

Kalkulačka vláhové potřeby - 1. část

Renata Duffková (duffkova.renata@vumop.cz)

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.



Webinář „Možnosti řízení optimalizace vláhových režimů“, 11.11.2020

Kalkulačka vláhové potřeby (KVP) zemědělských plodin

- 1) Pro co: posouzení **dlouhodobé vláhové potřeby**, **vodního stresu a závlahového množství** pro platný klimatický normál 1981-2010 a dekádu 2009-2018
- 2) Pro koho: uživatele půdních bloků registrovaných v LPIS, podniky **Povodí**, provozovatele závlah, státní správu, **VUMOP** - zakázky, vědecké publikace

<https://vlaha.vumop.cz/>



Host | přihlásit se | registrace

 Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

KALKULAČKA VLÁHOVÉ POTŘEBY

VSTUP DO APLIKACE

Vítejte v Kalkulačce vláhové potřeby, internetové aplikaci pro určení vláhové potřeby a závlahového množství zemědělských plodin na vámi zvolené lokalitě. Výchozím podkladem pro vývoj byla norma ČSN 75 0434:1994 a metodika určující vláhovou potřebu plodin FAO 56.

Aplikace byla vyvinuta pro Ministerstvo
zemědělství.

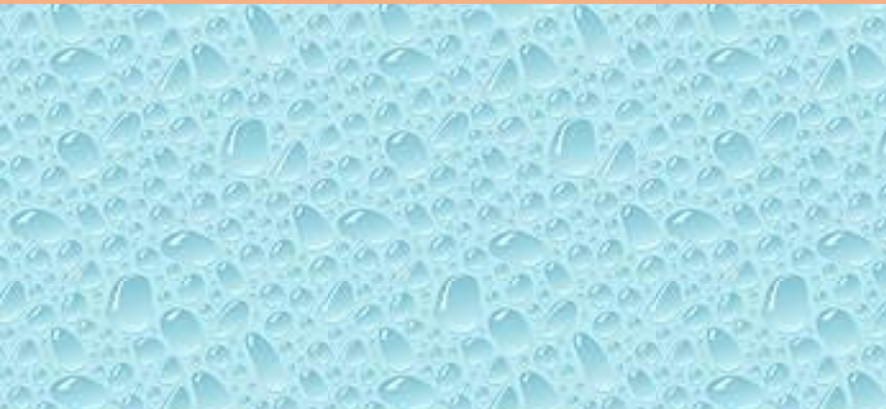


MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Ministerstvo životního prostředí

Jak KVP využít v zemědělské praxi:

- 1) posouzení **vláhových potřeb a závlahových dávek** pro jednotlivé plodiny/osevní postupy z dlouhodobého hlediska na úrovni půdních bloků
- 2) **lokalizace a dimenzování závlahových soustav** do oblastí s dlouhodobým vodním deficitem (např. studie proveditelnosti závlahové soustavy na Hustopečsku 2019 - 2020 pro SPÚ)
- 3) překryv odvodněných půd se středním a silným vodním stresem jako **podklad pro regulaci drenážního odtoku**
- 4) pomůcka pro **nezpoplatněné množství závlahové vody** pro vyrovnání vláhového deficitu.



Metodika KVP

1) Dlouhodobá vodní bilance (VB)

= **plodinová vláhová potřeba** vs. **využitelné zdroje vody**:

- **plodinová vláhová potřeba** = plodinová evapotranspirace ET_c metodou FAO-56 (Allen a kol., 1998)

- **využitelné zdroje vody** = ČSN 75 0434 (Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, 2017)

závlahové množství (netto) = záporná VB

2) Kategorizace dostupnosti půdní vody (kategorie 1-4)

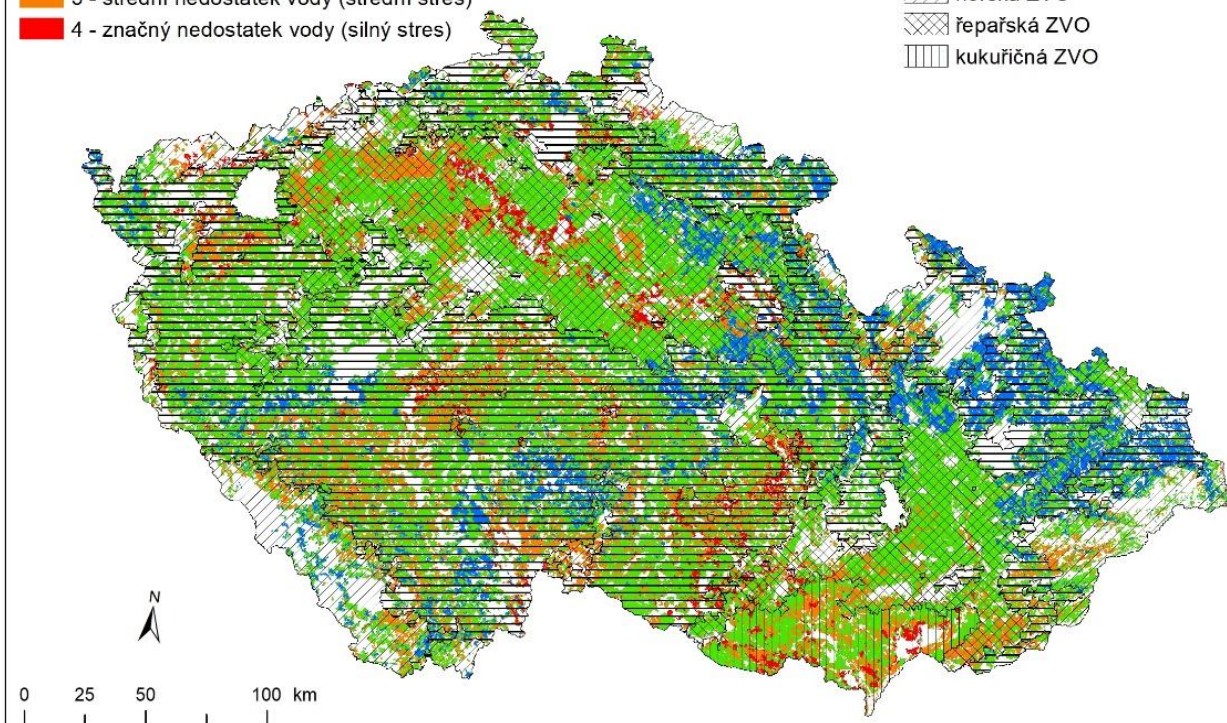
= rozlišení VB pomocí půdních hydrolimitů

Kategorie vláhové bilance pro pšenici ozimou (1981 - 2010)

- 1 - dostatek dostupné vody (bez stresu)
- 2 - mírný nedostatek vody (mírný stres)
- 3 - střední nedostatek vody (střední stres)
- 4 - značný nedostatek vody (silný stres)

Zemědělské výrobní oblasti (ZVO)

- nehodnoceno
- bramborářská ZVO
- horská ZVO
- řepařská ZVO
- kukuřičná ZVO





 Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Oddělení hydrologie a ochrany vod

**METODIKA
ŘÍZENÍ ZÁVLAHOVÉHO REŽIMU PLODIN
VÝPOČETNÍM PROGRAMEM IRRIPROG
(S PŘÍLOHAMI A, B, C na CD-ROM)**

Pavel Spitz, Josef Zavadil, Renata Duffková,
Svatopluk Korsuň, Marek Nechvátal, Ivo Hemerka



Praha 2011

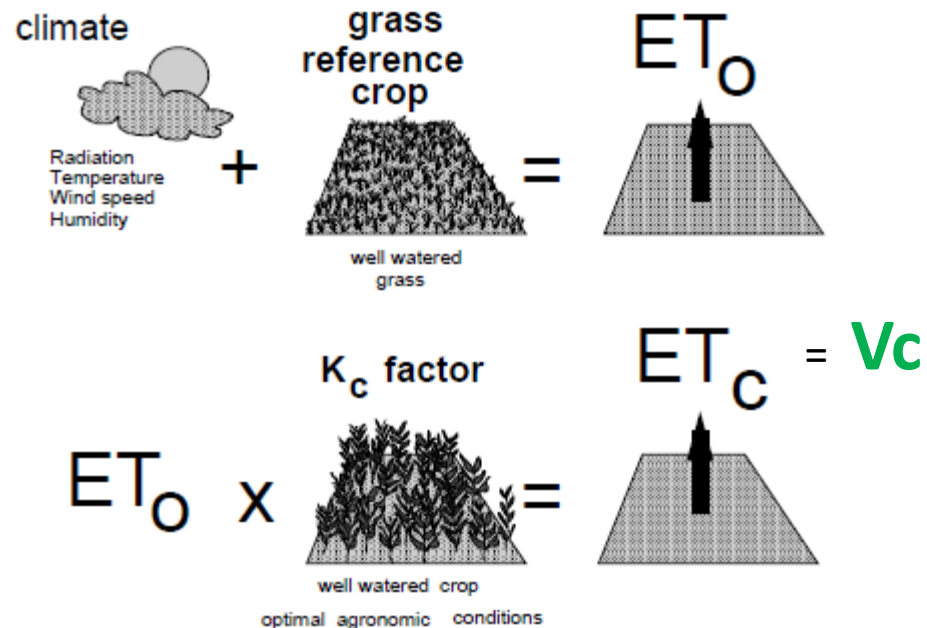
Ad 1) Výpočet dlouhodobé VB pro vegetační období

$$VB = r1\alpha Sr + r2Wz + Wk - Vc$$

VB	vodní bilance [mm]
Sr	dlouhodobý průměr srážek [mm]
α	součinitel využitelnosti srážek v závislosti na druhu půdy
r1	redukční součinitel pro úpravu α u pozemků se sklonem > 10 %
Wz	využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období [mm]
r2	redukční součinitel pro úpravu Wz v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu
Wk	využitelné množství vztlínající podzemní vody [mm]
Vc	vláhová potřeba plodiny = plodinová evapotranspirace ETc dle FAO-56 [mm]

Výpočet plodinové evapotranspirace - schéma

FIGURE 4
Reference (ET_0), crop evapotranspiration under standard (ET_c) and non-standard conditions ($ET_{c\ adj}$)



ET_0 = referenční evapotranspirace

evapotranspirace z hypotetické plodiny s předpokládanou výškou porostu (12 cm) a konstantním odporem porostu (70 s.m^{-1}) a albedem 0,23 podobná ET zelené trávy stejné výšky, aktivně rostoucí, se zcela zastíněným povrchem půdy a netrpící nedostatkem vody

ET_c = plodinová evapotranspirace

Allen, R. G., Pereira, L., S., Raes, D., Smith M., 1998: Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements, FAO irrigation and drainage paper, 56, Food and Agriculture organization of the united nations, Rome, 300 s.

Výpočet referenční evapotranspirace ET_0 – vzorec

z originální Penman-Monteithovy kombinační rovnice:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)}$$

ET_0 – mm.den⁻¹

R_n – bilance radiační energie [W.m⁻²]

G – tok tepla do/z půdy [W.m⁻²]

γ – psychrometrická konstanta [kPa.°C⁻¹]

T – průměrná teplota vzduchu [°C]

u_2 – rychlost větru měřená ve 2 m výšce [m s⁻¹]

$e_s - e_a$ – sytostní doplněk [kPa]

Δ – směrnice křivky nasyceného tlaku vodní páry při dané teplotě [kPa.°C⁻¹]



Meteostanice s online přenosem dat

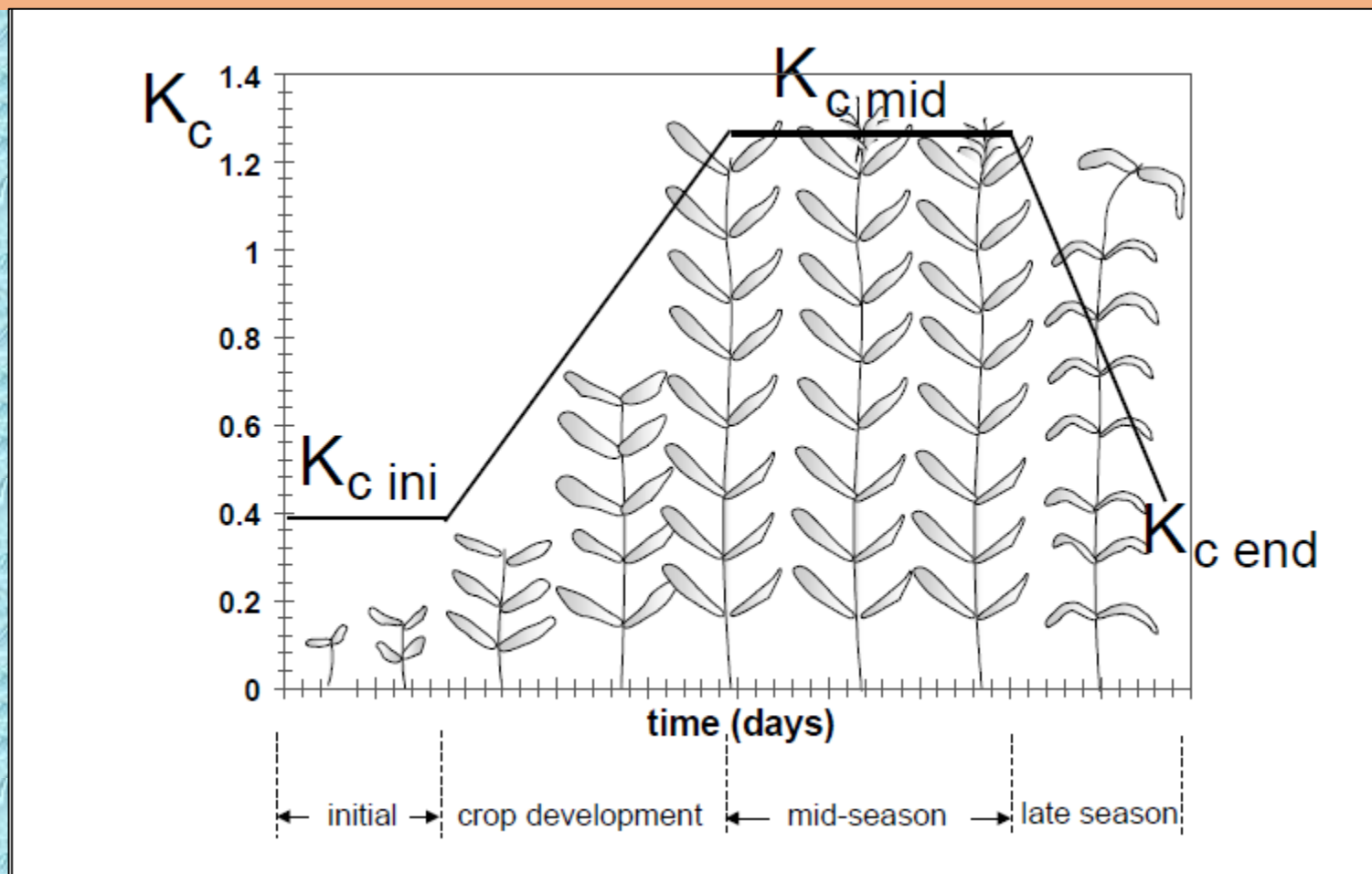
Plodinové koeficienty K_c = tabelované hodnoty podle dynamiky vývoje plodiny

počáteční stadium $K_{c\text{ ini}}$ (od vysázení/vysetí až pokrytí cca 10 % povrchu)

střední stadium $K_{c\text{ mid}}$ (plná pokryvnost až počátek zrání)

pozdní stadium $K_{c\text{ end}}$ (začátek zrání až sklizeň)

Rok výsevu u ozimů: použití $K_{c\text{ ini}}$ do období dosažení minimální růstové teploty



ad 2) Rozlišení VB podle dostupnosti půdní vody pro danou plodinu pomocí půdních hydrolimitů:

- 1) **polní vodní kapacita (PVK)** = maximální množství zavěšené vody, které může půda pojmout a zadržet po delší dobu kapilárními póry (tj. póry o průměru menším než 0,2 mm)
- 2) **bod vadnutí (BV)** = vlhkost půdy, při které jsou rostliny trvale nedostatečně zásobeny půdní vodou a začínají vadnout
- 3) **využitelná vodní kapacita (VVK)** = rozdíl mezi PVK a BV = množství vody, které se může v půdě zadržet po delší období a je přitom využitelné pro rostliny
- 4) **bod snížené dostupnosti BSD (% VVK)** = minimální potřebná zásoba půdní vláhy, při které rostliny zdárně rostou a vyvíjejí se, je plodinově specifický (např. pšenice 45 % z VVK, řepka 50 % z VVK, kukuřice, brambory 55 %)

Vodní bilance rozlišena na čtyři kategorie (1-4) s různou mírou vodního stresu:

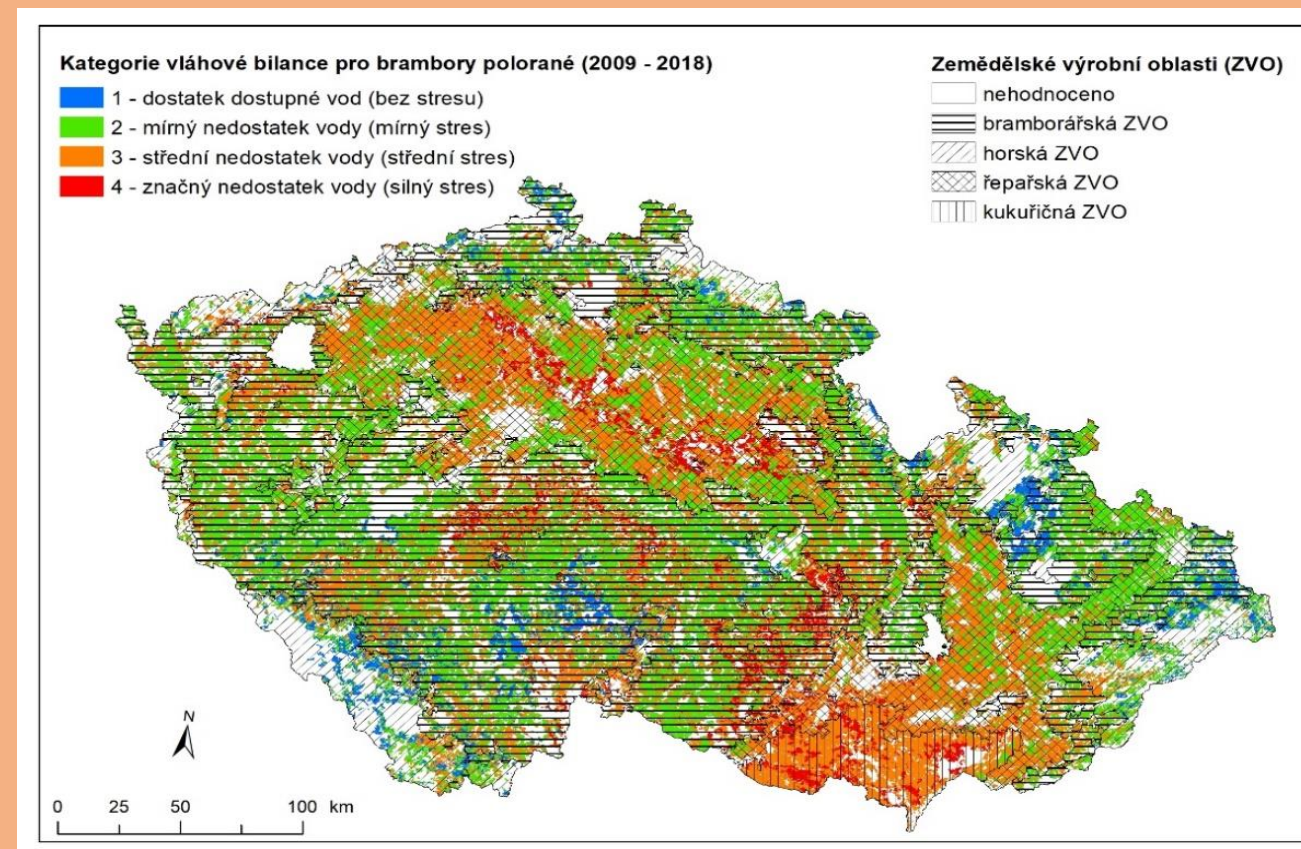
Kategorie 1 – kladná VB, bez vodního stresu

Kategorie 2 - 4 - záporná VB:

Kategorie 2 – mírný vodní stres (VB mezi PVK a BSD)

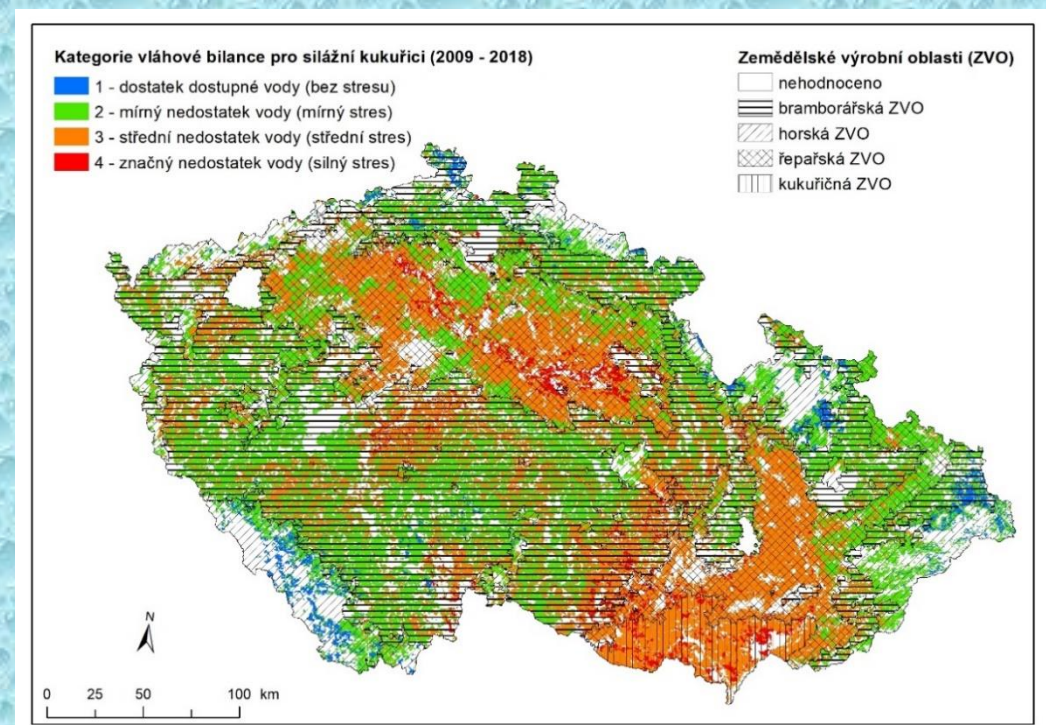
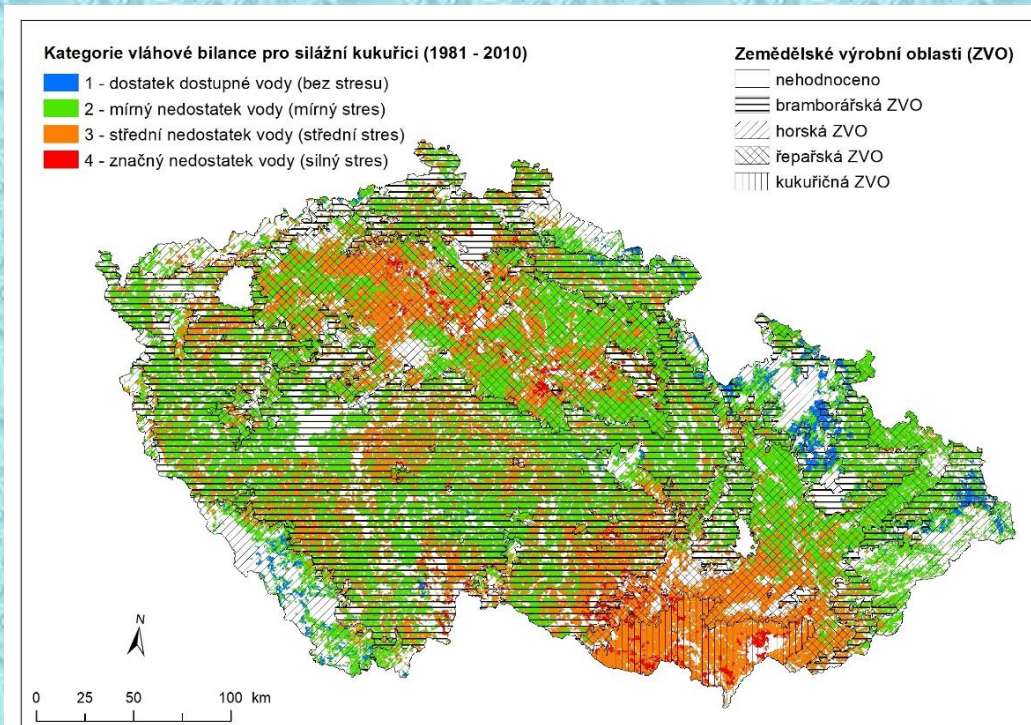
Kategorie 3 – střední vodní stres (pod BSD, ale nad BV)

Kategorie 4 – silný vodní stres (pod BV)



Vláhová potřeba (Vc) a vodní deficit (Vd) ve vodní bilanci pro čtyři plodiny a dvě období. Rozpětí hodnot je pro čtyři ZVO

Období	Pšenice ozimá		Kukuřice silážní		Řepka ozimá		Brambory polorané	
	Vc (mm)	Vd (mm)	Vc (mm)	Vd (mm)	Vc (mm)	Vd (mm)	Vc (mm)	Vd (mm)
1981-2010	372-396	43-109	329-401	42-145	377-418	1-90	329-372	46-138
2009-2018	396-424	42-147	335-417	48-166	398-447	+6-118	346-378	51-160
Změna % (-/+)	4-8	-2-41	2-5	12-20	5-8	-9-57	2-5	12-16

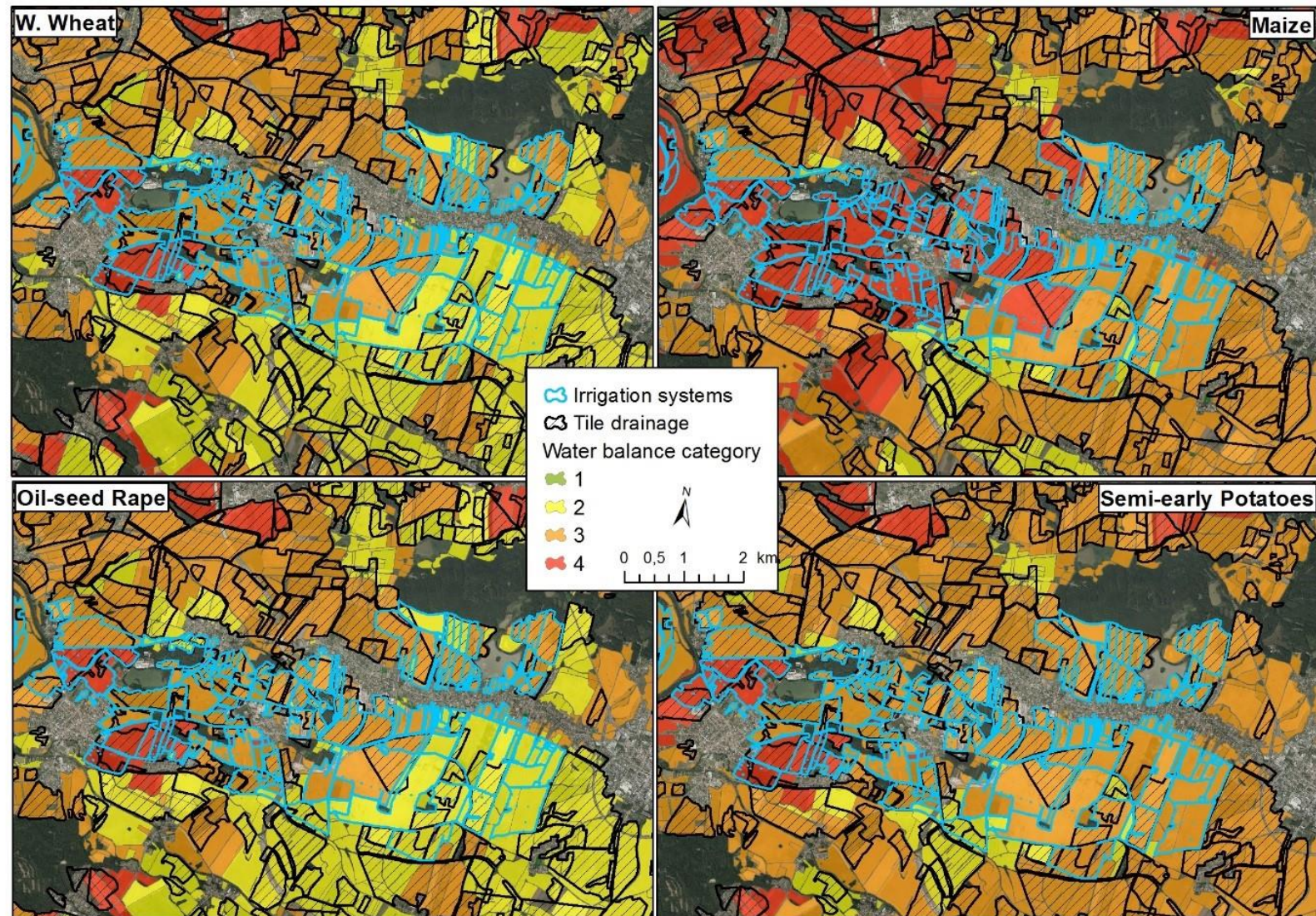


Největší nárůst Vc a Vd v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti

Využití kategorií vodního stresu

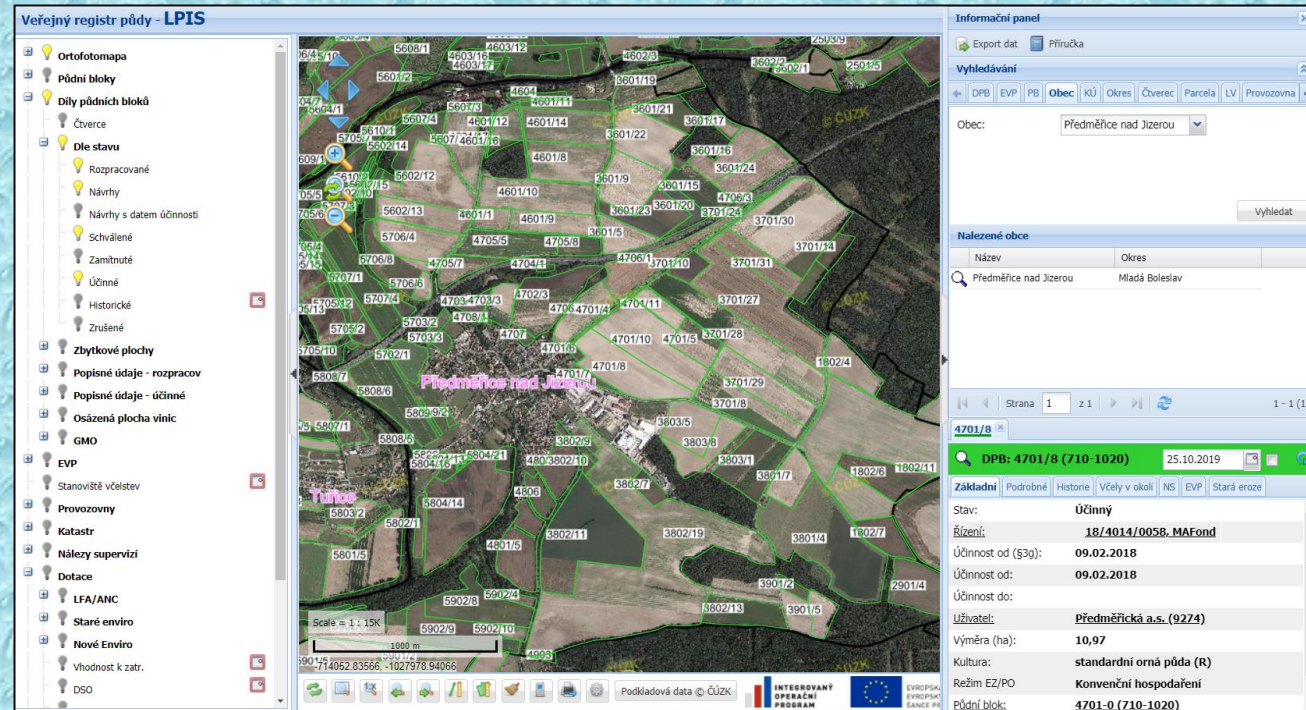
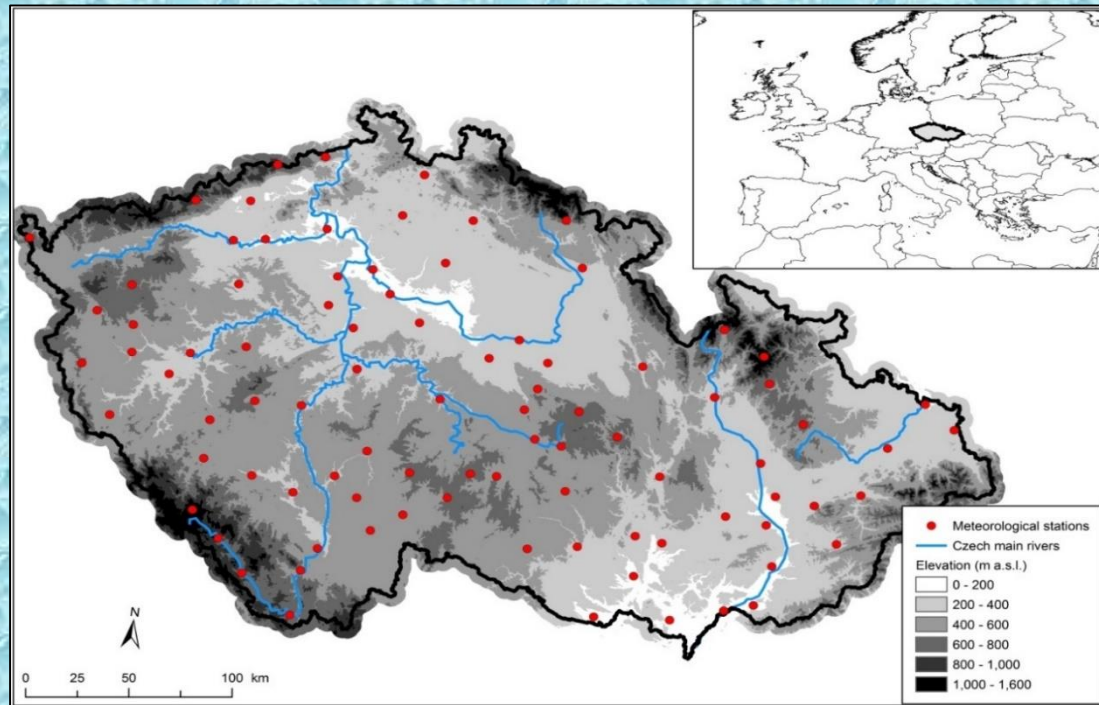
lokalizace závlahových soustav do oblastí s dlouhodobým vodním deficitem (kategorie 3 a 4)

Identifikace překryvů drenážních systémů s kategoriemi vodního stresu 3 a 4 (na 1/4 - 1/3 plochy)



Zdrojová data pro KVP

Český hydrometeorologický ústav (1981-2010 a 2009-2018, 90 meteostanic), ČSN 75 0434 (2017). Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, metodika Irripro, Komplexní průzkum půd (1961-1972), digitální model terénu, účinné bloky LPIS,



Komplexní průzkum půd - půdní druhy, hydrolimity, hladina podzemní vody

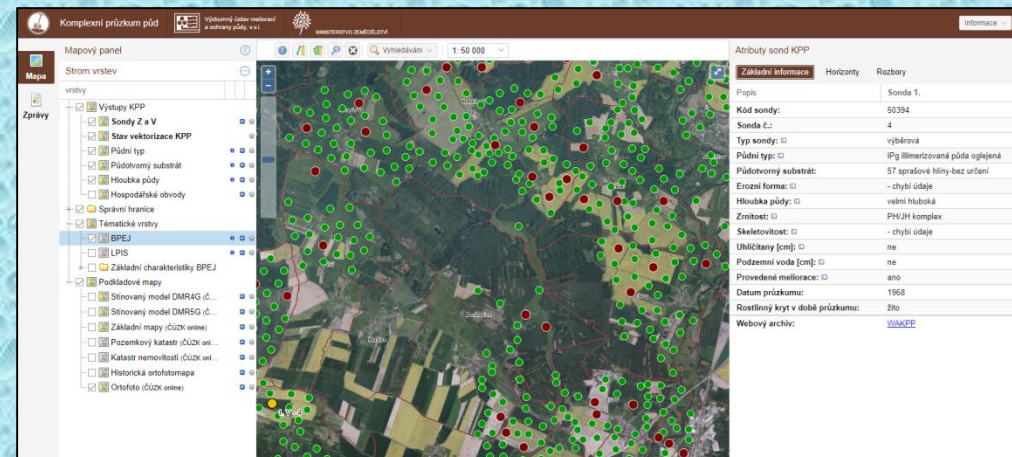
WAKPP – Webový archiv Komplexního průzkumu půd

[Úvod](#) [Nahlížení do archivu](#) [O aplikaci](#) [Kontakt](#)

Na podkladě vládního usnesení č. 11 z roku 1961 o provedení Komplexního průzkumu půd vydalo Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství vyhlášku č. 47/1961, která určuje účel a pojem tohoto průzkumu. Vypracování celého projektu bylo rozplánováno na 10 let. V průběhu akce bylo otevřeno přes 700 000 kopaných sond a bylo provedeno více než 2 miliony rozborů odebraných půdních vzorků. Pro potřeby praxe byly vypracovány v rámci průzkumu následující materiály:

- **průvodní zprávy**
- **základní půdní mapy a sondy**
- **kartogramy zrnitosti, skeletovitosti a zamokření**
- **kartogramy návrhů opatření ke zvýšení půdní úrodnosti**

Veskeré mapové materiály byly zpracovány pro zemědělské podniky v měřítku 1:5000 nebo 1:10000. Zmíněné materiály doplňuje okresní průvodní zpráva, do níž byly zařazeny i další doplňkové mapy a kartogramy okresů v měřítku 1:50 000.



Uživatelský účet KVP

1. Zobrazení tematických vrstev
2. Možnost vytvoření závěrečného reportu
3. Přístup k uživatelským osevním postupům a lokalizaci (skupiny DPB z Protierozní kalkulačky)
4. Současně účet do Protierozní kalkulačky

Uživatelská registrace

Uživatelské jméno - pro přihlášení: *

Heslo: *

Ověření hesla: *

E-mail: *

Jméno:

Příjmení:

Uživatelská skupina: *
▼

Organizace:

Poznámka: *Uživatelskou skupinu potvrzuje administrátor aplikace.
geoportal[at]vumop.cz*

Vstupní data

1. **Výška HPV** (změna přednastavené hodnoty) a **typ závlahy**
2. **Volba období**: platný klimatický normál (1981-2010)/dekáda (2009-2018)
3. **Výběr území** (katastr nebo obec) nebo **zkrácený kód půdních bloků (PB)** nebo dílů PB (max. počet PB/DPB = 10, max. plocha lokalizace = 500 ha)
4. Volba **zemědělské plodiny** (40 druhů) nebo **osevního postupu** s možností změny termínu setí a sklizně plodiny:
 - a) pro jeden PB/DPB - libovolný počet plodin
 - b) pro vícero PB/DPB - libovolný počet plodin + možnost pro každý PB/DPB nastavit typ závlahy, hladinu podzemní vody, klimatické období

Vláhová kalkulačka Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Výpočetní modul Tématické mapy

Zájmová lokalita: DPB: 3 (41,37 ha) menu

Hladina P.V.:* 1,5 - 2,0 m Meteorologická data: Období: 1981-2010

Typ závlah:* mikrozávlaha Zemědělský hon: nezařazeno

Plodiny

ZVO: řepařská Brambory Zvolit Přidat

Setí/Sázení: 10.04.2021 Sklizeň: 29.07.2021

Osevní postupy

Výběr zájmového území Odstranění výběru

Výměra: 15,31 ha
HPV: 1,5-2,0 m
Závlahy: mikrozávlaha
Hon: nezařazeno
Období: 1981 - 2010

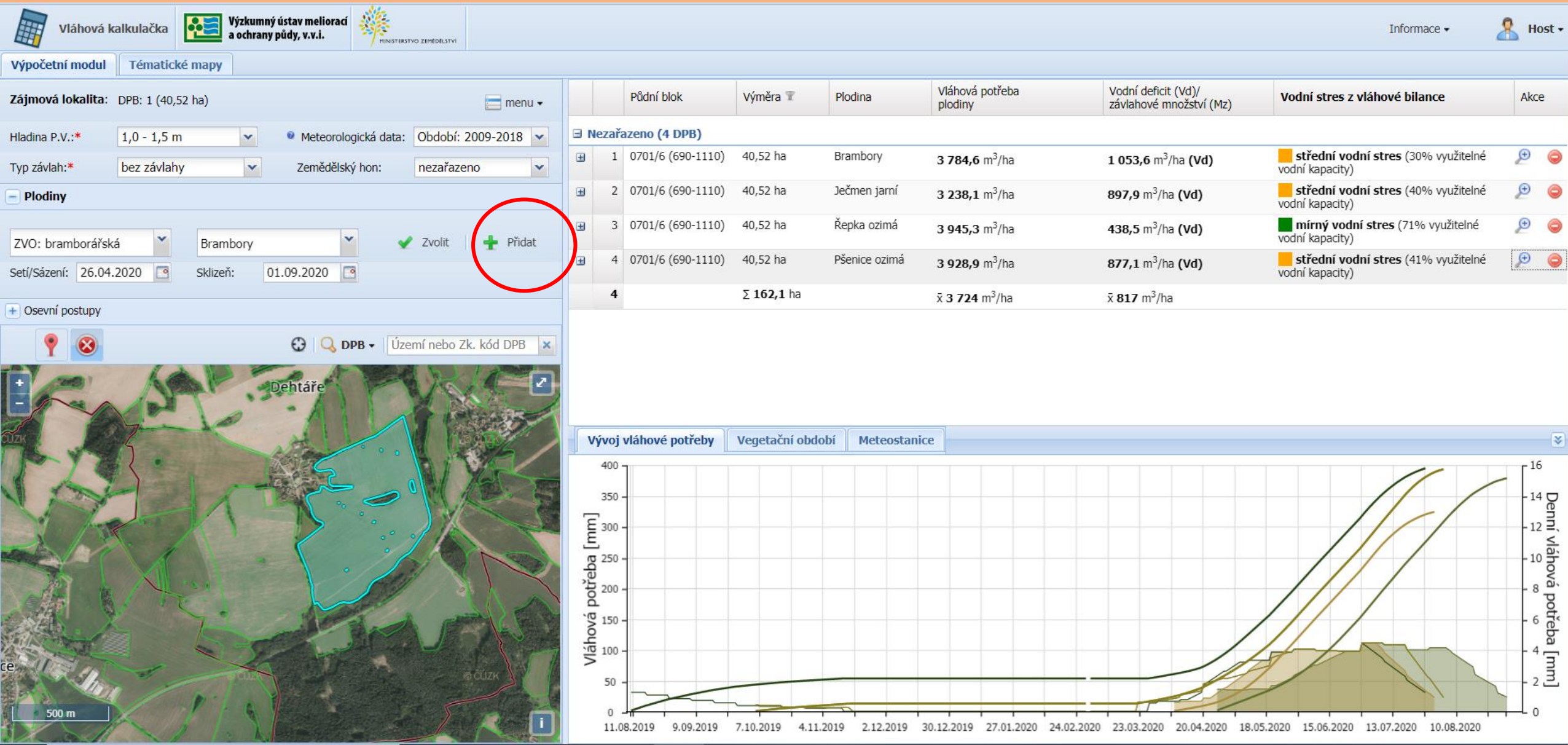
Výběr parametrů odpovídá aktuálně vybranému půdnímu bloku s růžovým obrysem.

Výstupy

1. Vyhodnocení vláhové bilance (vláhová potřeba, vodní stres a příp. závlahové množství)
2. Základní charakteristiky PB/DPB a využitelné zdroje vody (**pro nezaplatněné množství závlahové vody**)

	Půdní blok	Výměra 	Plodina	Vláhová potřeba plodiny	Vodní deficit (Vd)/ závlahové množství (Mz)	Vodní stres z vláhové bilance
 Nezařazeno (1 DPB)						
	1 8501/5 (700-1020)	23,28 ha	Brambory rané	2 279,9 m ³ /ha	1 136,8 m ³ /ha (Vd)	 střední vodní stres (53% polní vodní kapacity)
Půdní druh: hp						
Zemědělská výrobní oblast: řepařská						
Sklonitost: 2,78°						
Průměrná nadmořská výška: 205,72 m n. m.						
Redukovaný srážkový průměr za vegetační období: 944,71 m ³ /ha						
Redukovaná zásoba vody v půdě na počátku vegetace: 173,91 m ³ /ha						
Využitelné množství vzlínající vody: 24,50 m ³ /ha						
1	Σ 23,3 ha			̄ 2 280 m ³ /ha	̄ 1 137 m ³ /ha	

Vláhová bilance: různé plodiny na jednom bloku



Vláhková kalkulačka

Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

Informace

Host

Výpočetní modulTématické mapy

Zájmová lokalita:

DPB: 1 (40,52 ha)

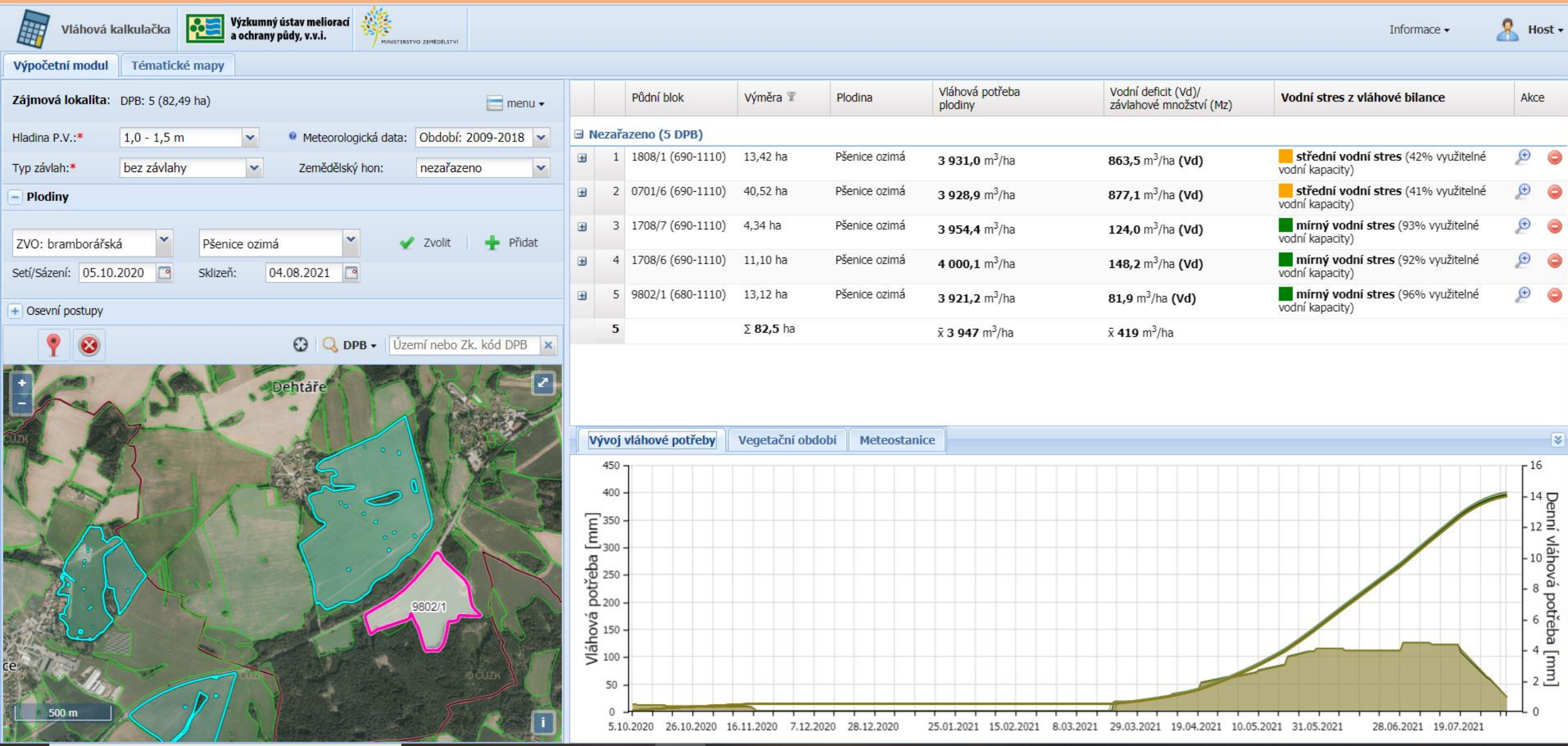
Hladina P.V.:
1,5 - 2,0 mMeteorologická data:
Období: 2009-2018Typ závlah:
bez závlahyZemědělský hon:
nezařazenoPlodinyOsevní postupyPádoochranné technologie,... OR, JJ, OP, JE, BR, KS, JJ, OPZVO:
bramborářskáFiltr:
počet plodinÚzemí nebo Zk. kód DPB

0701/6

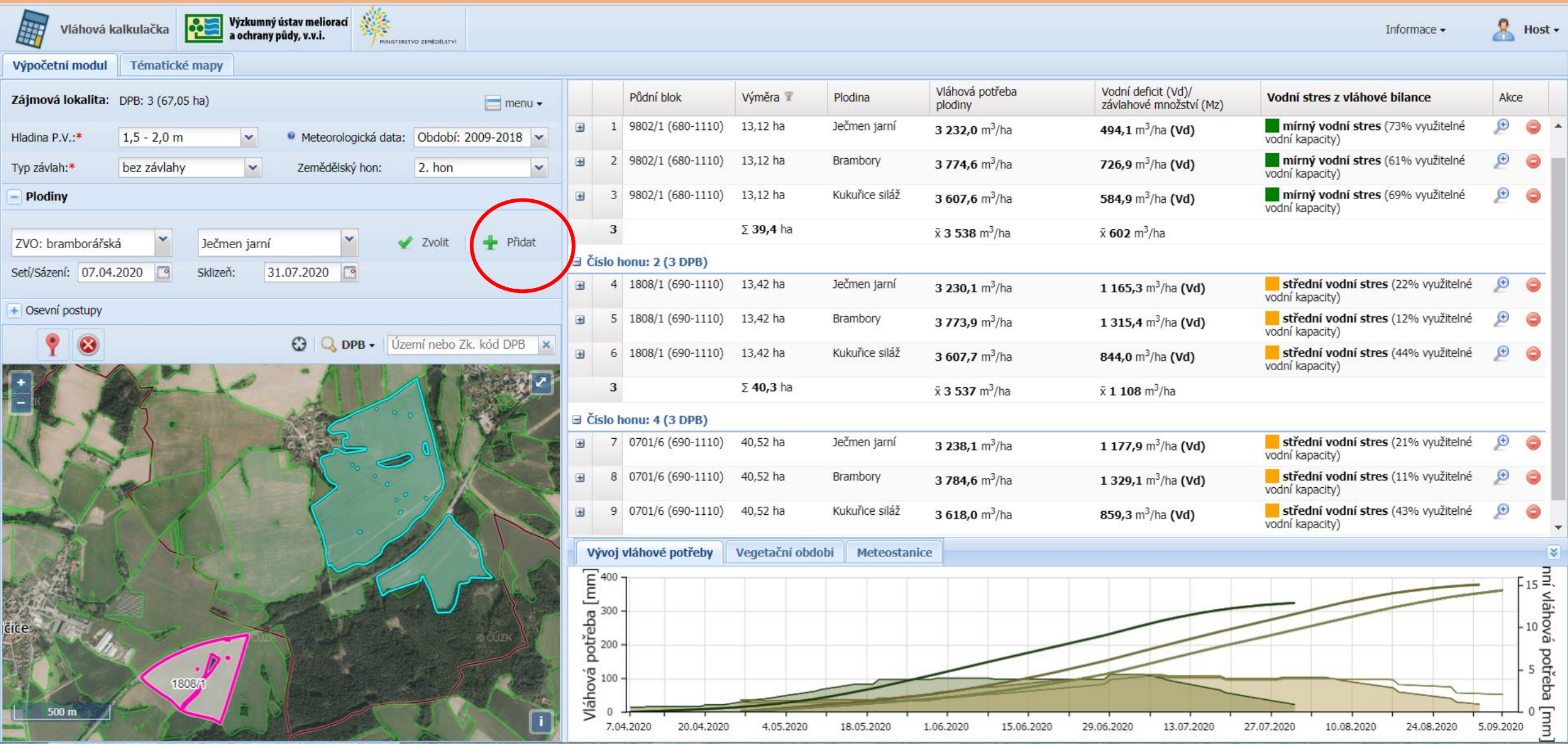
Půdní blok	Výměra	Plodina	Vláhková potřeba plodiny	Vodní deficit (Vd)/závlahové množství (Mz)	Vodní stres z vláhkové bilance	Akce
Nezařazeno (8 DPB)						
1 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Jetel plazivý	7 512,0 m³/ha	342,9 m³/ha (Vd)	mírný vodní stres (77% využitelné vodní kapacity)	
2 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Pšenice ozimá	3 928,9 m³/ha	1 199,3 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (20% využitelné vodní kapacity)	
3 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Kukuřice siláž	3 618,0 m³/ha	859,3 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (43% využitelné vodní kapacity)	
4 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Ječmen jarní	3 238,1 m³/ha	1 177,9 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (21% využitelné vodní kapacity)	
5 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Řepka ozimá	3 945,3 m³/ha	753,0 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (50% využitelné vodní kapacity)	
6 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Pšenice ozimá	3 928,9 m³/ha	1 199,3 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (20% využitelné vodní kapacity)	
7 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Brambory	3 784,6 m³/ha	1 329,1 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (11% využitelné vodní kapacity)	
8 0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Ječmen jarní	3 238,1 m³/ha	1 177,9 m³/ha (Vd)	střední vodní stres (21% využitelné vodní kapacity)	
8	Σ 324,2 ha		x̄ 4 149 m³/ha	x̄ 1 005 m³/ha		

		Půdní blok	Výměra 📏	Plodina	Vláhová potřeba plodiny	Vodní deficit (Vd)/závlahové množství (Mz)	Vodní stres z vláhové bilance	Akce
📄 Nezařazeno (8 DPB)								
+	1	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Jetel plazivý	7 512,0 m³/ha	342,9 m³/ha (Vd)	🟢 mírný vodní stres (77% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	2	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Pšenice ozimá	3 928,9 m³/ha	1 199,3 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (20% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	3	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Kukuřice siláž	3 618,0 m³/ha	859,3 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (43% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	4	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Ječmen jarní	3 238,1 m³/ha	1 177,9 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (21% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	5	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Řepka ozimá	3 945,3 m³/ha	753,0 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (50% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	6	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Pšenice ozimá	3 928,9 m³/ha	1 199,3 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (20% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	7	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Brambory	3 784,6 m³/ha	1 329,1 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (11% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
+	8	0701/6 (690-1110)	40,52 ha	Ječmen jarní	3 238,1 m³/ha	1 177,9 m³/ha (Vd)	🟡 střední vodní stres (21% využitelné vodní kapacity)	🔍 -
8		Σ 324,2 ha		x̄ 4 149 m³/ha		x̄ 1 005 m³/ha		

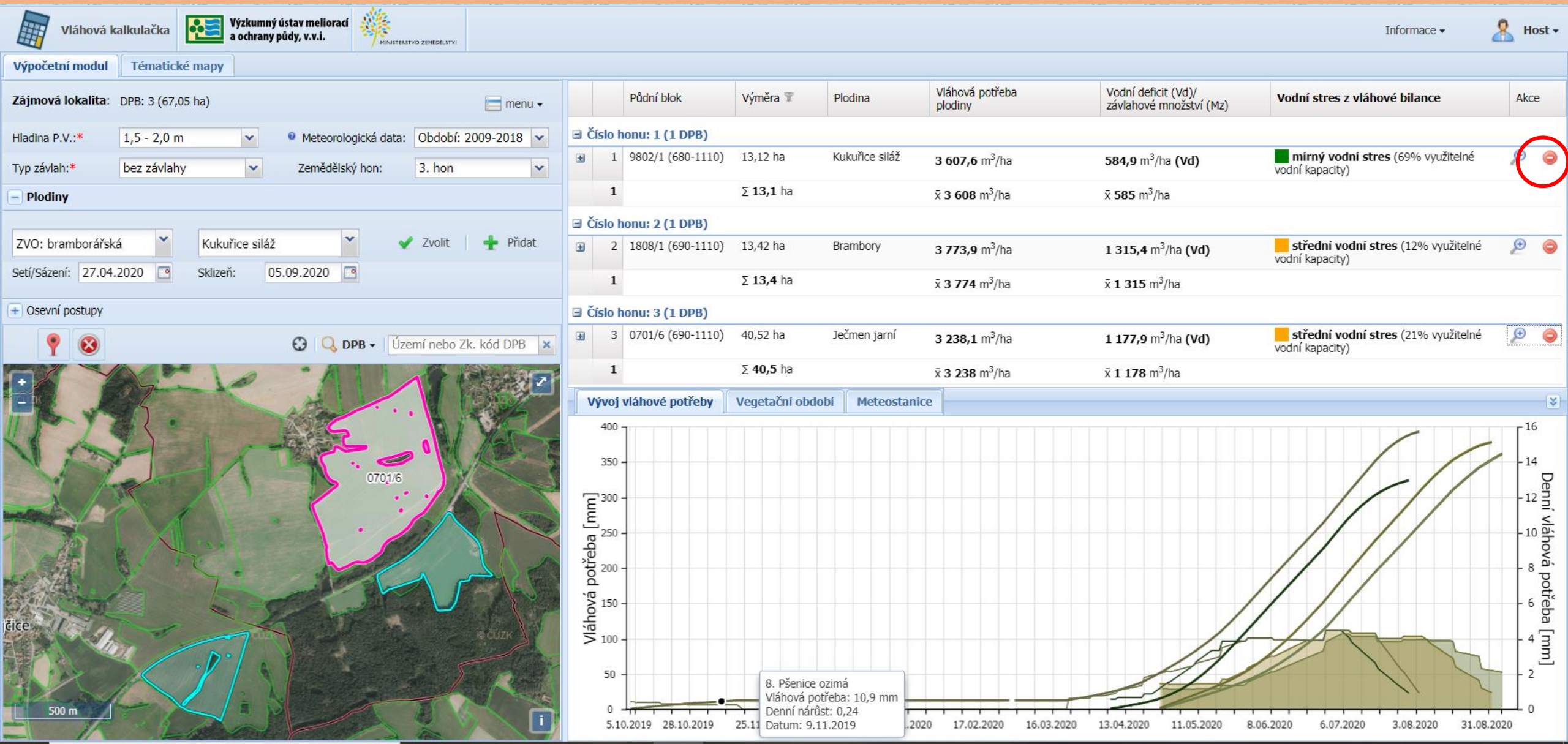
Vláhová bilance: jedna plodina na různých blocích



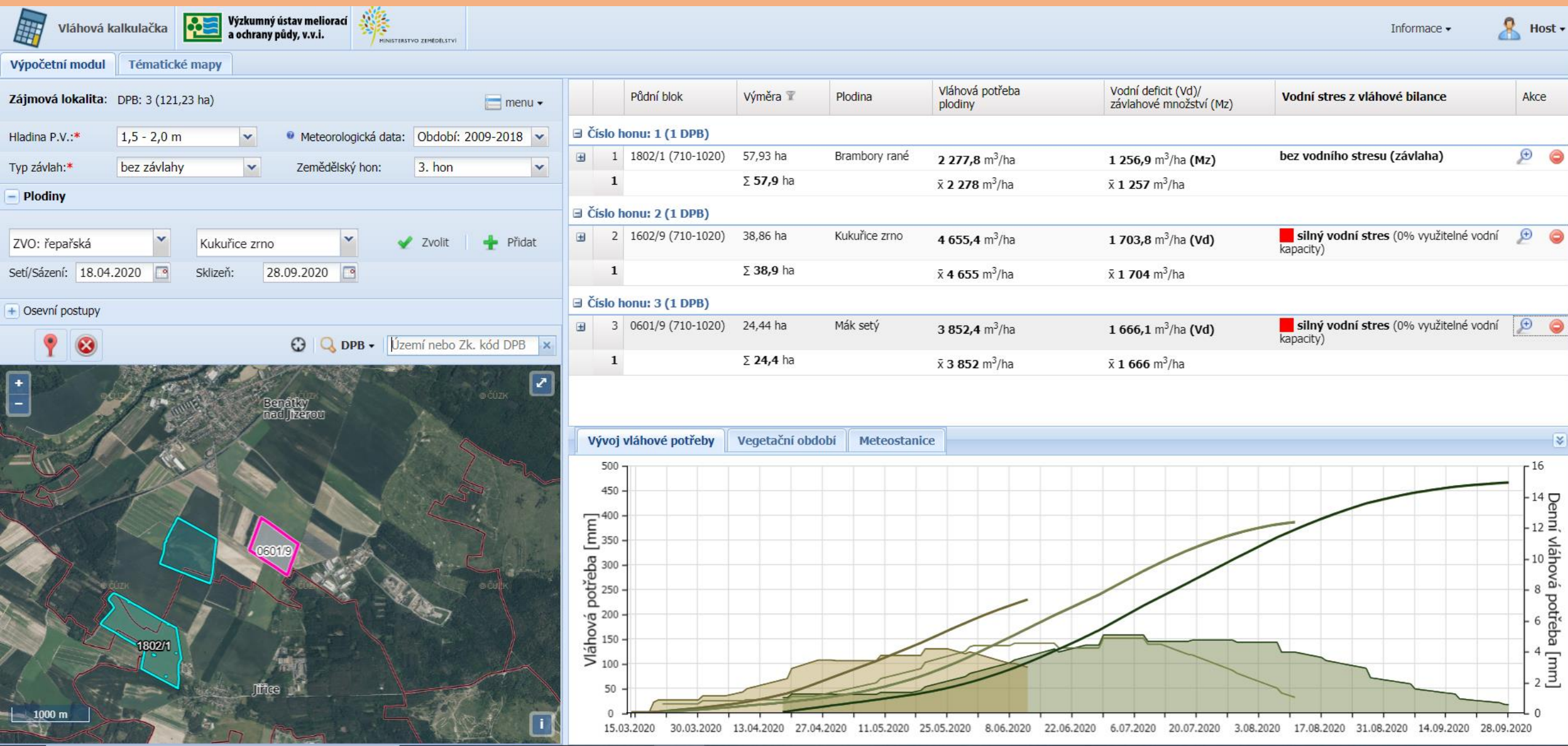
Vláhová bilance: různé plodiny na různých blocích - 1



Vláhová bilance: různé plodiny na různých blocích - 2

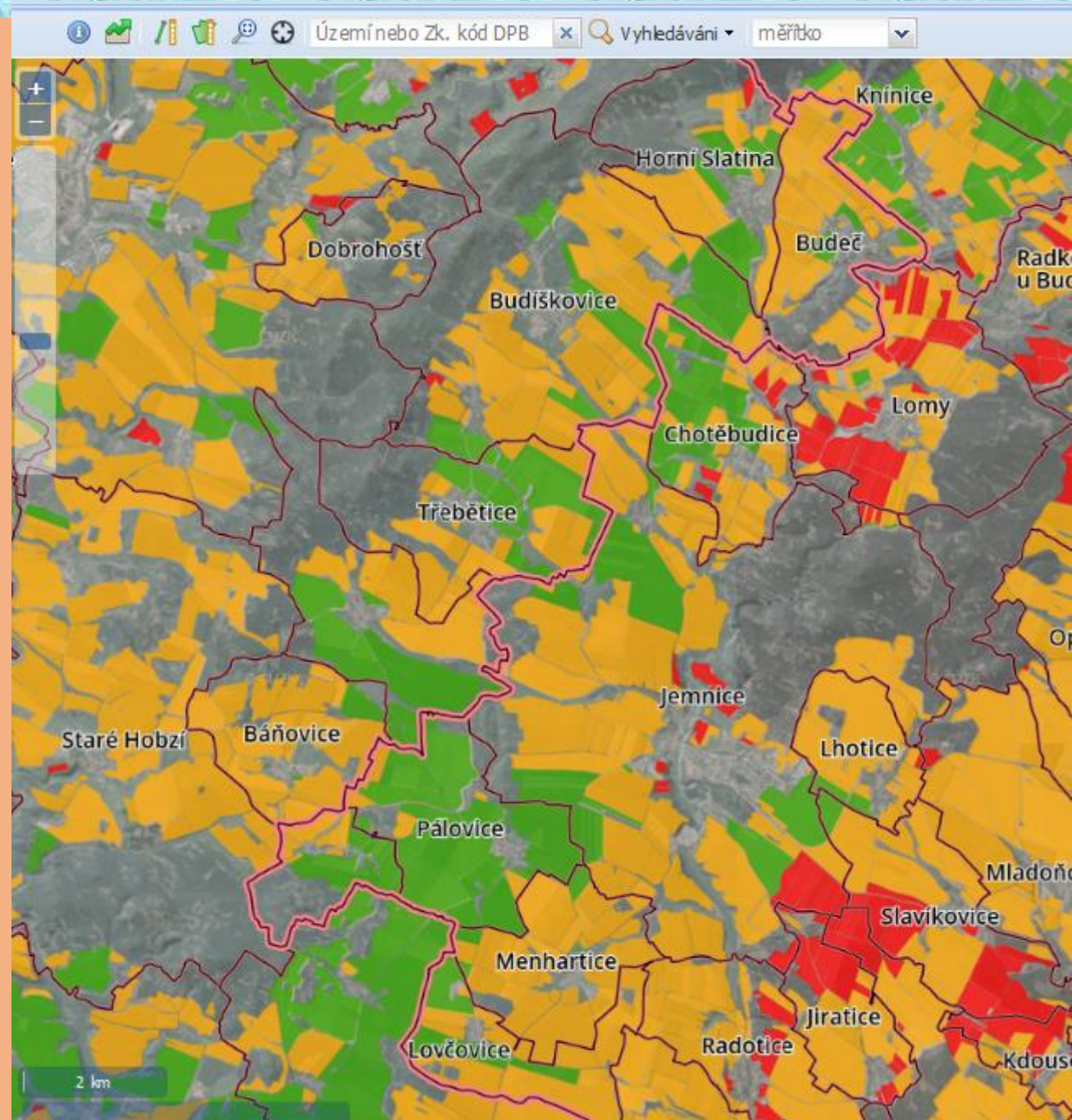


Vláhová bilance: různé plodiny na různých blocích s/bez závlahy



Tematické mapy

1. Závlahy a odvodnění
2. Meteorologická data – srážky, teplota a referenční evapotranspirace
3. Dlouhodobé vláhové bilance a kategorizace vodního stresu 1981 - 2010 a 2009 - 2018
4. Ostatní podpůrné mapové zdroje



Principy řízení závlah - 2. část

Renata Duffková

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

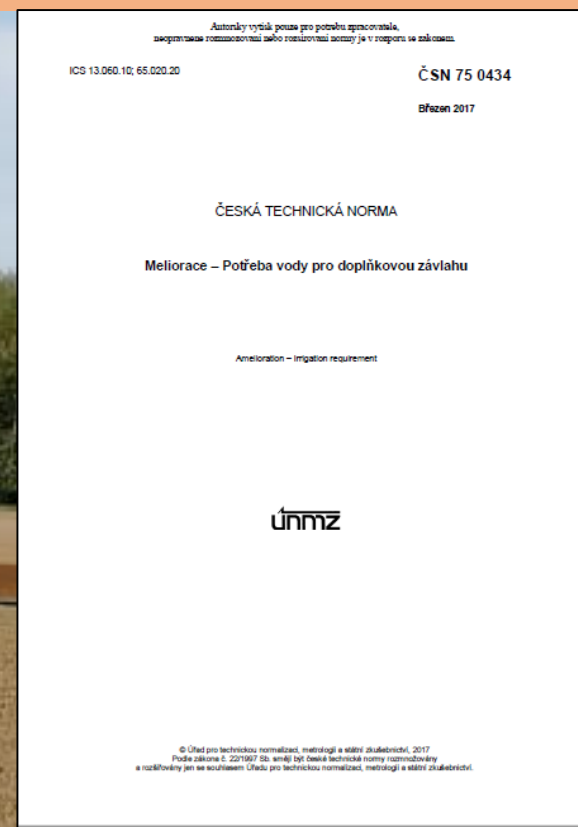


Webinář „Možnosti řízení optimalizace vláhových režimů“, 11.11.2020

Zvýšení potřeby doplňkové závlahy v 21. století (nárůst teploty vzduchu, stagnace úhrnu srážek, pokles počtu dnů se srážkami) **x Dostupnost vodních zdrojů ???**

od 1.4.2017 novela ČSN 75 0434: **Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu**

stanovení potřeby závlahové vody při posuzování staveb a zařízení pro doplňkovou závlahu (směrné hodnoty vláhových potřeb, tabelované hodnoty využitelných zdrojů vody, pedotransferové funkce pro výpočet hydrolimitů)



Vláhové potřeby vybraných plodin podle ČSN a FAO 56

Plodina	Vegetační období	Vláhové potřeby (mm)	
		ČSN 75 0434 Směrné hodnoty Polabí	FAO 56 (2009-2018, okolí Předměřic a Benátek)
Ozimá pšenice	1.10.-10.11., 1.4.-20.7.	230	400
Jarní ječmen	1.4.-20.7.	200	344
Ozimá řepka	20.8.-10.11., 1.4.-20.6.	210	422
Kukuřice silážní	10.5.-10.9.	280	392
Mrkev (karotka)	15.3.-30.6.	200	303
Rajčata	15.5.-15.9.	250	425
Červená řepa	15.4.-31.10.	350	448
Zelí pozdní	15.5.-31.10.	380	410
Brambory rané	1.4.-30.6.	200	274

Řízení závlahových dávek = stanovení **optimální velikosti a termínu dodání** závlahové dávky

Cíl : časově vyrovnaná **vláhová potřeba V_c** , **využitelné zdroje vody** a **optimální půdní vlhkost**

Benefity řízené závlahy:

- dosažení optimálních a kvalitních výnosů
tržního produktu plodin při úsporách
závlahové vody, elektrické energie
a dusíkatých hnojiv
- spotřeba vody nepřesahuje vláhový
deficit, není zpoplatněna
- snížení rizika kontaminace podzemních vod dusičnany, rezidui pesticidů a jinými xenobiotickými látkami



Řízení závlah na základě měření půdní vlhkosti (půdní vodní zásoby) v denním kroku podle hloubky kořenů

Udržování optimální půdní vlhkosti – mezi polní vodní kapacitou (PVK) a bodem snížené dostupnosti (BSD)

Alarm závlahové dávky = pokles půdní vlhkosti pod BSD

Velikost závlahové dávky = rozmezí hydrolimitů PVK a BSD (doporučena dávka vyšší blížící se PVK)

Půdní hydrolimity = ze zrnitostního půdního rozboru a pedotransferových funkcí (ČSN 75 0434) nebo veřejné databáze ČZU: Miháliková a kol. (2020) <https://katedry.czu.cz/kvz/nearricz>

Dataloggery Agronode s půdními čidly CS650 s online přenosem



Čidlo na měření půdní vlhkosti CS650

Umístění čidel na měření půdní vlhkosti

ve 2 – 3 hloubkách (podle hloubky kořenů plodiny, 1 čidlo na 10-20 cm)
na lehčích (hlinitopísčitých) až středně těžkých (písčitohlinitých a hlinitých) půdách
vždy mimo písčitou půdu (velké ztráty průsakem) a málo propustnou půdu
(voda na povrchu)



**Automatická meteostanice
s online přenosem dat včetně půdní
vlhkosti**



Měřicí souprava s real-time výpočtem a okamžitou on-line vizualizací závlahových dávek

Příklad řízení závlahové dávky pro brambory pomocí on-line měření půdní vlhkosti

Jednoduchý výpočet v programu Excelu

Agronomické charakteristiky

Výpočet půdních hydrolimitů (PVK, bod vadnutí BV, BSD)

Tab. 3 Agronomické charakteristiky:			
Agr. Termín sázení [měsíc, den, počet dnů od 1.I]:	4	1	91
Časový interval pro předseťovou závlahu plodiny [počet dní před vysetím]:			
Agr. termín začátku sklizně [měsíc, den, počet dnů od	7	25	206
Min. hloubka zavlažování $h_{z,min}$ [cm]:	20		
Max. hloubka zavlažování $h_{z,max}$ [cm]:	40		

Tab. 2a Výpočet půdních hydrolimitů Θ_{PK}			
a Θ_V v závislosti na obsahu zrn I. kategorie:			
	Obsah zrn I. kat. [%]	Polní vodní kapacita Θ_{PK} [% obj.]	Bod vadnutí Θ_V [% obj.]
0-10 cm	8,8	15,1	5,8
10-20 cm	8,5	14,8	5,7
20-30 cm	9,1	15,4	5,9
30-40 cm	5,7	12,3	4,8

Závlahový alarm při poklesu vlhkosti pod BSD*

Velikost závlahové dávky: mezi BSD (minimální dávka) a PVK (maximální dávka)

Nutno zohlednit ztrátový součinitel podle typu zavlažování

Měsíc	Den	Denní srážka S [mm]	Průběžný přírůstek hloubky zavlažování dh_{zi} [cm]	Průběžná hloubka zavlažování h_{zi} [cm]	Zásoba vody v půdě při bodu vadnutí $W_{\theta v}$ [mm]		Dolní hranice zásoby vody v půdě $W_{\theta z}$ [mm]	Půdní vlhkost 5 cm	Půdní vlhkost 15 cm	Půdní vlhkost 25 cm	Půdní vlhkost 35 cm	aktuální měřená zásoba vody v půdě W [mm]
(1)	(2)	(4)	(35)	(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)		(44)
4	16	1	2.6	22.6	13.0	34.0	24.5	7.0	8.2	11.7	10.9	18.3
4	17	0	2.8	22.8	13.1	34.2	24.7	6.8	8.1	11.7	10.9	18.2
4	18	0	3.0	23.0	13.2	34.5	24.9	6.7	8.1	11.8	10.9	18.3
4	19	0	3.1	23.1	13.3	34.8	25.1	6.7	8.1	11.8	11.0	18.5
4	20	0	3.3	23.3	13.4	35.0	25.3	6.6	8.1	11.8	11.0	18.6
4	21	0	3.5	23.5	13.5	35.3	25.5	9.5	11.6	14.4	13.2	26.1

- BSD = % VVK

Zelí, kapusta, květák, brukev,

papriky, rajčata 60-70 %

Okurky, melouny 70 %

Salát, špenát 60-65%

Cibulová zelenina 50 %

Mrkev, petržel 60%

Celer 75 %

Brambory 55 %

Závlaha pro dolní hranici vody (BSD) [mm]	Závlaha pro PVK [mm]	ALARM pro BSD [mm]	ALARM pro PVK [mm]	Velikost dodané závlahy M_d [mm]
(47)	(48)	(49)	(50)	(51)
6.2	15.7	6.2	15.7	
6.5	16.0	6.5	16.0	
6.6	16.2	6.6	16.2	
6.6	16.3	6.6	16.3	
6.7	16.4	6.7	16.4	15
-0.6	9.2	0.0	9.2	

Děkuji za pozornost !

