

Monitoring a hodnotenie
dopadov sucha na Slovensku
stretnutie s reportérmi z praxe

13.
marec
2024

Obrábanie pôdy a jeho dopady na udržanie vody v krajine

prof. Ing. Vladimír Rataj, PhD.
emeritný profesor

Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky
Technická fakulta,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre



SPU

Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre

Žemberovce
13. marca 2024



SPU·TF

Technická
fakulta

SUCHO



Nedostatok vody v pôde, rastlinách a atmosfére.

Hodnotenie sucha závisí od vednej oblasti jeho posudzovania resp. hodnotenia

- meteorologické,
- poľnohospodárske, lesnícke,
- hydrologické,
- klimatické, klimatologické a pod.

(Čimo, Igaz, Bárek, 2008)



Dostupnosť vody v pôde pre rastliny

HYDROLIMITY

POL'NÁ VODNÁ KAPACITA - PVK

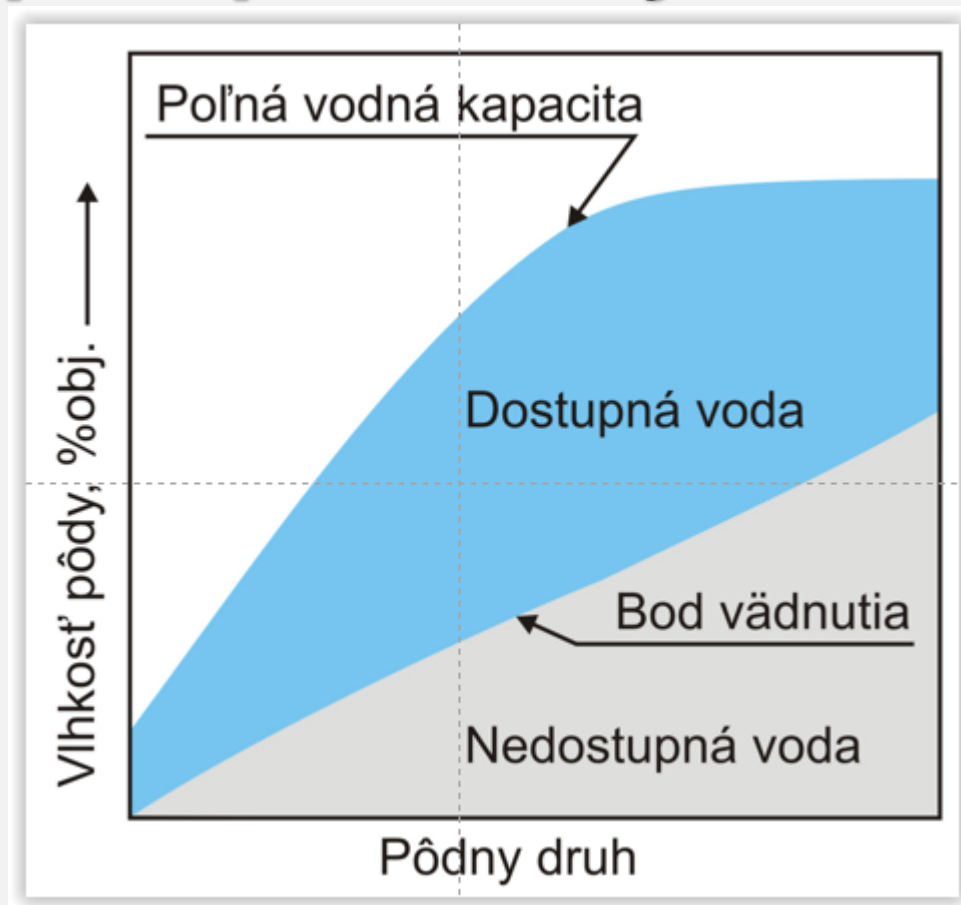
Množstvo vody, ktoré je pôda schopná udržať.

BOD VÄDNUTIA - BV

Vlhkosť pôdy, pri ktorej sú rastliny trvale nedostatočne zásobované pôdnou vodou a vädnú.

DOSTUPNÁ VODA PRE RASTLINY VYUŽITEL'NÁ VODNÁ KAPACITA - VVK

$$VVK = PVK - BV$$



Dostupnosť vody v pôde pre rastliny

Akumulácia vody v pôde je fyzikálny proces.

Meter kubický pôdy udrží 500 až 800 kg vody, z ktorej je rastlinám prístupných :

- 70 % v piesčitej pôde,
- 50 % v hlinitej pôde,
- 40 % v ílovitej pôde.



(Doc. Ing. ZOLTÁN BEDRNA, DrSc.)

Príklad pomocou hydrolimitov:

- ak je nasýtenie pôdy na hodnotu PVK pri 30%obj., potom je obsah vody v $1 \text{ m}^3 = 300 \text{ l}$ vody,
- táto hodnota sa rovná vrstve vody s výškou 300 mm / 1 m^2

Úvaha podľa: Haberle et al. MENDELU, 2015

Zisťovanie vlhkosti pôdy

VLHKOSŤ PÔDY

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$$

kde:

w – vlhkosť pôdy (hmotnostná), %

m_1 – hmotnosť vlhkej vzorky, g

m_2 – hmotnosť vlhkej vzorky, g

$$\Theta = w \cdot \rho_d$$

kde:

Θ – vlhkosť pôdy (objemová), %

ρ_d – objemová hmotnosť, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$



ZÁSoba VODY

$$Z = \Theta \cdot h$$

kde:

Θ – vlhkosť pôdy (objemová), %

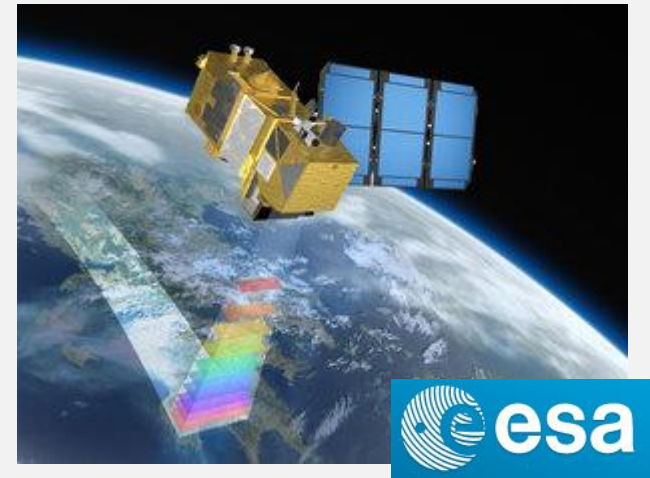
h – hĺbka pôdneho horizontu, m



Zisťovanie vlhkosti pôdy



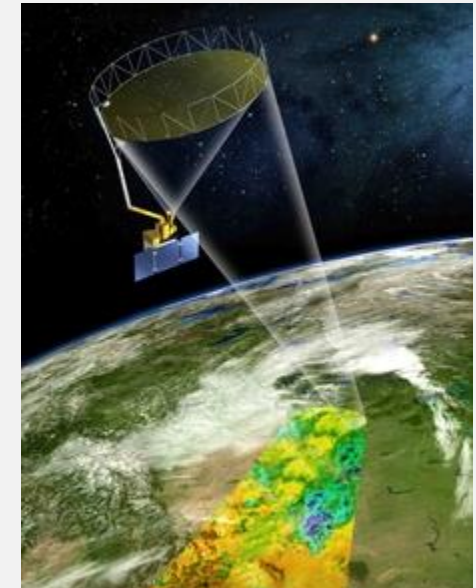
ThetaProbe (ML2x)



Sentinel 2
European Space Agency



Decagon 10HS



Soil Moisture Active and Passive NASA

Obrábánie pôdy a voda v pôde

Zásahy do pôdy (pri obrábaní pôdy) - vytvárajú podmienky:

- na vnikanie vody do pôdy,
- na udržanie vody v pôde,
- na dostupnosť vody koreňovým systémom rastlín,
- na obmedzenie strát vody výparom, resp. povrchovou vodnou eróziou...



Zásahy do pôdy (pri obrábaní pôdy) – môžu ovplyvniť:

- zhoršenie fyzikálnych parametrov pôdy,
- obmedzenie infiltrácie vody do pôdy,
- vytváranie lagún, zvýšenie strát vody výparom a povrchovou vodnou eróziou...



Obrábanie pôdy a voda v pôde

Názorové spektrum

Konvenčné (klasické) obrábanie



Pôdoochranné obrábanie

Regeneratívne pestovanie plodín

- rastlinné zvyšky nechať na povrchu poľa,
- „super minimálne obrábanie“ – upraviť rastlinné zvyšky tak, aby bolo možné do nich zasiať,
- priama sejba – bez obrábania,

Obrábanie pôdy a voda v pôde

Obrábanie pôdy nemožno oddeliť od biologických procesov v pôde !

Je to proces v mnohých parametroch vzájomne prepojený !

Súčasný stav:

- **nedostatok organickej hmoty v pôde – úbytok humusu,**
- **degradácia pôdy vplyvom hospodárenia – technogénne faktory,**
- **utlačenie pôdy – zníženie pórovitosti, zvýšenie objemovej hmotnosti, zníženie infiltračnej schopnosti pôdy,**
- **náchylnosť k dlhodobému zamokreniu (lagúny), povrchovému odtoku a vodnej erózii,**
- **erózia vedie k ďalšej strate organickej hmoty ...**

Degradovaná pôda s technogénnym utužením a nedostatočným podielom pôdnej organickej zložky má oproti „zdravej pôde“ až o 30 % zníženú schopnosť infiltrácie.

Obrábanie pôdy a voda v pôde

Intenzívne obrábanie

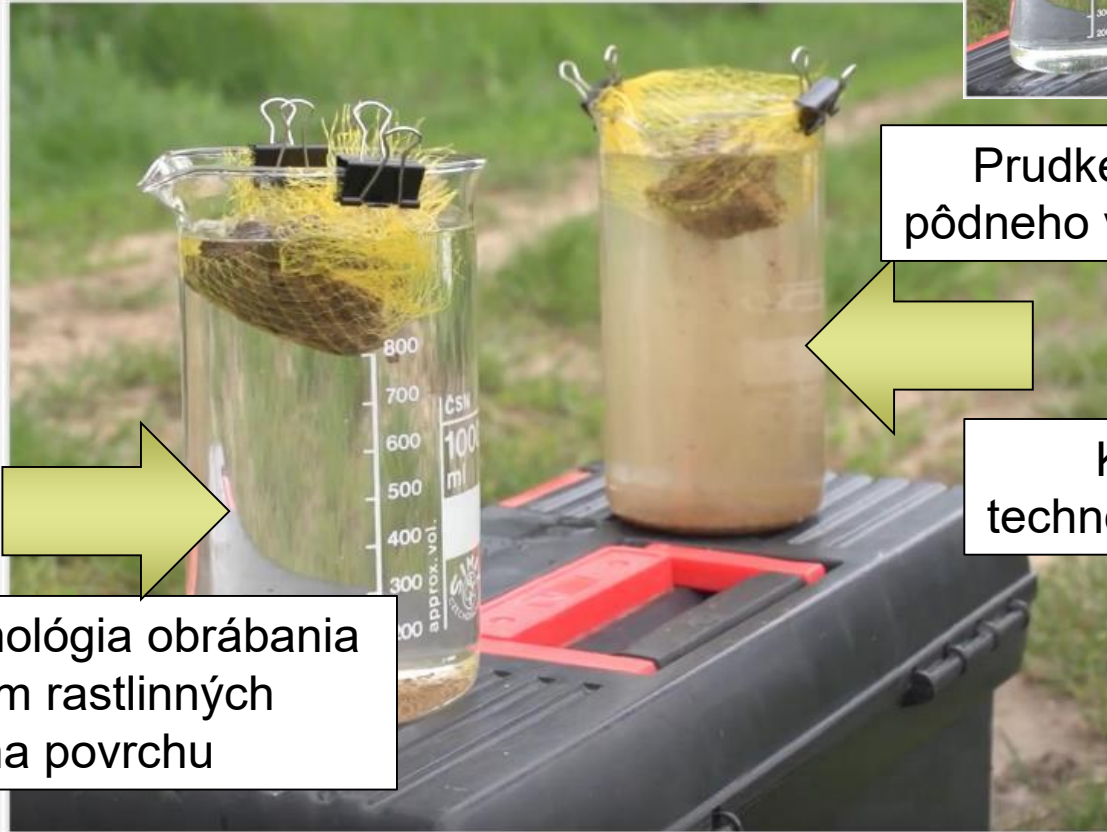
- rýchla mineralizácia pôdnej organickej hmoty
- nižšia stabilita pôdnej štruktúry



Prudké uvoľňovanie
pôdneho vzduchu v póroch

Konvenčná
technológia obrábania

Bezorbóvová technológia obrábania
s ponechaním rastlinných
zvyškov na povrchu



Čím viac organickej hmoty pôda obsahuje, tým má stabilnejšiu pôdnu štruktúru

Obrábanie pôdy a voda v pôde

Dominantne využívať vedomosti, skúsenosti a poznanie vlastných podmienok !



Prof. Frideczky, Akúcius, DrSc.

30. 11. 1900 Bratislava – 21. 2. 1974 Nitra

Slovenský poľnohospodársky odborník, predstaviteľ klasickej agrotechniky,

- od 1952 pôsobil na Vysokej škole poľnohospodárskej (SPU) v Nitre,
- 1953 – 1972 vedúci Katedry všeobecného poľnohospodárstva;

Zaoberal sa zúrodňovaním pieskov, prehlbovaním ornice, novým spôsobom podmietky i využívaním biologickej kontroly pri agrotechnike ozimnej pšenice.

<https://beliana.sav.sk/heslo/frideczky-akucius>

Foto: archív SPU v Nitre



„Každá hrudka, jedna búdka“

Obrábanie pôdy a voda v pôde

- aktuálna legislatíva

Usmernenie MPRV SR k nariadeniu vlády SR č. 435/2022 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na udržiavanie poľnohospodárskej plochy, aktívneho poľnohospodára a kondicionality

435

NARIADENIE VLÁDY

Slovenskej republiky

z 30. novembra 2022,

ktorým sa ustanovujú požiadavky na udržiavanie poľnohospodárskej plochy, aktívneho poľnohospodára a kondicionality

Vláda Slovenskej republiky podľa § 2 ods. 1 písm. k) zákona č. 19/2002 Z. z., ktorým sa ustanovujú podmienky vydávania aproximačných nariadení vlády Slovenskej republiky v znení zákona č. 207/2002 Z. z. nariaďuje:

§ 5 Kondicionalita

Poľnohospodár dodržiava požiadavky hospodárenia a normy dobrého poľnohospodárskeho a environmentálneho stavu pôdy, ktoré sú uvedené v prílohe č. 2.

DPEP 5 (*Dobré poľnohospodárske a environmentálne podmienky*)

(*Usmernenie MPRV k nariadeniu vlády SR č. 435/2022 Z.z. tabuľka 2*)

Tab. 2 Odporúčané pôdoochranné opatrenia a postupy, z ktorých aspoň jedno musí byť realizované na mierne alebo silne **vodnou eróziou** ohrozených plochách

Technológie obrábania pôdy a stroje

1. Vrstevnicová agrotechnika
2. Bezorbová agrotechnika (technológia no-till)
3. Bezorbová agrotechnika (technológia strip-till)
4. Mulčovanie (technológia mulch-till)

Organizácia výroby, osevných postupov a zásahov v krajine

5. Využívanie pôdoochranného účinku:
 - medziplodín,
 - ponechaného strniska,
 - vzídeným rastlinným krytom,
 - zvyškami plodín na povrchu
6. Striedanie plodín s ochranným účinkom
7. Pásové pestovanie plodín
8. Použitie prerušovacích pásov
9. Použitie zasakovacích pásov
10. Ochrana proti erózii vo vinohradoch
11. Ochrana proti erózii v sadoch

DPEP 5 (*Dobré poľnohospodárske a environmentálne podmienky*)

(*Usmernenie MPRV k nariadeniu vlády SR č. 435/2022 Z.z. tabuľka 3*)

Tab. 3 Odporúčané pôdoochranné opatrenia a postupy, z ktorých aspoň jedno musí byť realizované na **veternou eróziou** ohrozených plochách

Technológie obrábania pôdy a stroje

1. Pôdoochranná agrotechnika – minimálne spracovanie pôdy.
2. Mulčovanie pôdy a ponechanie strniska – spomalenie veternej erózie.
3. Úprava štruktúry pôdy – zvýšenie podielu erózne odolných pôdných agregátov (väčších ako 0,8 mm).

Organizácia výroby, osevných postupov a zásahov v krajine

4. Úprava štruktúry pôdy (zvýšený prísun organických látok do pôdy)
5. Pásové pestovanie plodín
6. Ochranné lesné pásy (vetrolamy)

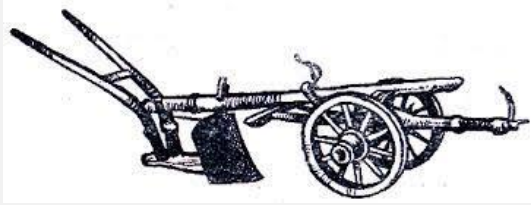
AGRO-TECHNOLÓGIE

Technológia	Výhody	Nevýhody
Konvenčná	<ul style="list-style-type: none"> - dobrá infiltračná schopnosť pôdy, - rovnomerné prekypanie celého orničného profilu, - zachytenie zrážkovej vody v zimnom období, - bezproblémový výsev (aj s výsevnými pätkami jednoduchšej konštrukcie), - pri niektorých plodinách je v súčasnosti ťažko nahraditeľná (okopaniny, preorávka lúk pasienkov, ďatelinovín, zaoranie kukuričného kôrovia, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - vyššie náklady na obrábanie pôdy, - orba pri nepriaznivých vlhkosťných podmienkach (vyšoká spotreba, utlačenie pôdy, podorničná podlaha), - náchylnosť na vodnú eróziu (rýchle topenie snehu pri prudkom jarnom oteplení, svahovité pozemky – potreba orať po vrstevnici), - vyorávanie kameňov z pôdy ...
Pôdoochranná	<ul style="list-style-type: none"> - dobrá protierózna ochrana (vhodné najme pre širokoriadkové plodiny), - jednoduchšia tvorba redukovanej technológie (jednoduchšie spájanie pracovných operácií a vytvárania kombinovaných strojových súprav), - nižšie straty vlhkosti pôdy vyparovaním, - obmedzenie utlačenia pôdy (vplyvom vyššieho výskytu organickej hmoty vo vrchnej časti pôdy) - rovnomerný rozklad rastlinných zvyškov v celom orničnom profile 	<ul style="list-style-type: none"> - problémy so zapravením organických hnojív (najmä maštalného hnoja), - zvýšené nároky na predsejbovú prípravu pôdy a uloženie osiva do pôdy (niektoré sejačky sú nevhodné), - oproti konvenčnej technológii čiastočne môže byť vyššia spotreba pesticídov, - predpoklad vyššieho výskytu hlodavcov,
Priama sejba	<ul style="list-style-type: none"> - najnižšia spotreba priamej energie a ľudskej práce, - zamedzenie stratám vlhkosti vyparovaním z pôdy, - ochrana proti erózií (za predpokladu dostatočného množstva rastlinných zvyškov), 	<ul style="list-style-type: none"> - vyššie nebezpečenstvo výskytu burín, - nárast nákladov na chemickú ochranu (predovšetkým herbicidy), - vyššia náročnosť na hnojenie, - v niektorých prípadoch problémy s vyššou koncentráciou rastlinných zvyškov, - vysoké nároky na obmedzene technogénneho zhutnenia pôdy, - pravdepodobnosť zvýšeného výskytu hlodavcov,

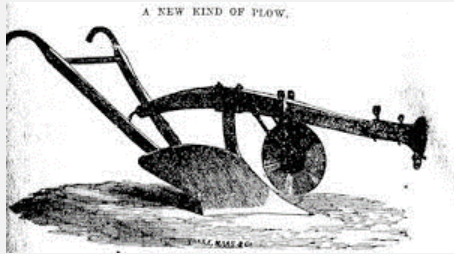
Schéma: doc. Ing. Miroslav Macák, PhD.

Obrábanie pôdy a voda v pôde

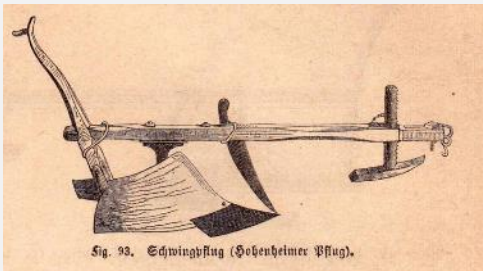
Konvenčné (klasické) obrábanie založené na orbe



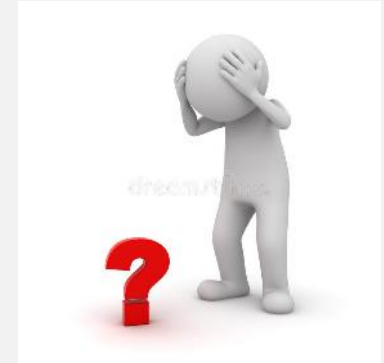
1827 – Václav a František Veverka - Rybitví (Pardubice)



1837 – John Deere Steel Plow



1840 – Hohenheimerpflug



Obrábanie pôdy a voda v pôde

Pásové obrábanie pôdy



Bezorbová agrotechnika (technológia no-till)



SEČÍ STROJ 40-SEXBJ-150

ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE:

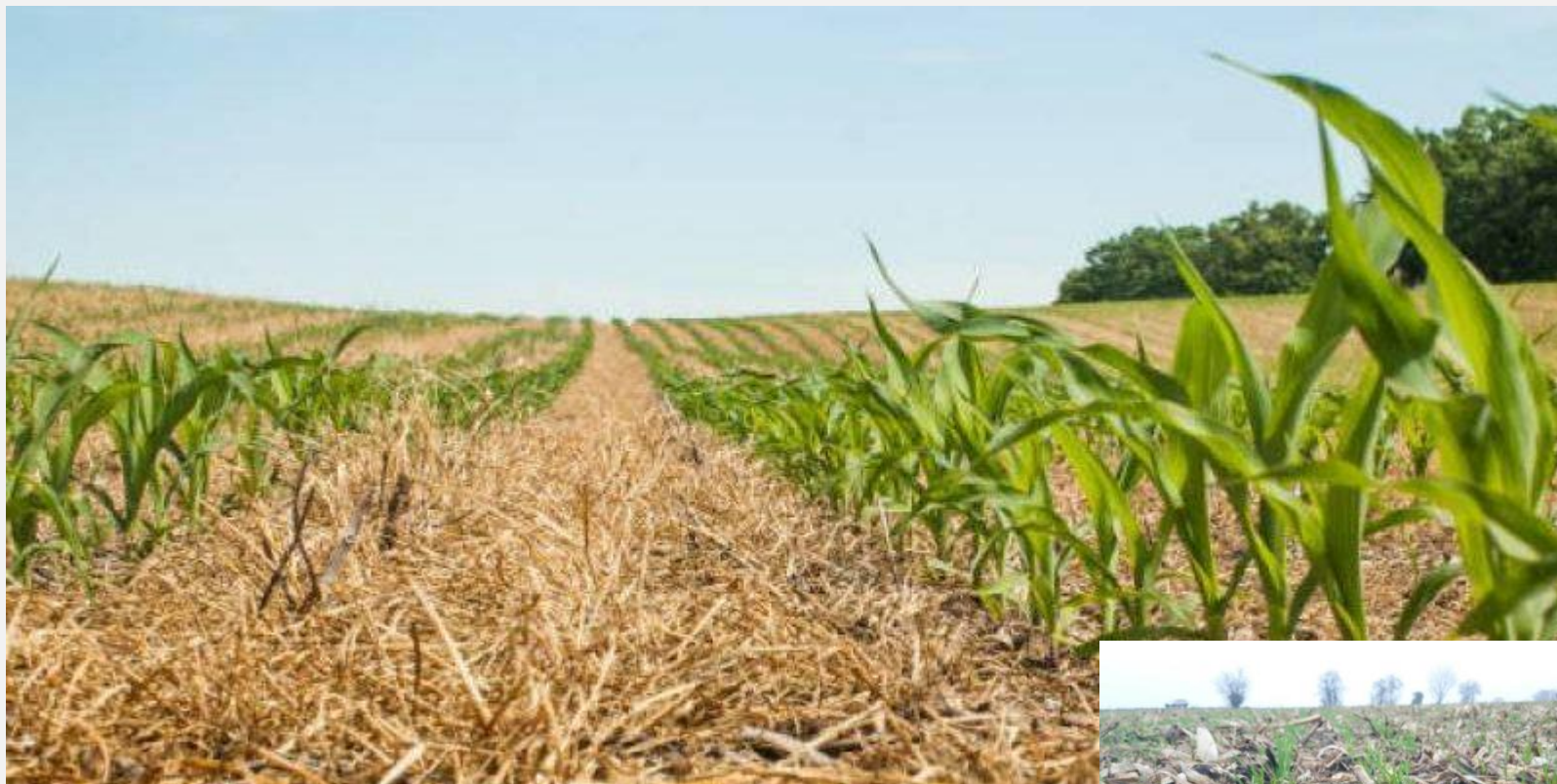
Délka v přepravní poloze	7 500 mm
Šířka v přepravní poloze	3 950 mm
Výška stroje	1 400 mm
Pracovní záběr stroje	400 cm
Podob. výševních ložisek	40 ks
Základní vzdálenost botek	15 cm
Hmotnost stroje s jeseňákem	2 400 kg
Převrtní rychlost (max.)	10 km/h
Pracovní rychlost (max.)	10 km/h
Objem výševních skříní	800 l
Objem skříní jeseňáku	80 l
Pracovní šířka (max.)	10 cm
Výkon stroje	3,8 ha/h
Tažný prostředek	Z 8011, 8045

ROSS



~~Obrábanie pôdy a voda v pôde~~

Regeneratívne pestovanie plodín



BI  PRATEX

Živá, zdravá, úrodná pôda

Odborné poradenstvo pre technológie v
regeneratívnom poľnohospodárstve

<https://bioprates.sk/sample-page/bioprates-s-r-o/>

Obrábanie pôdy a voda v pôde

Do akej hĺbky sa môže dostať zrážková voda ???

Len tam, kde je dobrá pôdna štruktúra
a sú funkčné kapiláry !!!

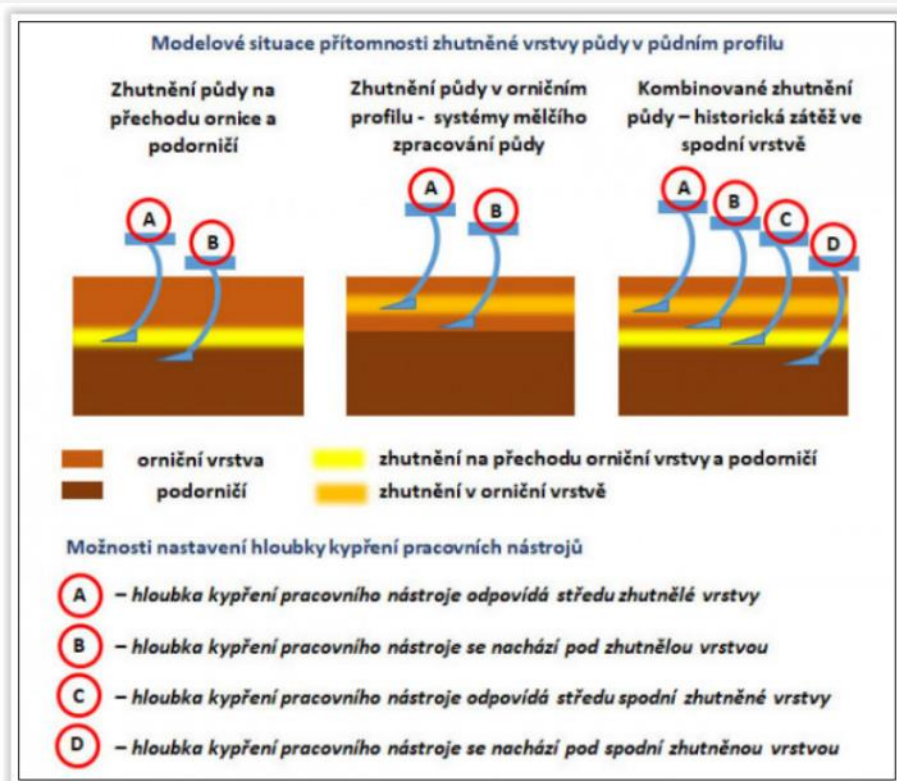
Utlačenie podorničia (orbová panva, podlaha, doska ...)

Zhutnenie vrstvy pôdy po rovnakom a dlhodobo opakovanom obrábaní:

- 28 – 32 cm hlboká orba
- 22 – 26 cm stredne hlboká orba,
- 18 - 22 cm diskované pôdy.

Viac horizontov:

- pri kombinovanom obrábaní,
- pri prechodoch z orby na kyprenie,
- pri hĺbkovom kyprení.



Obrábanie a voda v pôde – praktické skúsenosti



Zrážky 42 mm = 42 l / m²
Povrch pôdy - rozbahnený
Viditeľná vlhkosť do hĺbky cca 15 cm

Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti z rôznych zdrojov

Vplyv obrábania pôdy na vlhkosť pôdy – experimenty:

- sejba po orbe - v horných 20 cm je menšia vlhkosť pôdy ako po sejbe do mulča alebo pri priamej sejbe,
- rozdiely v obsahu vody v pôde medzi sejbou do mulča a priamou sejbou nie sú počas vegetácie výrazné. Prejavujú sa až koncom leta a jesene, na pôde bez porastu,
- v hĺbke pôdy > 40 cm spôsob obrábania vlhkosť pôdy neovplyvňuje.



Landesanstalt für Umwelt
Baden-Württemberg

Vplyv obrábania pôdy na vlhkosť pôdy – experimenty:

- obrábanie s podmietkou – vysychá len vrstva do cca 10 cm,
- mulč bráni hlbšiemu vysychaniu,
- vysychá len vrstva do hĺbky kultivácie pod mulčom.
Pod touto hranicou sú dobré vlastnosti vodného režimu.

supported by

• Visegrad Fund

Infiltrácia vody do pôdy – experimenty:

- degradovaná pôda s technogénnym utužením a nedostatočným podielom pôdnej organickej zložky má oproti zdravej pôde až o 30 % **zníženú schopnosť** infiltrácie

Project ID: 22020162. Training of farmers V4 in techniques for environmental protection and soil water management (Dr. József Zsembeli).

Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti z rôznych zdrojov



Vplyv obrábania pôdy na vlhkosť pôdy – experimenty:

- nedostatok pôdnej organickej hmoty znižuje vodnú infiltračnú kapacitu → povrchový odtok a vodná erózia

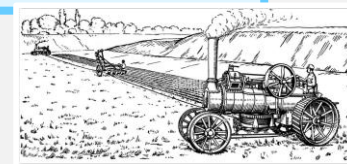
Erózia → strata organickej hmoty,
→ fatálny rozkladný proces,
→ nevratná strata ornice,



- nedostatočný prísun primárnej organickej hmoty do pôdy → degradácia fyzikálnych vlastností pôdy
zhutnenie pôdy, zníženie pórovitosti,
zvýšenie objemovej hmotnosti pôdy ...,
- → zníženie priepustnosti pre vodu a vzduch
extrémny vodný režim (sucho, premokrenie ...).

Vývoj poľnohospodárskych strojov vs. utláčanie pôdy

1854 Lanová orba (Súprava: 2x lokomobila (výkon 220 ks, 20-25 t), 1x preklápací pluh až 6 radlíc (cca 5t), lano (Ø 22 mm, dĺžka > 100 m); obsluha 3-5 ľudí; pracovná výkonnosť 20 ha/deň



1912 Motorový pluh Excelsior
Motor P5: 4 valcový, benzínový, objem 5900 cm³;
pluh 6 radlíc; pracovná
rýchlosť 4,5 km/h => výkonnosť cca 1ha/h



<https://www.lamy.de>

Začiatok 20. storočia - traktory so spaľovacím motorom 1918
John Deere – Waterloo Boy, Motor benzínový, 2 valec,
výkon 25 k, hmotnosť 2,8 t



Jednotky tlaku
Základná: Pascal (N.m⁻²);
Používané v praxi:
bar ≈ at (kg.cm⁻²) technická atmosféra
psi (lb.in⁻²) libra / štvorcový palec

Statický kontaktný tlak na pôdu (príklady)



82 kg / 0,053 m²
0,015 MPa



500 kg / 0,093 m²
0,053 MPa



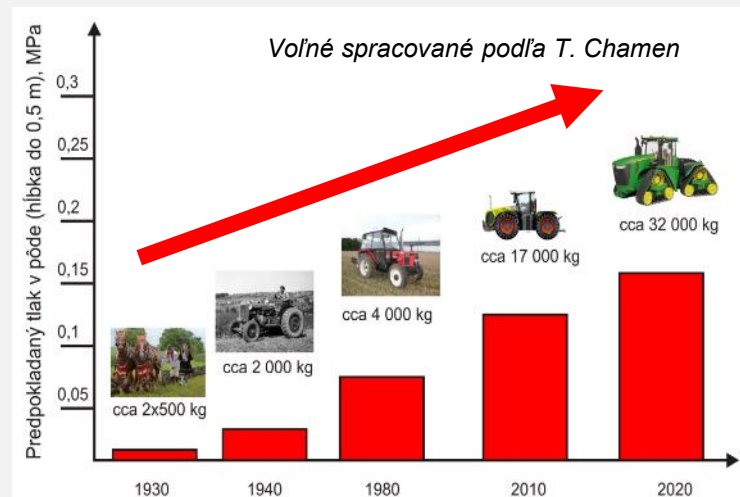
Kolesový traktor:
Tlak v pneumatikách
Styčná plocha
Tlak na pôdu

Hmotnosť: 7 940 kg
180 kPa 75 kPa
0,68 m² 0,93 m²
0,114 MPa 0,084 MPa



Kíbový pásový traktor:
Styčná plocha pásov:
Tlak na pôdu:

Hmotnosť: 29 900 kg
6,08 m²
0,048 MPa



Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Obmedzenie utláčania pôdy prejazdami poľnohospodárskej techniky



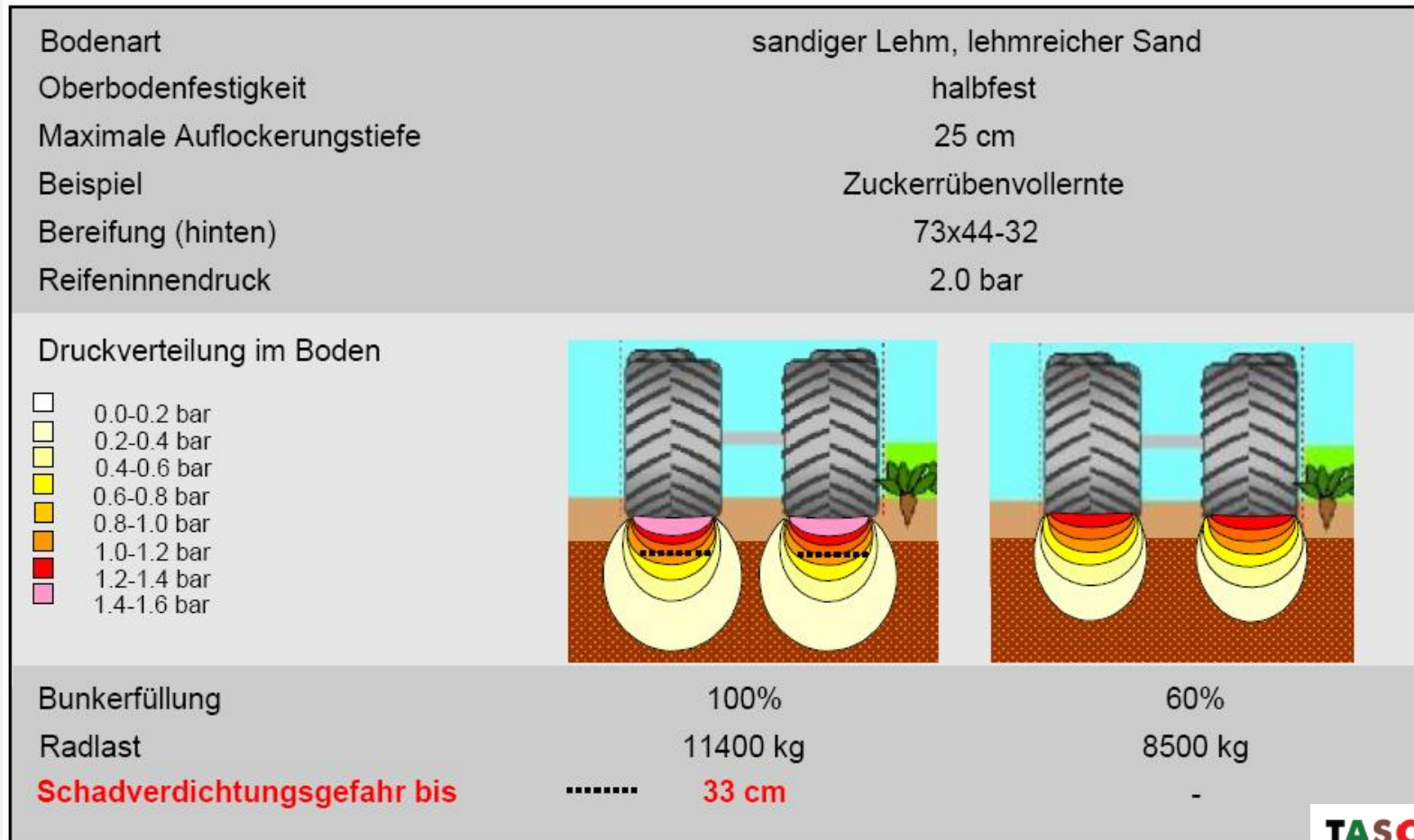
Súčasný stav – pohyb strojov – technologická nevyhnutnosť



Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Možnosti určenia stupňa utlačania pôdy



Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Obmedzenie utláčania pôdy prejazdami poľnohospodárskej techniky

Myšlienka :

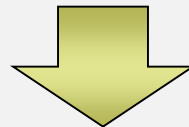
rozumne organizovať plochu na pestovanie rastlín

Trvale oddeliť

plochu bez prejazdov a plochu potrebnú na prejazd

Cieľ :

koncentrovať zhutnenie pôdy na najmenšiu
možnú plochu (permanentné koľaje)



Riadený pohyb strojov

Controlled Traffic Farming

Obrábanie a voda v pôde

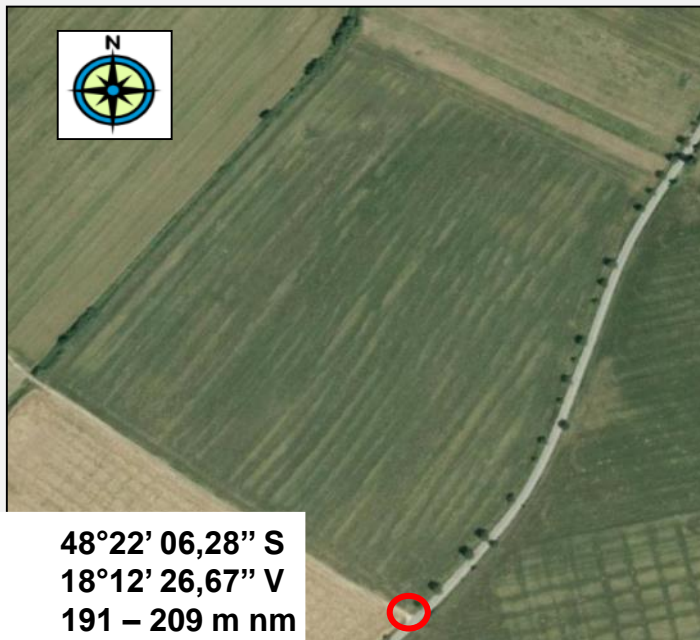
Experiment od roku 2009

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Lokalita: Vysokoškolský poľnohospodársky podnik
SPU Kolíňany

Parcela: Pri Jeleneckej ceste - výmera 18 ha

Technológie – pôdoochranná bez orby,
s využívaním koľajových riadkov,
so striedaním plodín.



Poloha: 48°22' 06,28" S
18°12' 26,67" V
Výška: 191 – 209 m nm

Rok	Plodina / sejba
2009	Jačmeň jarný
	Repka olejná
2010	Pšenica ozimná
2011	
2012	Jačmeň jarný
2013	Kukurica
2014	Jačmeň jarný
	Repka olejná
2015	Pšenica ozimná
2016	Jačmeň ozimný
2017	
2018	Hrach jarný
	Pšenica ozimná
2019	
2020	Kukurica
2021	Jačmeň jarný
	Hrach ozimný
2022	Pšenica ozimná

Obrábanie a voda v pôde

Experiment od roku 2009

Použité stroje

- pracovný záber 6 m
- navigácia Autopilot SF2; RTK

– praktické skúsenosti SPU Nitra

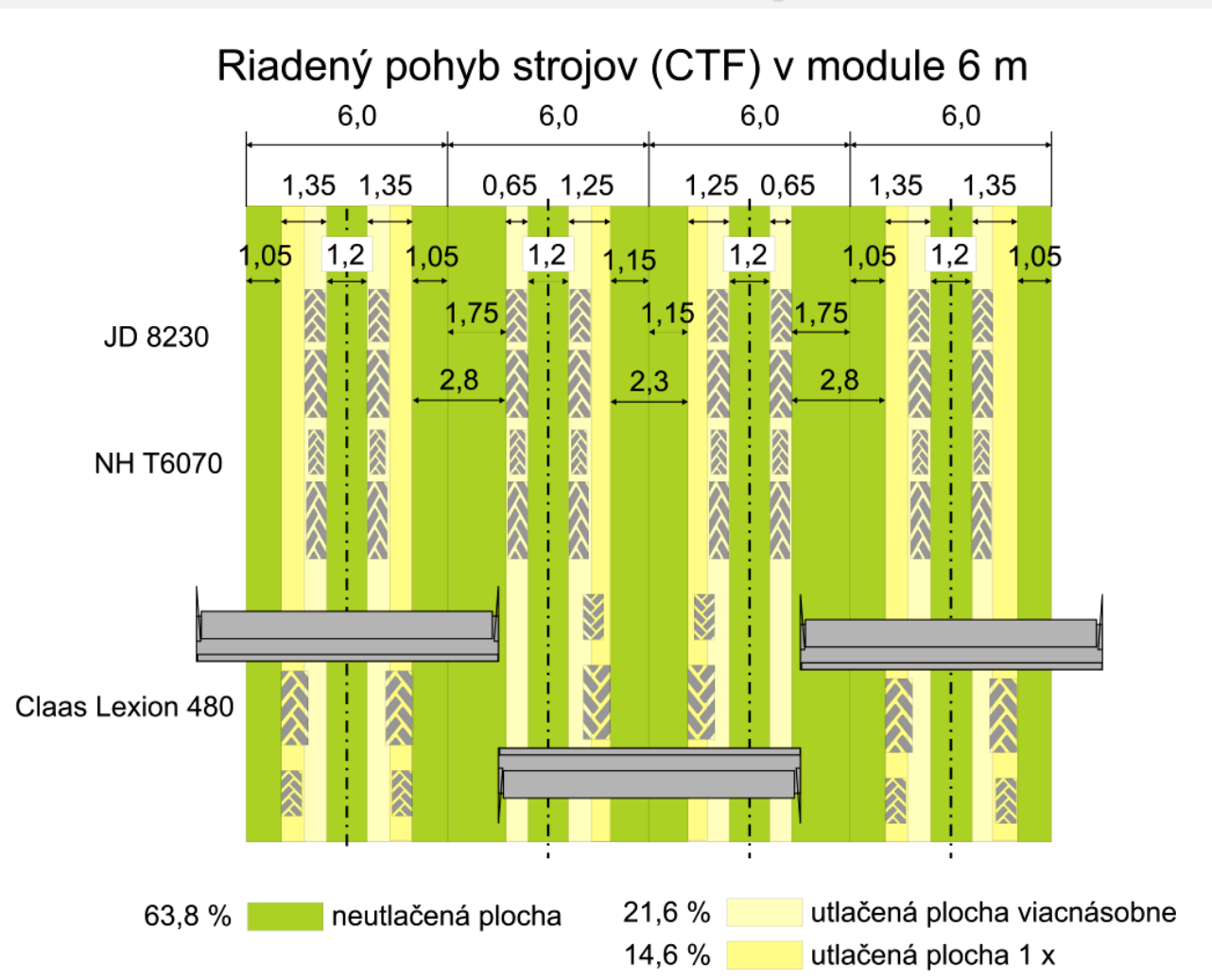
Pomocné činnosti – plnenie / vyprázdňovanie
výhradne na úvrati a mimo parcely



Obrábanie a voda v pôde

Experiment od roku 2009

– praktické skúsenosti SPU Nitra



27. 6. 2014
permanentné
koľaje
a koľajové
riadky
(po 6 rokoch CTF)



Obrábanie a voda v pôde

Experiment od roku 2009

- praktické skúsenosti **SPU Nitra**

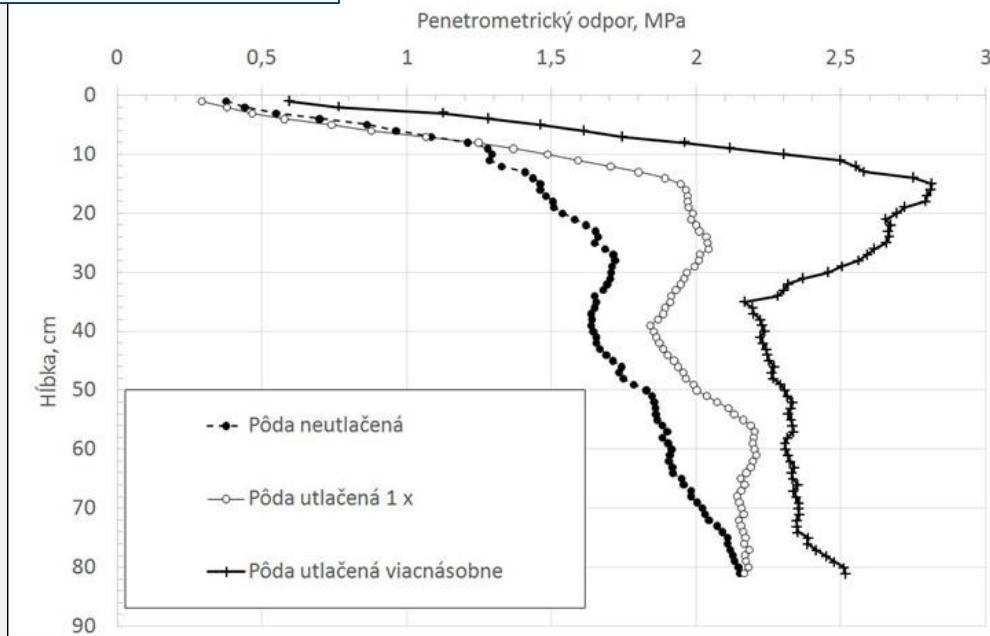
Riadený pohyb strojov - CTF

5. 3. 2014
pôdna štruktúra
(po 6 rokoch CTF)



– praktické skúsenosti SPU Nitra

2015
Penetrometrický odpor pôdy
(po 7 rokoch CTF)

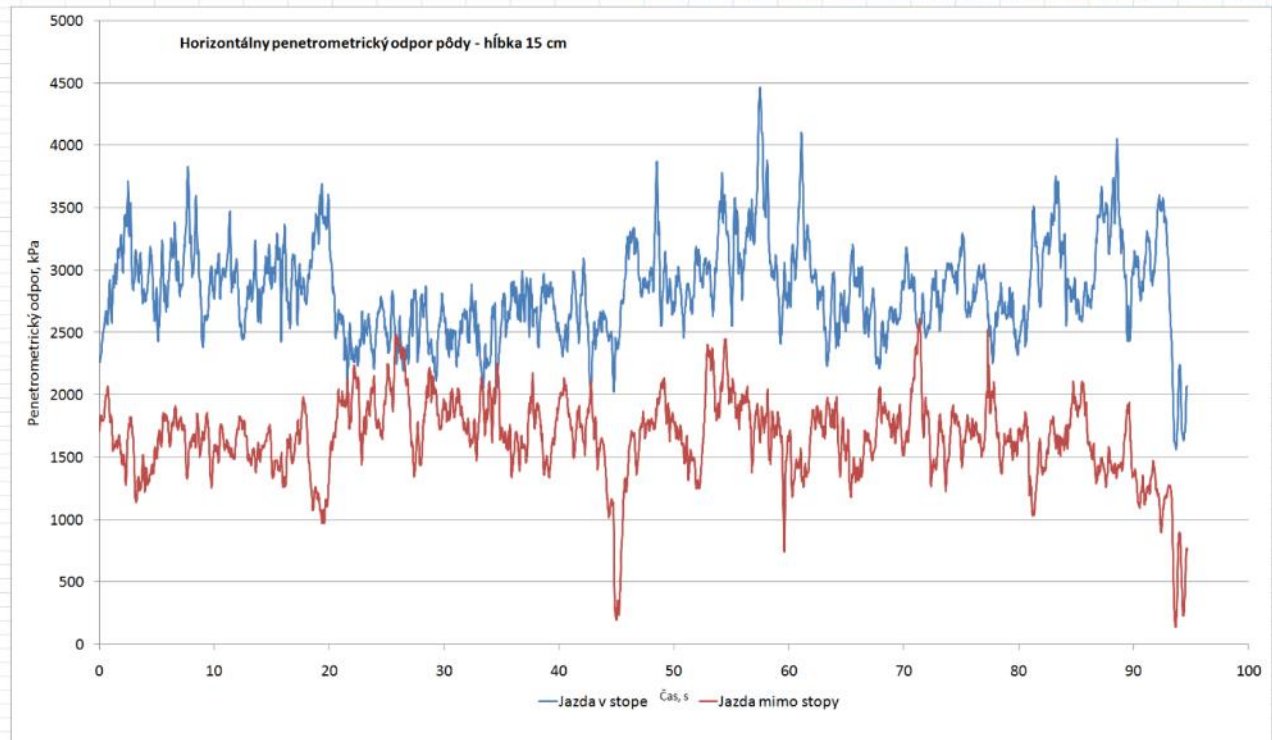


Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra



Vplyv utlačenia pôdy na odpor pôdy



Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Infiltrácia vody do pôdy s použitím stopovača (ekologické farbivo)



Neutlačená pôda



Viacnásobne utlačená pôda

Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Simulácia vplyvu dažďa na straty vodnou eróziou.

Simulovaná intenzita dažďa $1300 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \approx 69 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1} \dots 69 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$

Prívalový dážď / prietrž mračien



**26. 10. 2021
(CTF – 13 rokov)**



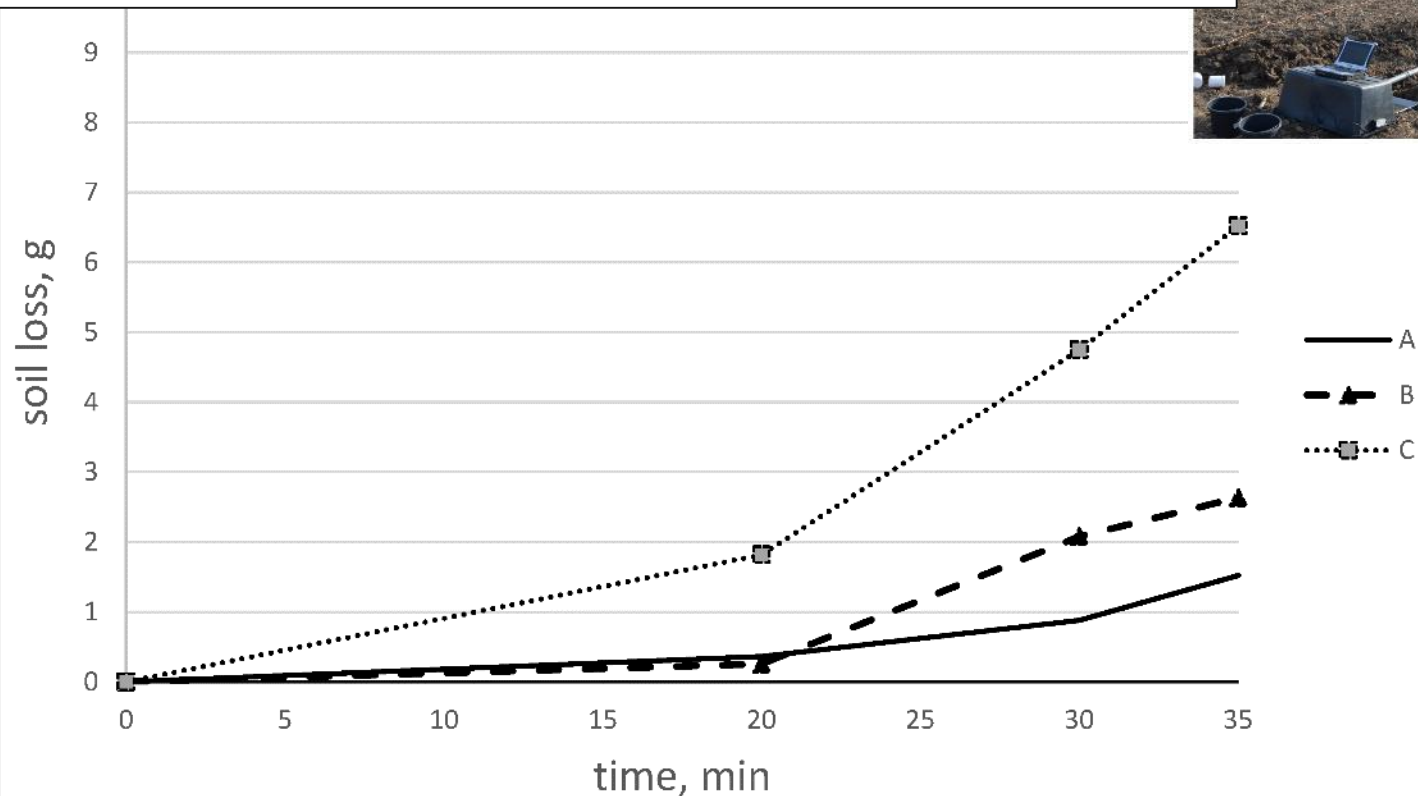
Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Redukcia straty pôdy vodnou eróziou v podmienkach riadeného pohybu strojov CTF

26. 10. 2021
(CTF – 13 rokov)

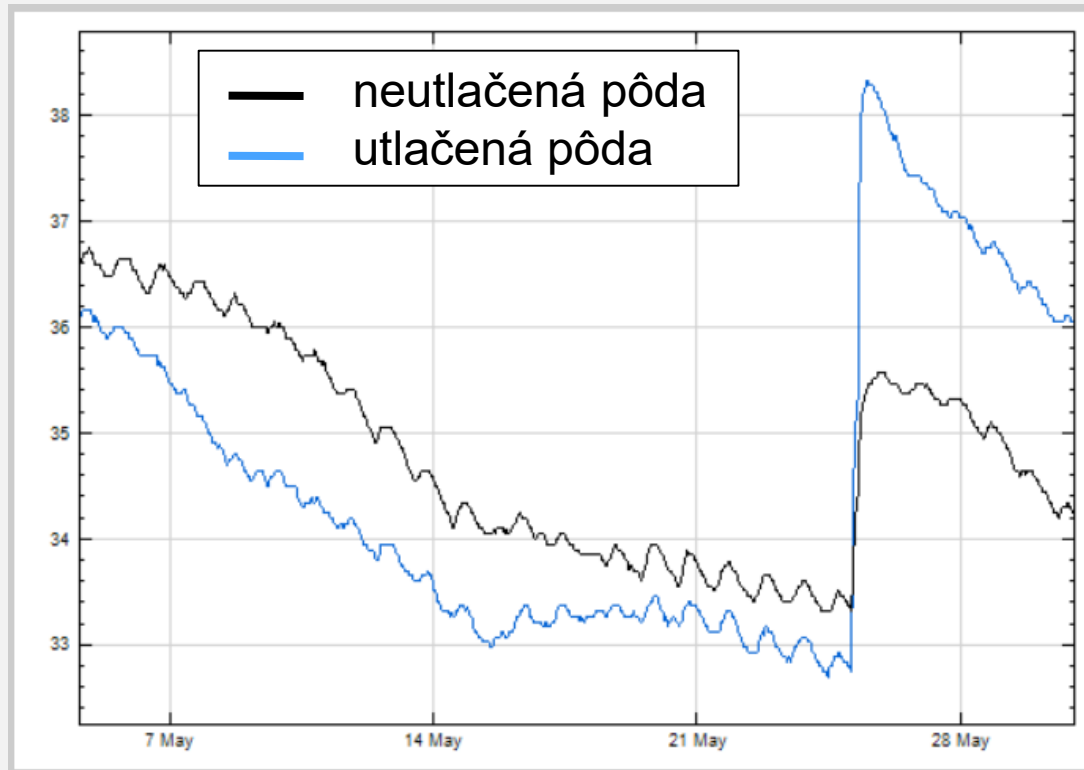
Hmotnosť odpravených sedimentov pôdy počas simulovaného dažďa:
(A) pôda bez prejazdov,
(B) pôda s jedným prejazdom,
(C) pôda s viacnásobným prejazdom.



Obrábanie a voda v pôde

– praktické skúsenosti SPU Nitra

Sledovanie vlhkosti pôdy v koreňovej oblasti



Zrážky 11,5 mm
25. 05. 2018

Decagon 10HS
Hĺbka 0,2 m

Obrábanie pôdy a voda v pôde

Ako možno šetriť s vodou ?

- Vytvárať podmienky pre ozdravenie pôdy.
- Eliminovať, resp. redukovať utlačenie pôdy.
- Využívať pôdoochranné technológie obrábania pôdy.
- Obmedziť straty vody transpiráciou (odparovaním) na ploche bez porastu.
- Udržať povrchovú vrstvičku pôdy v kyprom stave – obmedziť neproduktívny výpar vody.
- Nenechávať pôdu bez pokryvu - intenzívne pestovanie medziplodín.
- Zlepšiť schopnosť pôdy prijať a udržať vodu.
- Využívať podmietku – čo najskôr po zbere (hĺbka cca 5 – 7 cm, alebo ultra plytké obrábanie cca 3 cm.



Ďakujeme za pozornosť !



Spolupracovníci z TF SPU v Nitre:
doc. Ing. Jana Galambošová, PhD. MPhil.
doc. Ing. Miroslav Macák, PhD.
Ing. Marek Barát, PhD.