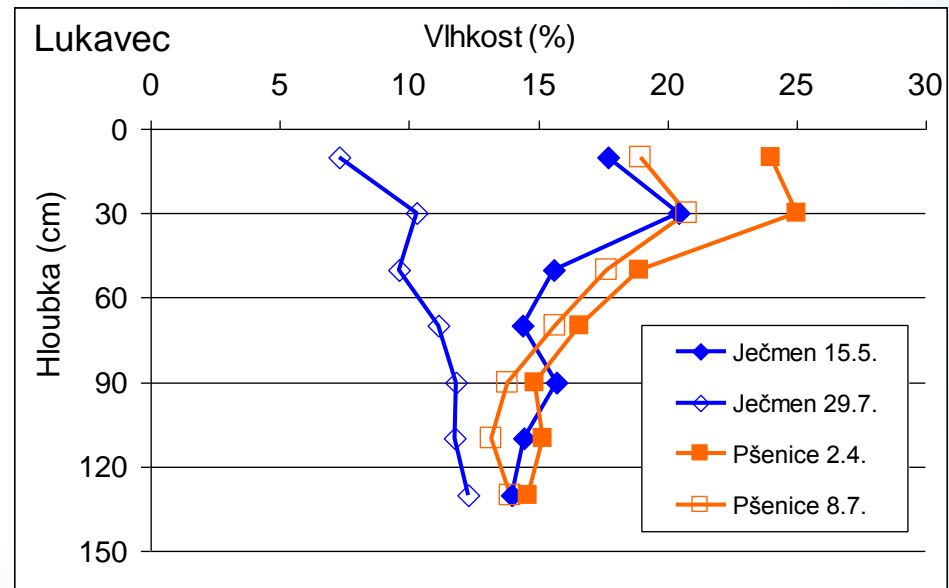
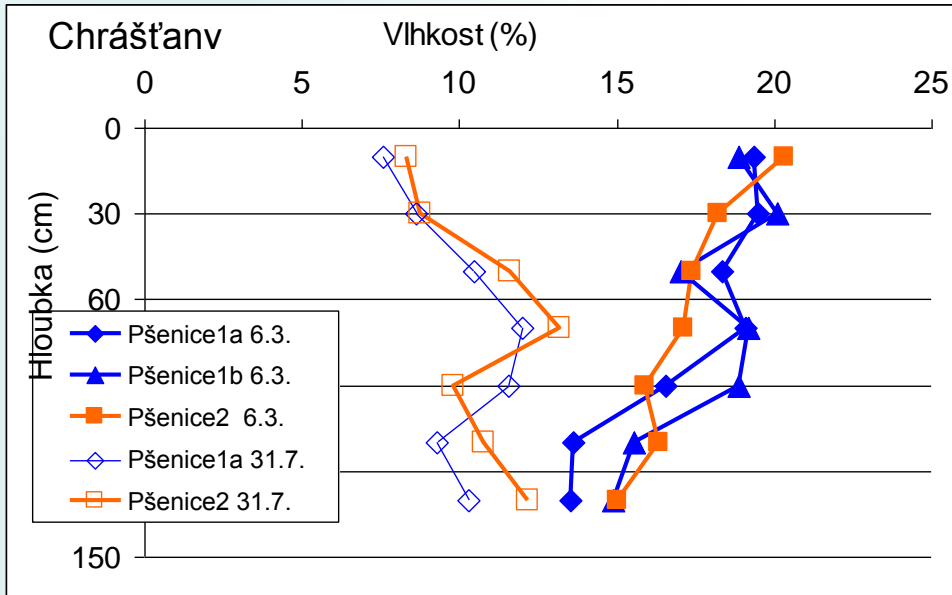


Ozimá řepka



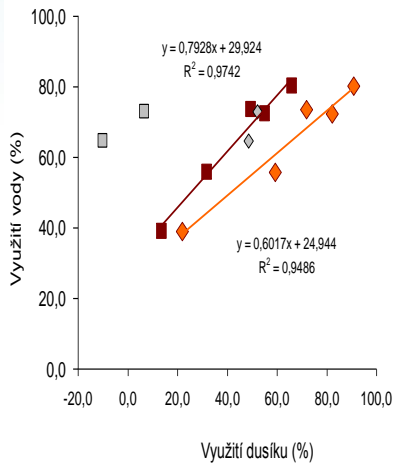
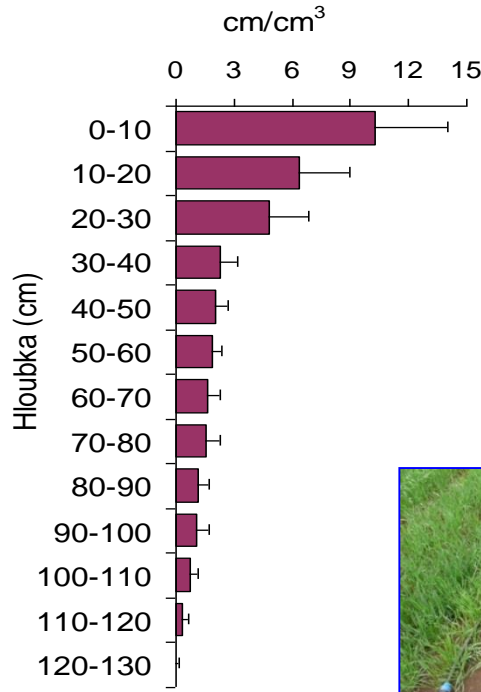
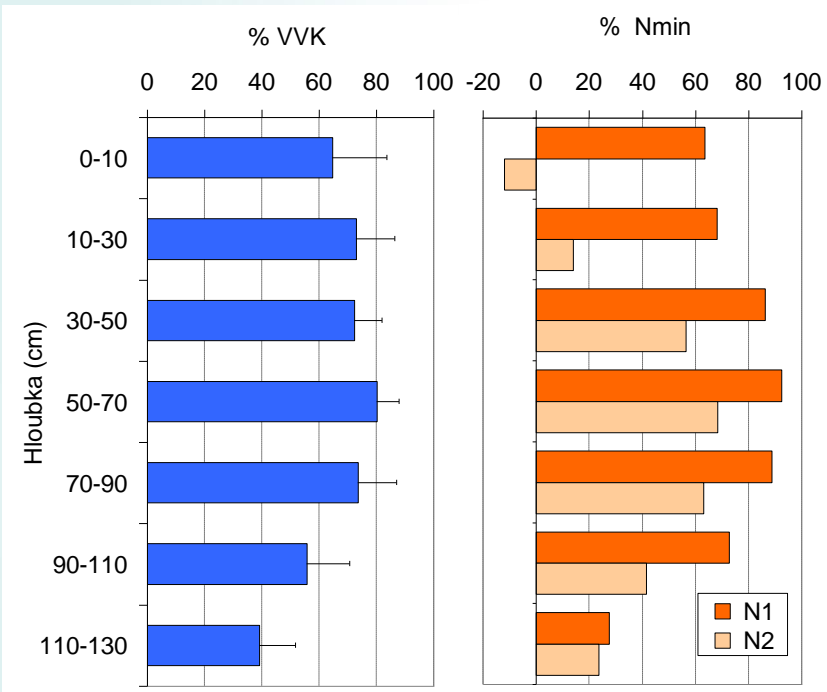
Slunečnice

## Profilové charakteristiky vlhkosti půdy indikující využití zásoby vody kořeny



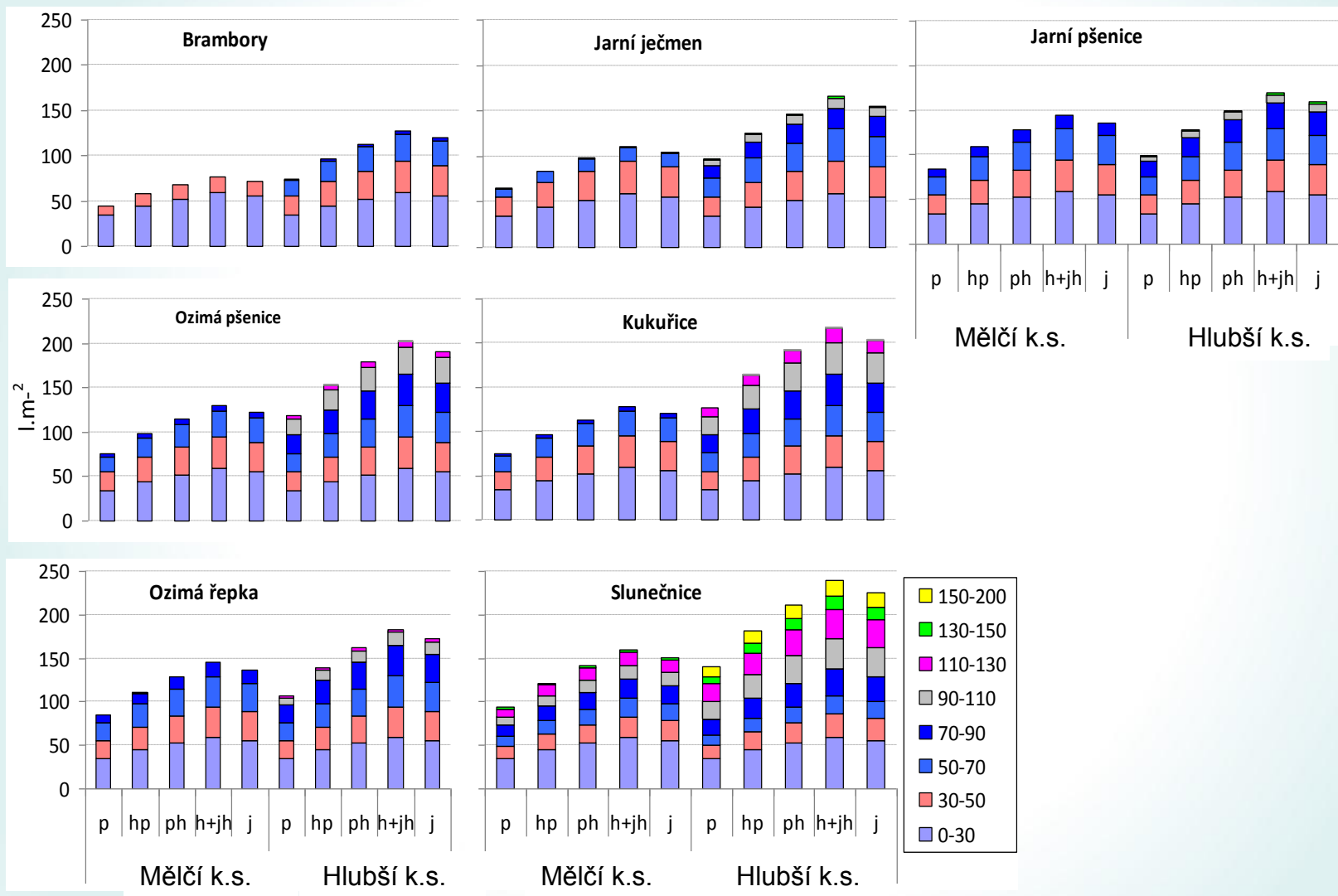


# Příklad experimentálních podkladů pro odvození distribuce využití vody (a N) z vrstev kořenové zóny ozimé pšenice. Využití indukce nedostatku vody pomocí krytu pro určení maximální odběru vody z podorničí.

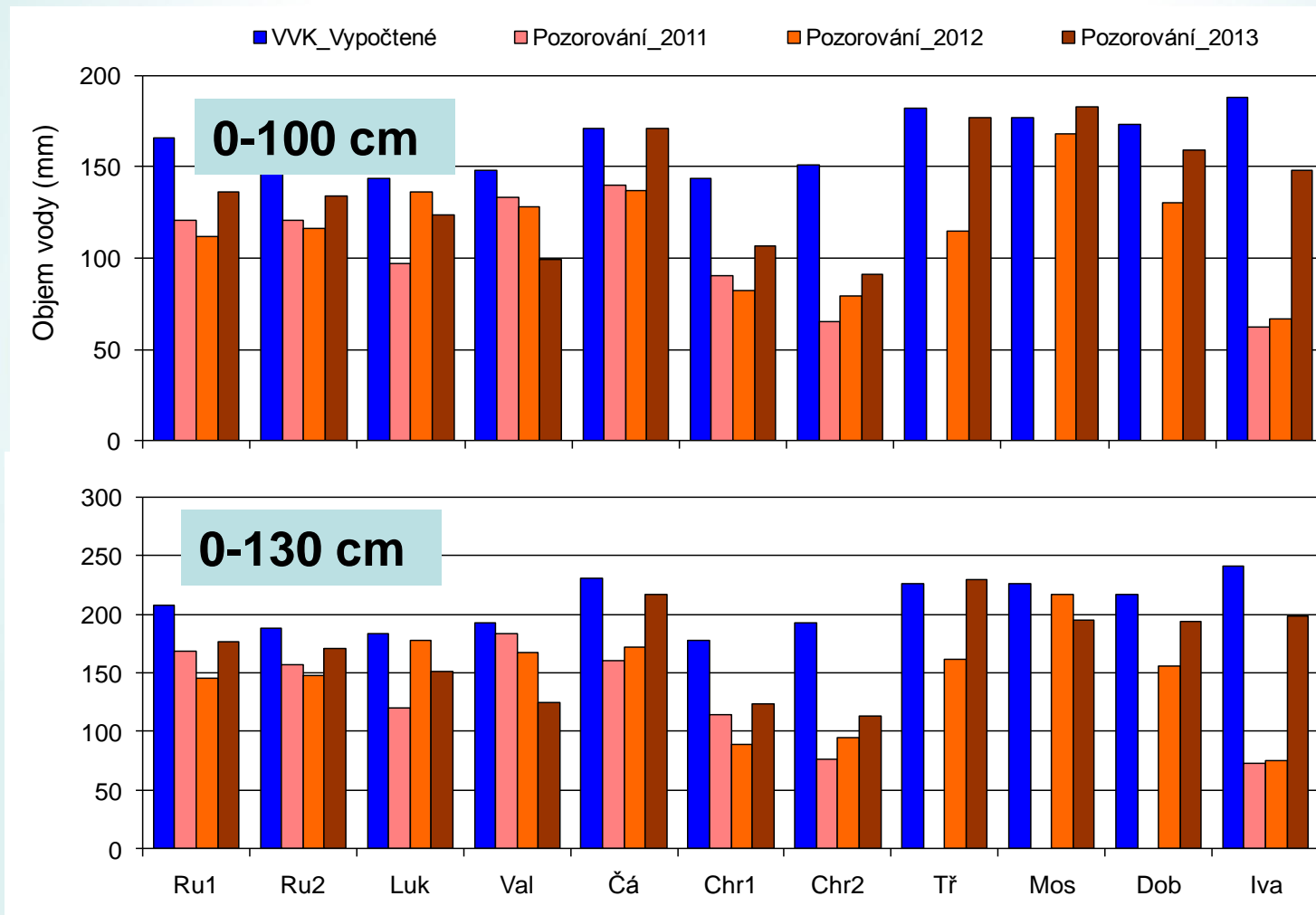


Distribuce odběru (využití vody z vrstev kořenové zóny  
 Hustota kořenů > 0,9 cm.cm<sup>-3</sup> ...90 % z VVK  
 Hustota kořenů 0,9 -0,0 cm.cm<sup>-3</sup> .90 - 0 % z VVK

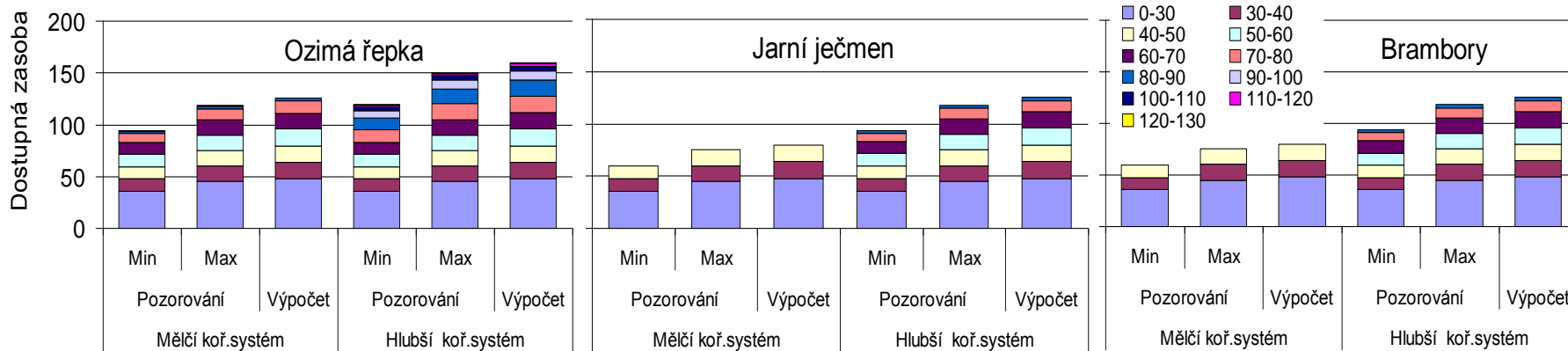
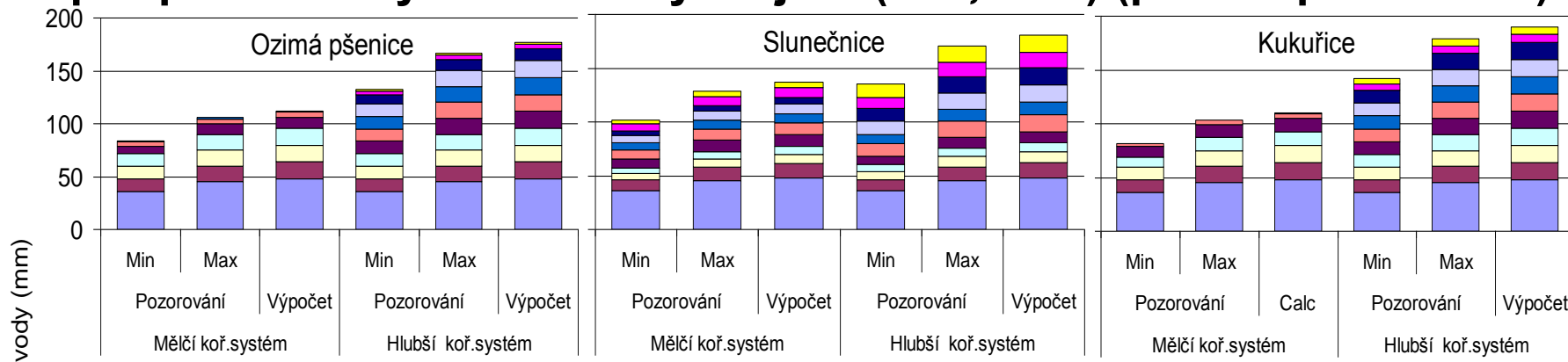
# Maximální využitelná zásoba vody z jednotlivých vrstev půdy (základní půdní druhy) vypočtená pro mělčí a hlubší kořenový systém plodin za předpokladu plného nasycení půdy (PVK)



# Maximální využitelná vodní kapacita ve vrstvě 0-100 cm nebo 0-130 cm vypočtená na základě zrnitosti, obsahu skeletu a objemové hmotnosti jednotlivých vrstev půdy (*VVK\_Vypočtené*) a určená pokusně na počátku jara na pokusných lokalitách (*Pozorování\_2011, 2012, 2013*)



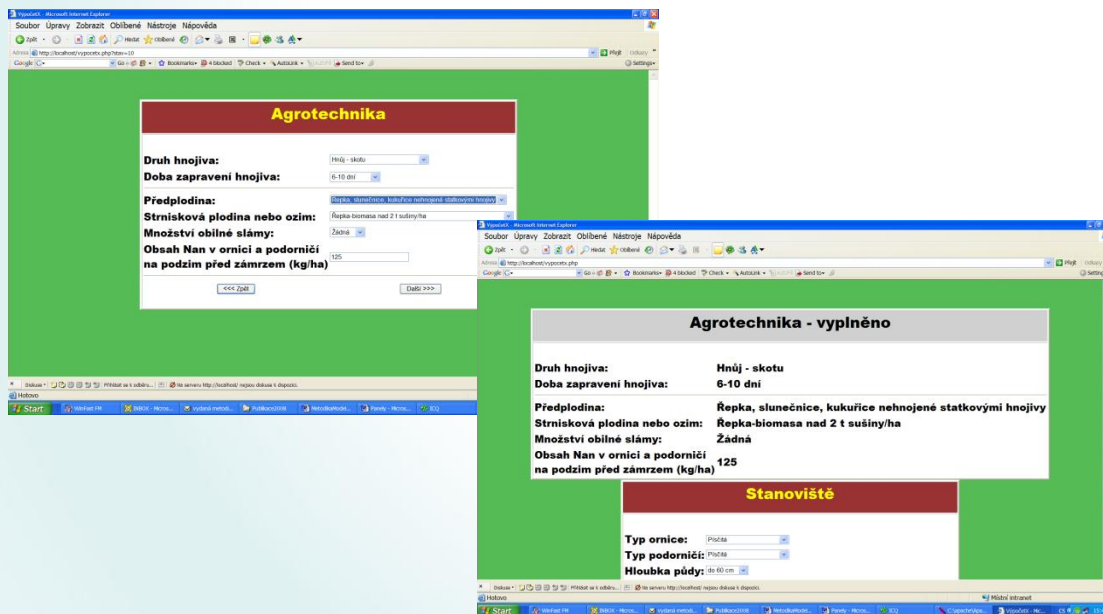
# Dostupná zásoba vody v závislosti na hloubce kořenů a distribuci využití vody plodinami pro případ maximálního nasycení půdy na PVK (Výpočet) a pro pozorovaný obsah vody na jaře (Min, Max) (příklad pro Čáslav)



	Dostupná zásoba vody dle distribuce kořenů (mm)			
	Pozorování		Výpočet	
	Min	Max	Min	Max
Chrástřany	21	93	53	158
Čáslav	60	179	80	190
Ruzyně	50	146	72	171

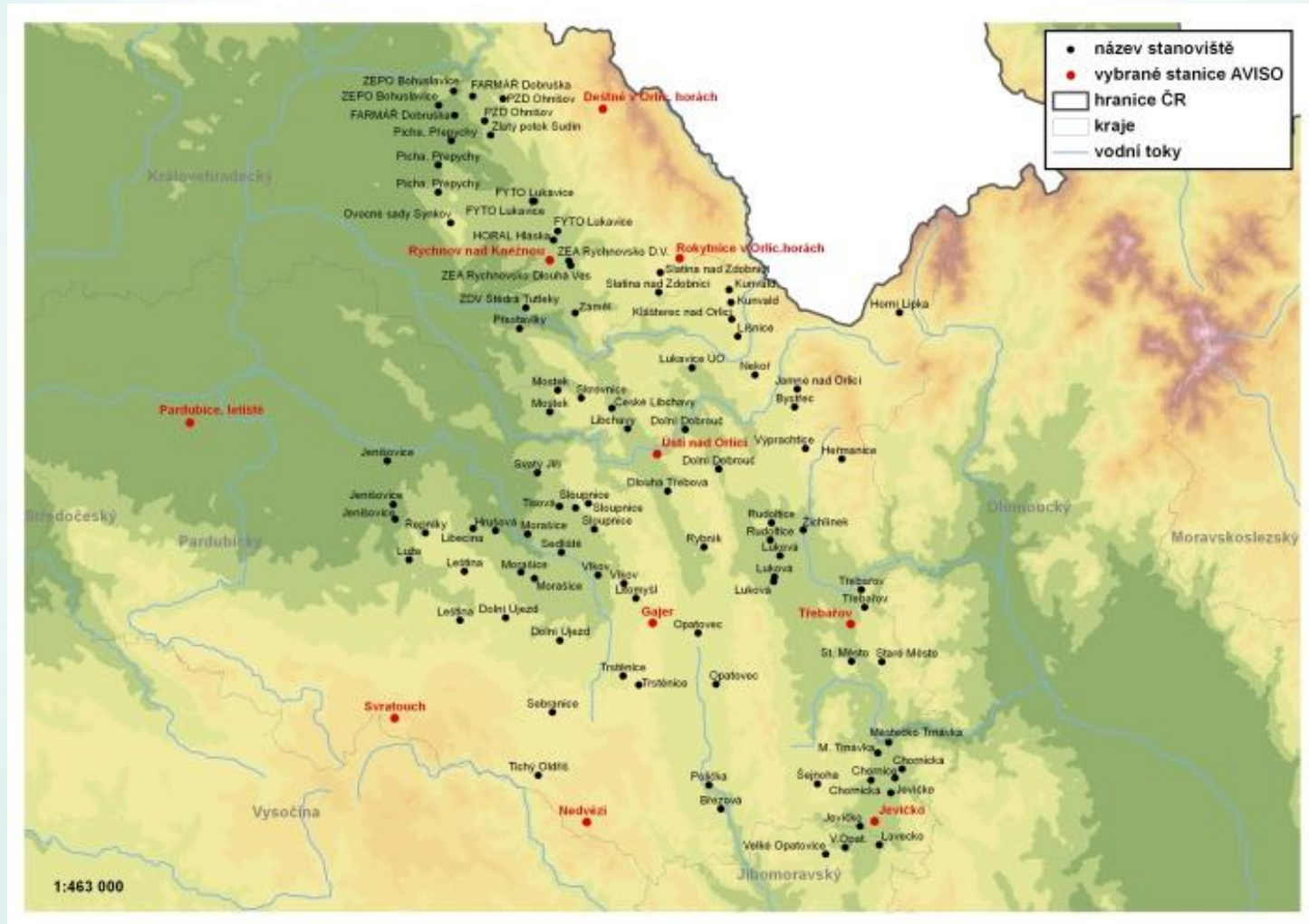
Na základě zjednodušeného výpočtu evapotranspirace a bilance vody, údajů o kořenovém systému, dostupné zásobě vody v kořenové zóně a distribuce odběru vody bude naprogramována webová aplikace, jednoduchý expertní systém pro odhad zásoby vody v kořenové zóně v provozních podmínkách. Program bude indikovat pokles obsahu vody v kořenové zóně pod určitou hranici využitelné kapacity.

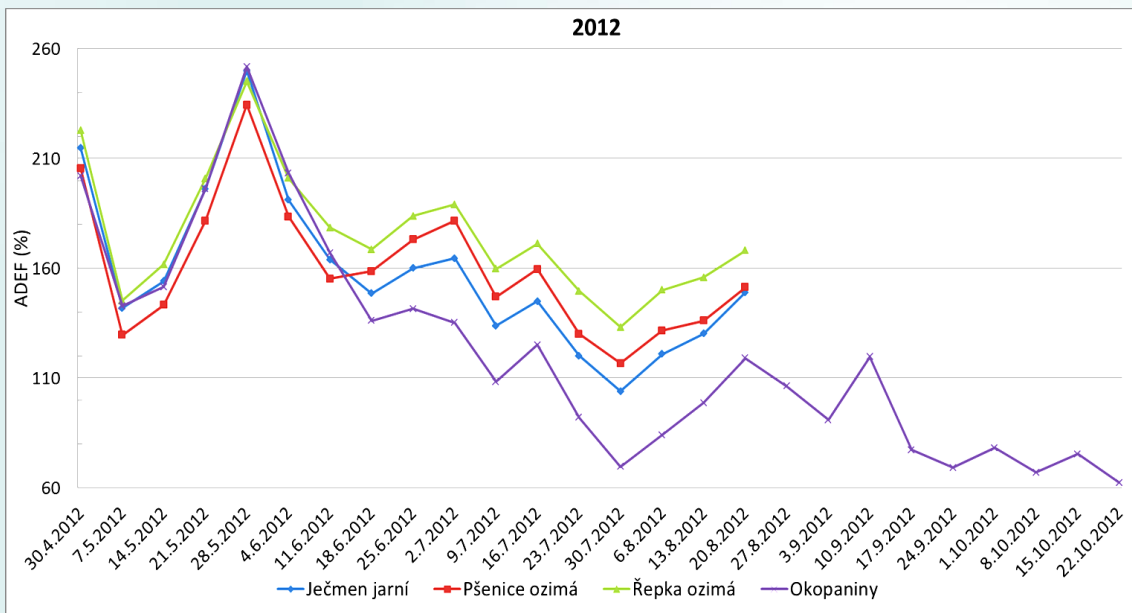
(dole – ukázky jednoduchých programů pro zemědělce v PHP nebo v MS Excel)



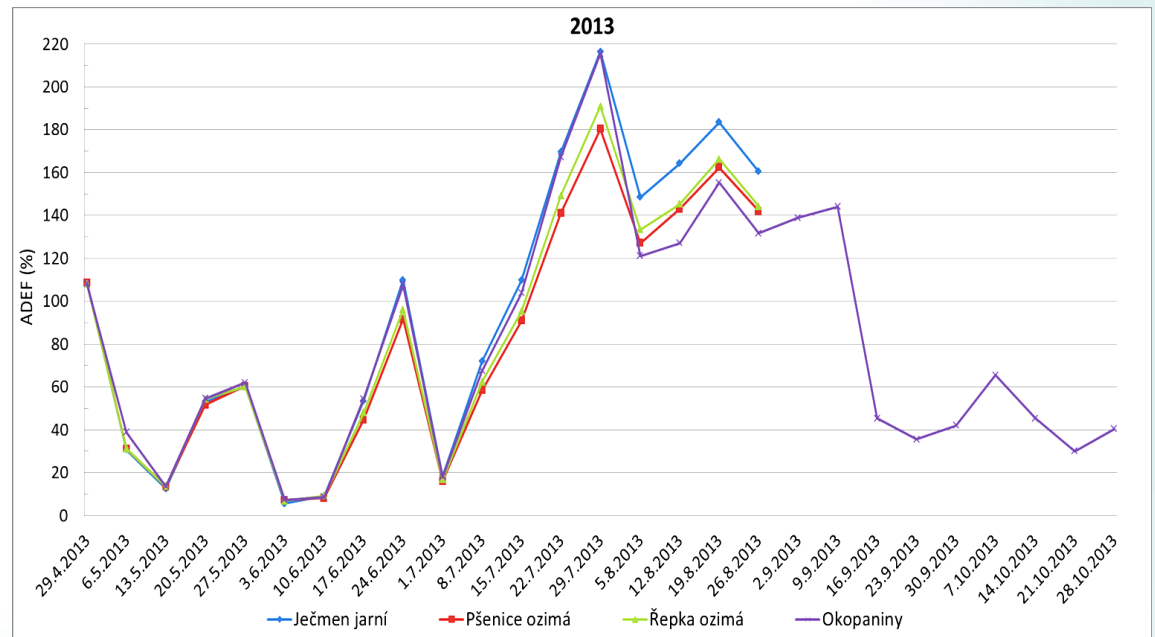


# Oblast východních Čech s vyznačenými klimatologickými stanicemi a monitorovanými pozemky (AGROEKO Žamberk), pro které byly počítány ukazatele bilance vody v průběhu vegetace (J.Dostál, M.Kohut)





Změny deficitu zásoby půdní vody (ADEF) pro jednotlivé druhy monitorovaných plodin v průběhu roku 2012 a 2013 (v % dlouhodobého průměru 1961-2010, hodnoty nad 100 % indikují nadprůměrný deficit).



## Závěry pro další postup

- Získané poznatky o hloubce a distribuci kořenů plodin, vodní kapacitě a využití vody z vrstev kořenové zóny umožňují zpřesnit odhad dostupné zásoby vody. Tyto údaje mají význam v suchých letech, kdy dojde k vyčerpání vláhy z horních vrstev půd.
- Odhad dostupné vody lze realizovat i v provozních podmínkách při využití údajů o zrnitosti půdy a terénních metod.
- Ve spojení s ověřenými postupy agroklimatické bilance vody u plodin, lze na základě údajů z meteorologických staniček a dostupné zásoby v kořenové zóně odhadnout pro danou plodinu a lokalitu/pozemek riziko nástupu vodního stresu.





# Děkuji za pozornost



**Časový postup využití zásoby přístupného dusku (Nanorg) z ornice a podorničí u ozimé pšenice**

HLOUBKA (cm)	Podzim-neodnožující r.	Podzim-odnožené rostliny	Jarní regenerace	Plně odnožování	Metání	Počátek nalévání zrna	Žitá zralost-sklizeň	HLOUBKA (cm)
	Průměrně až zhoršené podmínky pro růst kořeny a příjem živin							
	Optimální podmínky pro růst kořeny do hlubších vrstev podorničí							
10	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	10
20	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	20
30	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	30
40	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	40
50	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	50
60	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	60
70	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	70
80	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	80
90	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	90
100	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	100
110	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	110
120	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	120
130	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	130
140	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	140
150	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	150
160	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	160
	Podzim	Podzim	Regenerace	Odnožování	Rychlý růst	Počátek zrání	Zralost	

Blue: Plně dosažitelná zásoba Nanorg

Light Blue: Omezené využitelná zásoba

Light Cyan: Využití podmíněno specifickými půdními aj. podmínkami

Grey: Vrstvy půdy mimo dosah kořenového systému pšenice