

Problematika stanovení míry erozního ohrožení

Miloslav Janeček

Katedra biotechnických úprav krajiny FŽP ČZU Praha

USLE

- K určování ohroženosti zemědělských půd vodní erozí a k hodnocení účinnosti navrhovaných PEO se u nás stále používá „Univerzální rovnice pro výpočet dlouhodobé průměrné roční ztráty půdy vodní erozí,, dle WISCHMEIERA, SMITHE(1978). Rovnice, jak je všeobecně odborníkům známo, představuje součin 6-ti faktorů, které nejvíce erozi ovlivňují. Podmínkou jejího použití je, že pozemek musí být chráněn před „cizí“ vodou.

Příklad ochrany pozemku před „cizí“ vodou



Míra erozního ohrožení pozemku

- ▶ Rovnice vychází z principu přípustné ztráty půdy na jednotkovém pozemku, jehož parametry jsou definovány a odvozeny z rozměrů standardních elementárních odtokových ploch o délce 22,13 m a sklonu 9 %, jejichž povrch je po každém přivalovém dešti mechanicky kypřen ve směru sklonu svahu a udržován jako černý úhor bez vegetace.
- ▶ Hodnota přípustné ztráty půdy pak slouží ke stanovení **míry erozního ohrožení pozemku**, která je definována jako **maximální velikost eroze půdy, jež dovoluje dlouhodobě a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy.**

R - faktor

- ▶ Faktor erozní účinnosti deště R byl v USA a postupně i v dalších zemích odvozen na základě **velkého množství dat o dešťových srážkách z mnoha let pozorování**. Jsou-li ostatní faktory USLE konstantní, je ztráta půdy z obdělávaného pozemku přímo úměrná součinu celkové kinetické energie přívalového deště a jeho maximální 30-ti minutové intenzity (I_{30}).
- ▶ Průměrná roční hodnota R faktoru se určuje z dlouhodobých (min. 30-ti letých) záznamů o srážkách a představuje součet erozní účinnosti jednotlivých přívalových dešťů, které se v daném roce vyskytly, přičemž **se neuvažují deště s úhrnem menším než 12,5 mm a pokud v průběhu 15-ti minut nespadlo alespoň 6,25 mm**.

Různé typy ombrografů = různé měření intenzit přívalových srážek

dle Hellmanna



člunkový



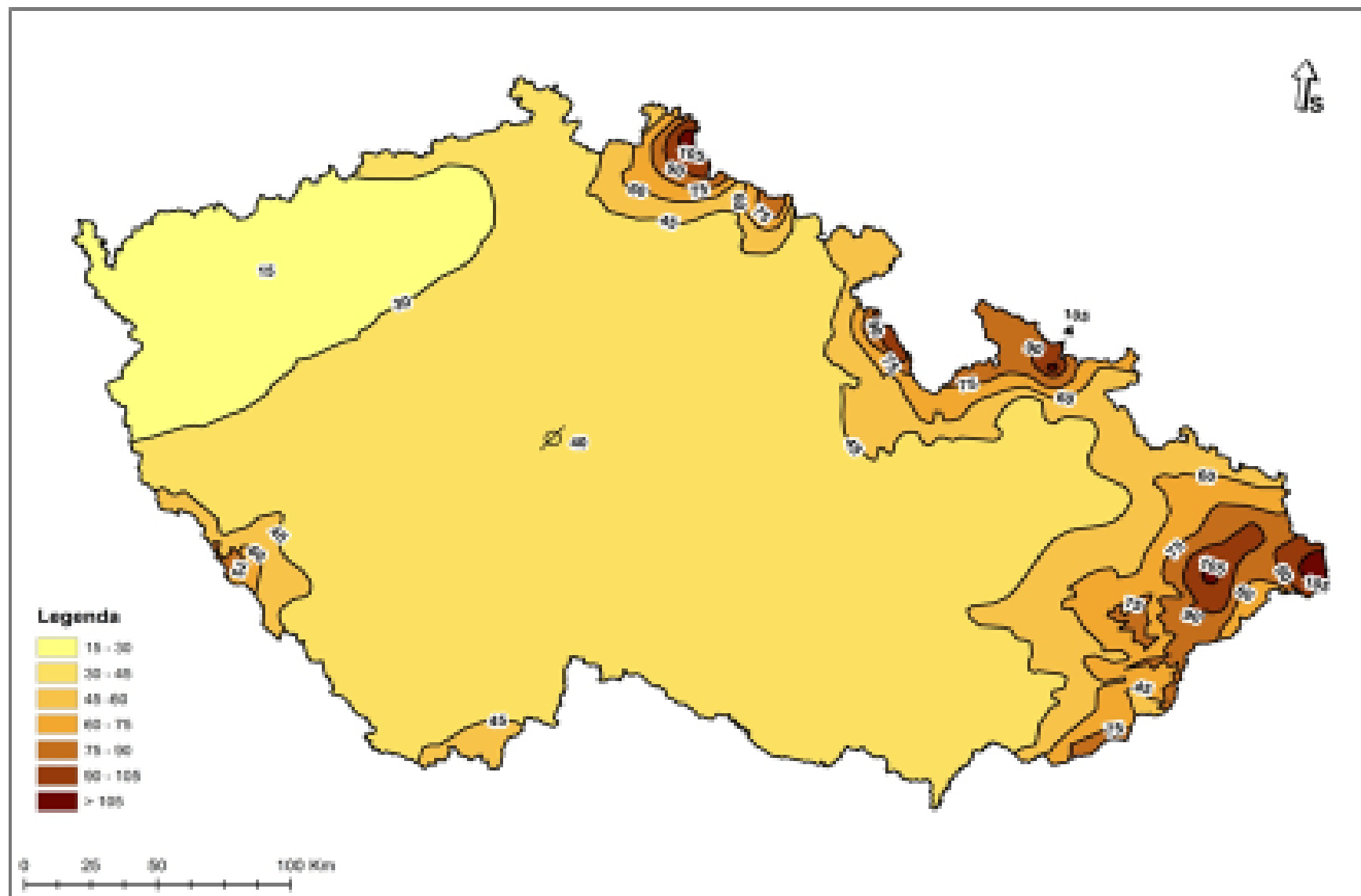
váhový



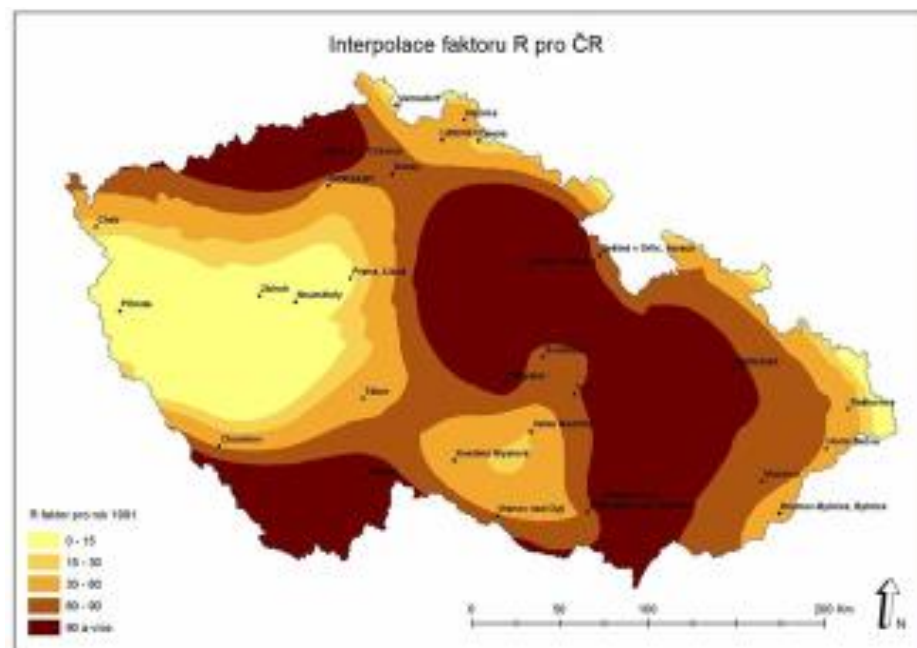
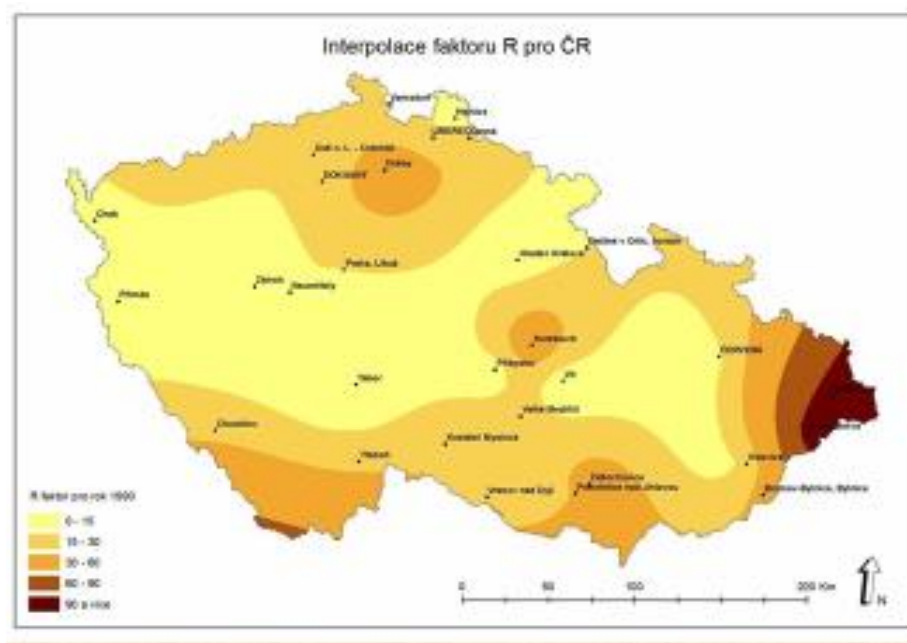
R faktor pro Českou republiku

- ▶ Využitím nově zpracovaných dlouhodobých řad ombrografických záznamů stanic ČHMÚ a provedením důkladnějšího metodického rozboru erozní účinnosti srážek, bylo možné nově stanovit R faktor pro území ČR a jeho **průměrná hodnota činí $44 \pm 10 \text{ MJ/ha.cm/h}$**
- ▶ Jestliže se neuvažují horské oblasti s $R = 60$ až 120 , kde zastoupení zemědělské a zejména orné půdy je velmi malé a vliv sněhové pokrývky poměrně značný, tak roční průměrná hodnota R faktoru pro převažující část zemědělsky využívaného území ČR se pohybuje v rozmezí od 30 do 45 , kromě oblasti dešťového stínu, kde je $R = 15$ až 30 a podhorských oblastí s R faktorem 45 až 60 .
- ▶ **Pro převažující plochu zemědělské půdy ČR je doporučeno používat průměrnou roční hodnotu R-faktoru $= 40 \text{ MJ.ha}^{-1}.\text{cm.h}^{-1}$**

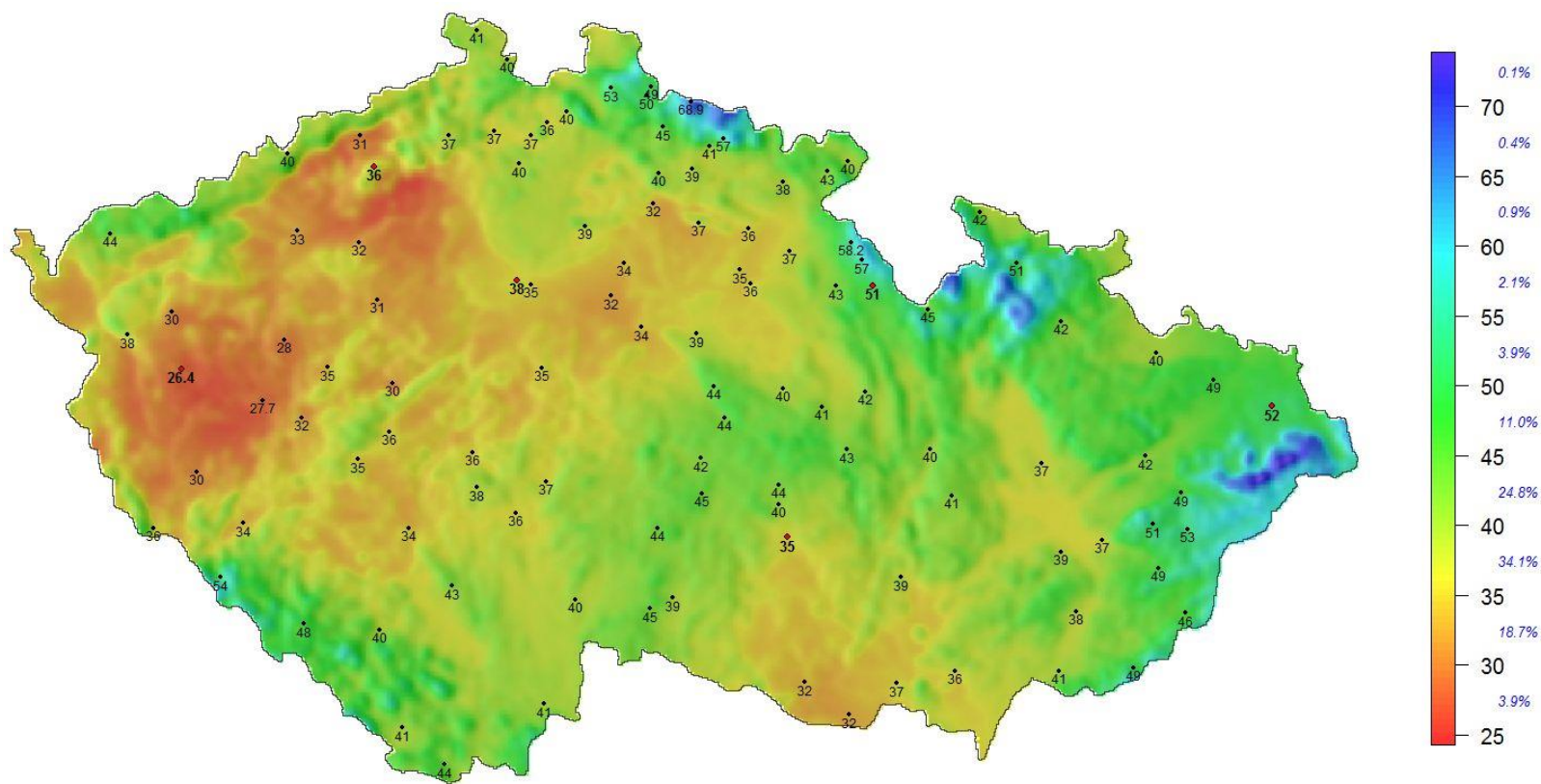
R - faktor a jeho regionalizace pro ČR



Regionalizace hodnot R-faktoru je poměrně obtížná - viz rozdíly v letech 1990 a 1991



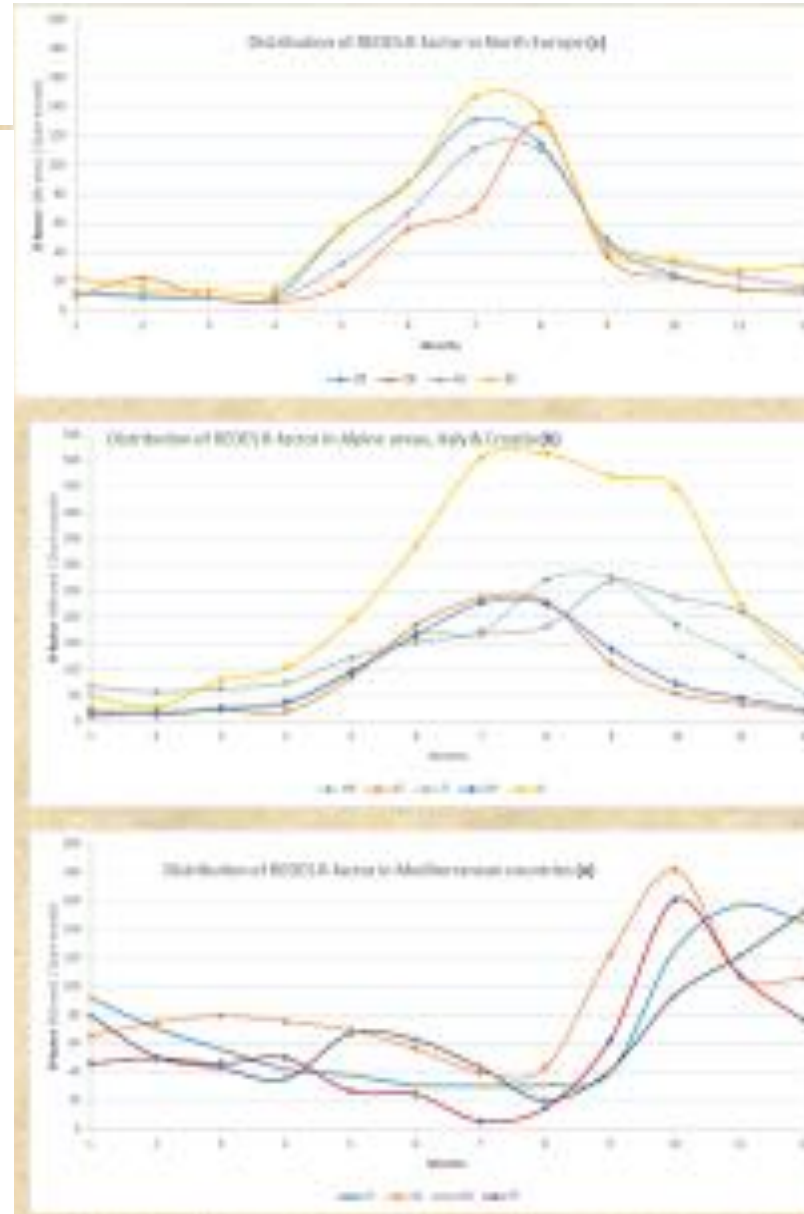
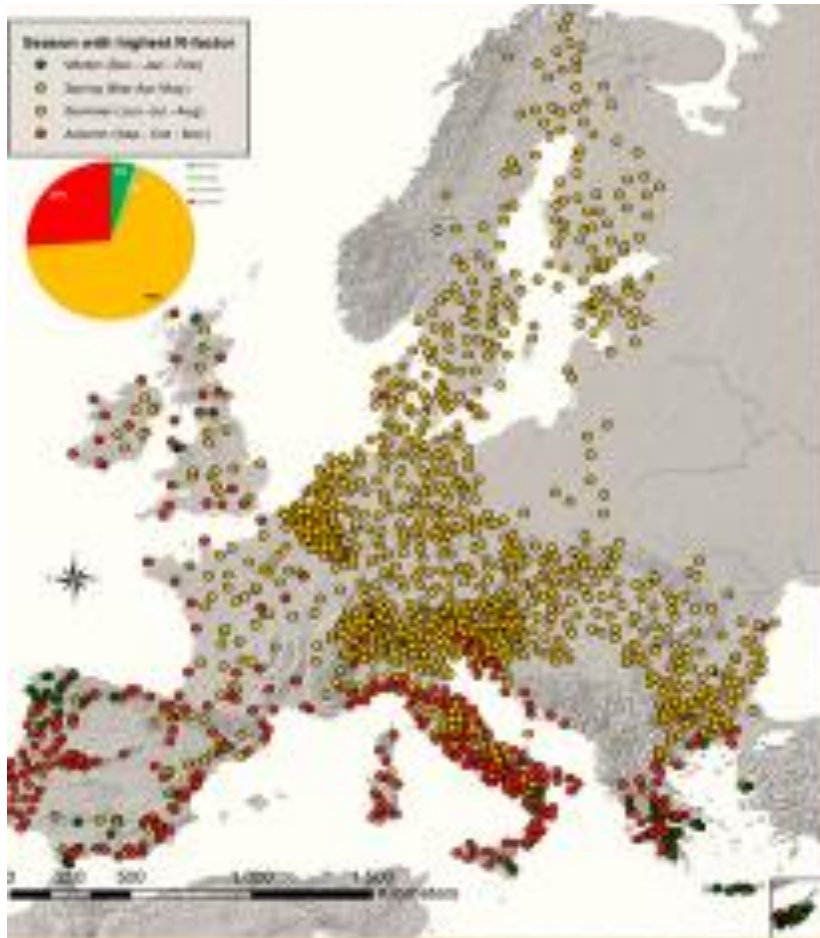
R-faktor dle posledních údajů ČHMÚ



Snížení přípustné ztráty půdy

- ▶ Použití správnější **vyšší hodnoty R faktoru** (dříve 20 nyní 40) a **snížení přípustné ztráty** u půd velmi hlubokých na $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (dříve 10), významným způsobem přispívá **k podrobnějšímu vymezení erozí ohrožených půd**, ale pochopitelně se i projevuje ve vyšších nárocích na účinnost PEO.
- ▶ **Ve zvláště odůvodněných případech** při nemožnosti dodržení přípustné ztráty $4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$, či zatravnění mělkých půd, by snad bylo možné **na přechodnou dobu** připustit (při použití $R=40$) přípustnou ztrátu půdy vyšší, **u mělkých půd** (do 30-ti cm) avšak nejvýše $2 \text{ t.h}^{-1}.\text{rok}^{-1}$, **u půd středně hlubokých** (30-60 cm) nejvýše $8 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ a **u půd velmi hlubokých** (nad 60 cm) nejvýše $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. **Ztráta $10 \text{ t.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$** je při důsledném použití původního postupu dle Wischmeiera, Smithe, považována obecně za **nejvýše možnou**.
- ▶ Uvedená odůvodněná možnost odpovídá úrovni PEO stanovené v předcházející Metodice (2007) při používání hodnoty $R=20$.

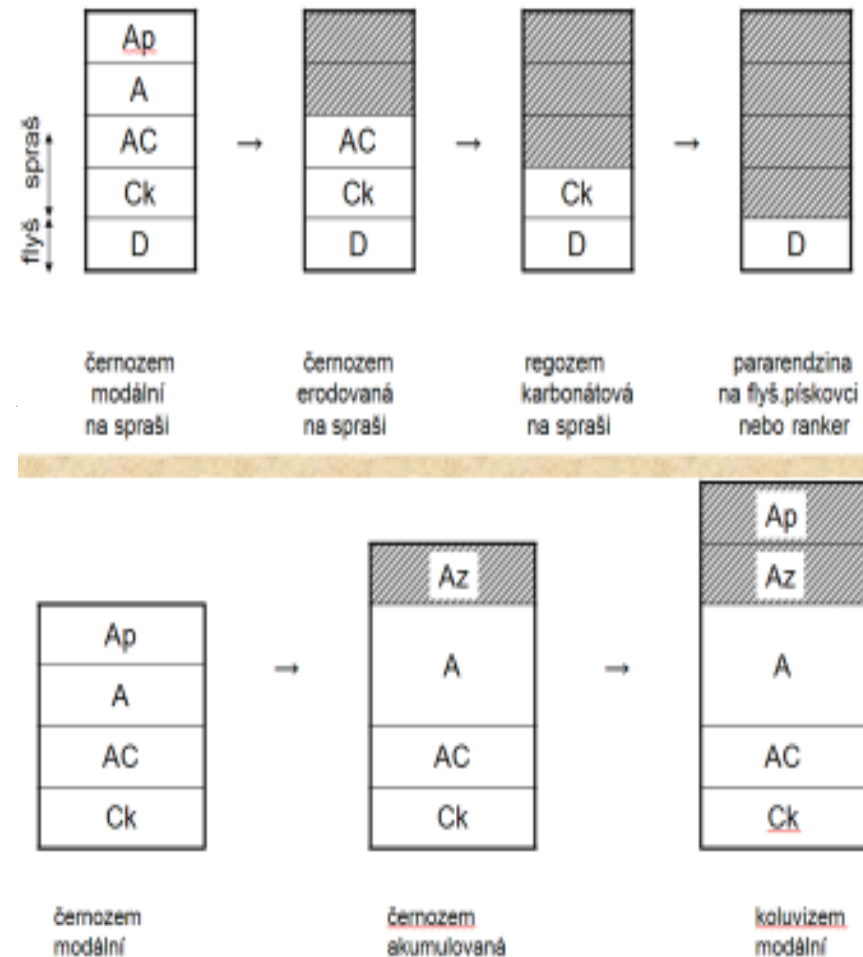
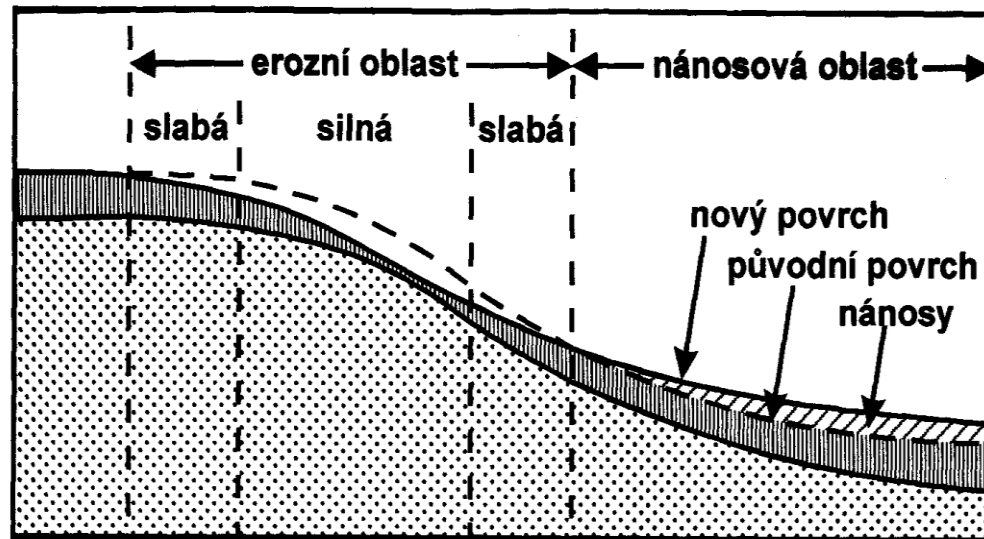
Četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů v Evropě



Určení faktoru K - erodovatelnosti půdy

- Stanovení K -faktoru by mělo být založeno na relativně jednoduchém odběru směsných vzorků půdy z povrchu pozemků a stanovení zrnitosti a obsahu organické hmoty, včetně místního posouzení struktury a propustnosti půdy, **nikoliv** na použití údajů Komplexního průzkumu půd a to proto, že od doby jeho provedení, mohlo na řešených pozemcích dojít, zejména procesy eroze, ke změně půdních vlastností, nehledě k tomu, že závislost mezi HP_j a K není příliš těsná.

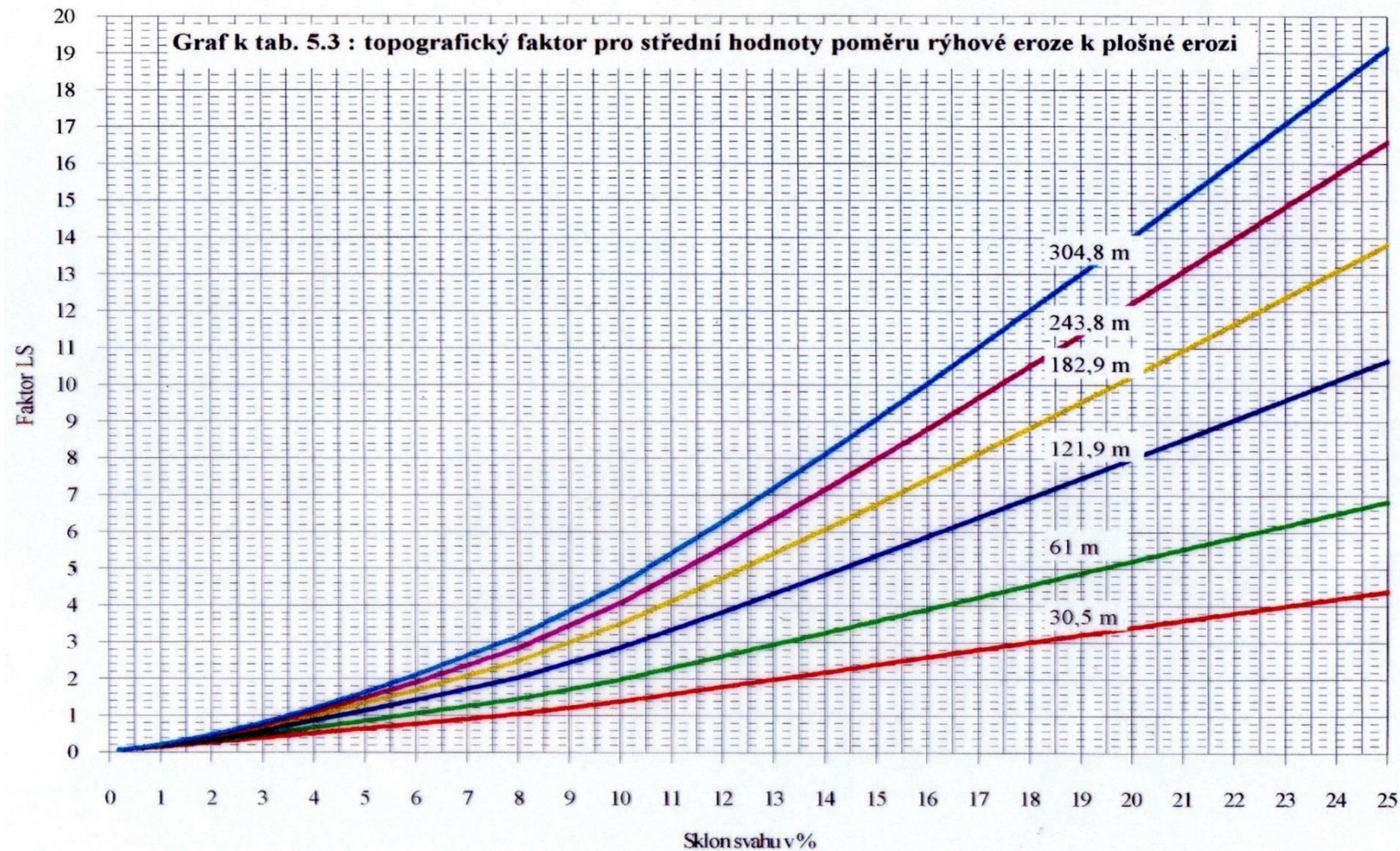
Změny vlastností půd ve vztahu k faktoru - K



Faktory délky (L) a sklonu svahu (S)

- ▶ Rovněž tyto faktory je **nutné posuzovat individuálně**, neboť při návrhu PEO, je možné uvažovat i **s vyloučením svažitéjší** části pozemku z orné půdy nebo **příliš dlouhý** pozemek **přerušit** některým z hydrotechnických prvků (příkopem, průlehem, hrázkou).
- ▶ **Změna plodin nebo technologií** obdělávání, bez přerušujícího prvku, **není důvodem** zkrácení výpočtové délky pozemky.
- ▶ Hodnota faktoru sklonu svahu (S) pro svahy nepravidelných tvarů se stanoví **podle vlivu (váhy) polohy v 10-ti dílech - viz Metodika**. Obdobně se postupuje i při proměnlivých hodnotách K a C faktorů .

Určení topografického faktoru (LS) podle RUSLE



Zkrácení příliš velké délky pozemku po spádnici



V závislosti na svažitosti pozemku by nepřerušená délka oraného pozemku neměla orientačně překračovat níže uvedené hodnoty.

Průměrná sklonitost ve stupních	Přípustná nepřerušená délka v m
3	300
4	150
5	100
6	60
7	40

- Uvedené délky je možné **prodloužit až na dvojnásobek**, pokud jsou plodiny okopaninového charakteru vysety nebo vysázeny:
- **po vrstevnicích** konturově na svazích do 4°
- **v pásech** střídajících se s pásy víceletých píceň, ozimých obilnin nebo řepky olejné na svazích do 4° o šířce **40 m**, na svazích do 6° o šířce **30 m** a na svazích do 7° o šířce **20 m**,
- „**bezorebným**„ způsobem do strniště předplodiny, při pokrytí více jak **30 %** povrchu půdy posklizňovými zbytky.

Určení C - faktoru

C - faktor se určuje pro danou strukturu pěstovaných plodin, včetně období mezi střídáním plodin (i bez porostů) a při určení nástupu a způsobu agrotechnických opatření v 5-ti obdobích, při korekci podle četnosti výskytu R - faktoru během roku.

Pro plodiny, které nejsou uvedeny v Metodice, je možné postupovat podle charakteru jejich zapojení v 5-ti růstových fázích, blízkých plodině v tabulce uvedené.

Vzhledem k různosti zapojování porostů plodin (v chladnějších oblastech později, v teplejších dříve), nelze doporučit používání průměrných hodnot C pro plodiny.

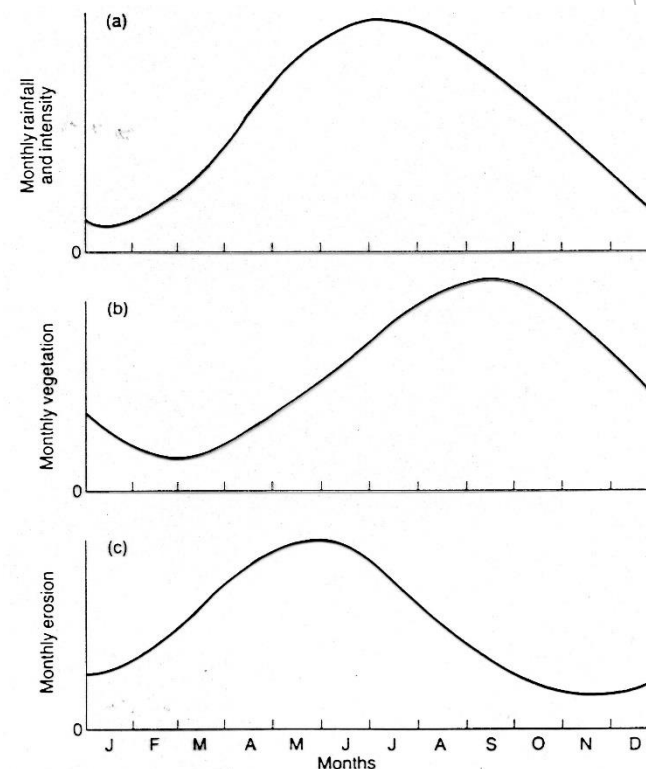


Fig. 1.4 Seasonal cycles of rainfall, vegetation cover and erosion in a semi-humid climate (after Kirkby, 1980).

Vliv ochranných technologií na erozi a povrchový odtok

- ▶ Půdoochranné technologie, jako např. bezorebné setí mají vysoký účinek protierozní, ale jejich vliv na snížení povrchového odtoku již takový není.
- ▶ **Ztráty půdy erozí** oproti konvenčnímu způsobu pěstování plodin mohou být až **o řád nižší**, zatímco **velikost povrchového odtoku** se může snížit nejvýše **na polovinu**.

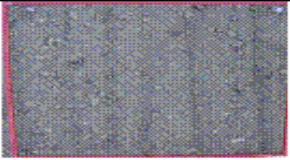
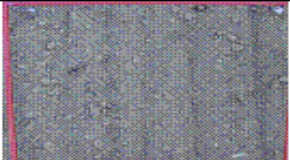
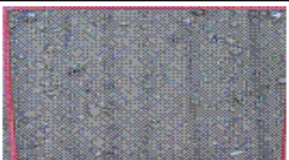
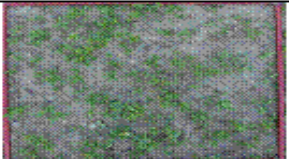
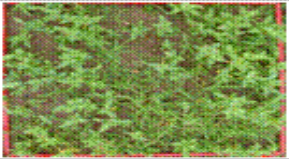
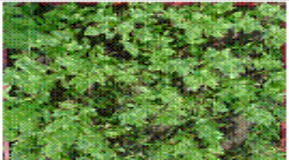
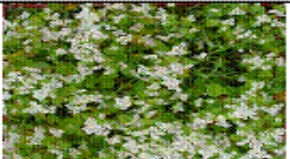
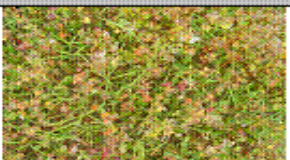
Účinnost agrotechnických opatření na snížení ztrát půdy erozí vyjádřená C-faktorem

Pokryv	Po spádnici	Vrstevnicové obdělávání	Pásové střídání plodin	Půdoochranné obdělávání
Úhor	1,00	1,00	1,00	1,00
Širokořádkové plodiny	0,35-0,90	0,21-0,81	0,11-0,73	0,02-0,40
Úzkořádkové plodiny	0,08-0,75	0,05-0,68	0,02-0,30	-
Víceleté pícniny	0,02	0,01-0,02	-	-
Odvodněná louka	0,005	-	-	-

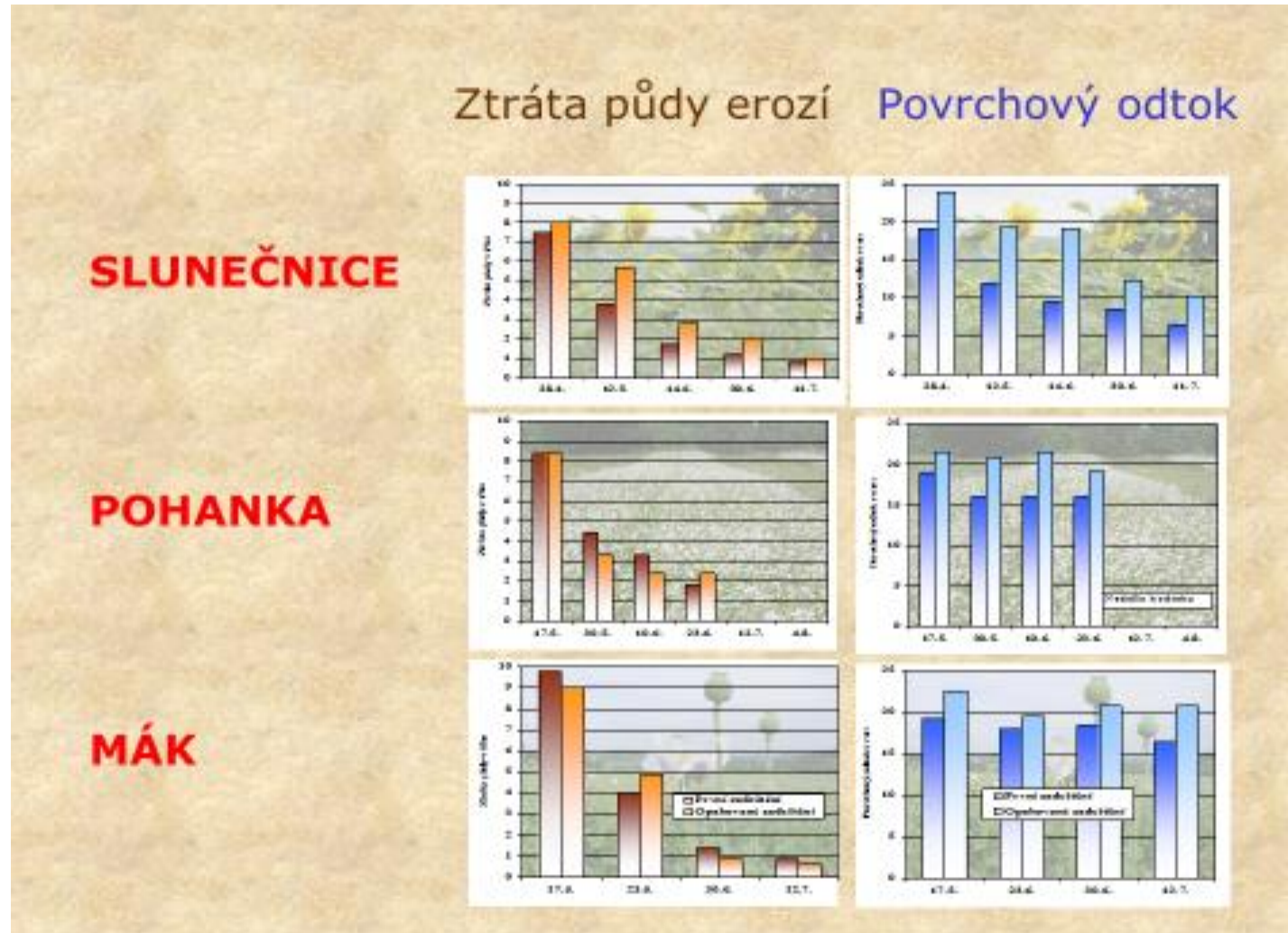
Snížení povrchového odtoku agrotechnickými protierozními opatřeními v m³.ha⁻¹ oproti úhoru

Pokryv	Po spádnici	Vrstevnicové obdělávání	Pásové střídání	Půdoochranné obdělávání
Úhor	100	100	100	100
Širokořádkové plodiny	46-66	31-48	24-48	25-42
Úzkořádkové plodiny	32-38	18-27	17-23	-
Víceleté píce	7-29	2-21	-	-
Odvodněná louka	0-7			

Postupné zapojování porostů slunečnice, pohanky a máku

Datum	Slunečnice	Datum	Pohanka	Datum	Mák
30.4.		17.5.		17.5.	
12.5.		30.5.		23.6.	
14.6.		10.6.		30.6.	
30.6.		23.6.		12.7.	
1.7.		12.7.			
		4.8.			

Vliv vybraných plodin během jejich růstu na ztráty půdy erozí a povrchový odtok



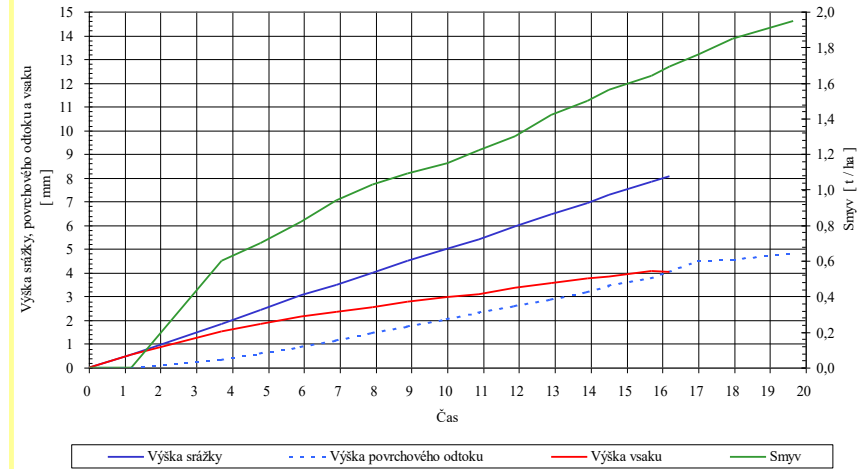
Hořčice bílá před přemrznutím



Porost kukuřice seté do vymrznuté hořčice bílé

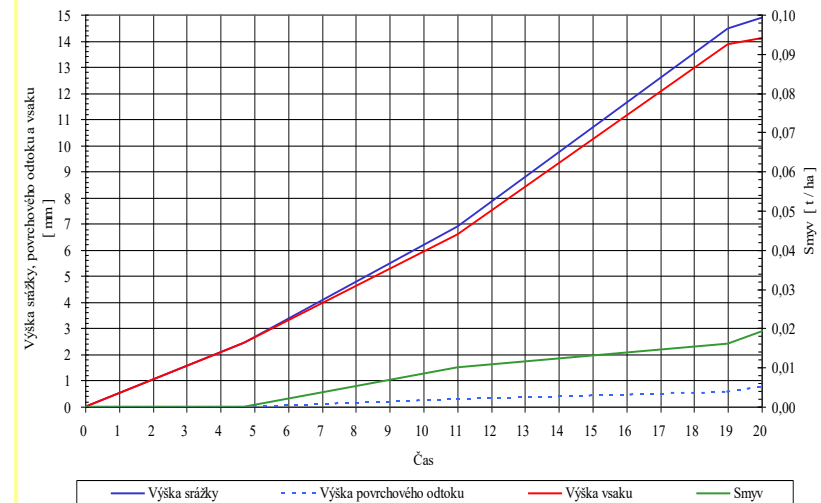


Kukuřice setá tradičně, po spádnici



Protierozní účinnost výsevu kukuřice

Kukuřice setá do celoplošně zkyprěného strniště po přemrznuté hořčici bílé



P - faktor

Používá se pouze pro opatření uvedená v tabulce, jejichž účinnost nelze vyjádřit změnou ostatních faktorů

Protierozní opatření	Sklon svahu v %			
	2-7	7 – 12	12 – 18	18 - 24
Vrstevnicové obdělávání při maxim. délce pozemku po spádnici	0,6 120 m	0,7 60 m	0,9 40 m	1,0 -
Hrázkování ve vrstevnicových brázdách	0,25	0,30	0,40	0,45
Pásové střídání -okopanin a pícnin -okopanin a ozim. ob. při max. šířce a počtu pásu	0,30 0,50 40m/6pásů	0,35 0,60 30 m/4 pásy	0,40 0,75 20m/4 pásy	0,45 0,90 20m/2 pásy

Vrstevnicové(konturové)obdělávání

přispívá ke zvýšení retenční schopnosti povrchu půdy,
se zvyšujícím se sklonem terénu jeho účinnost klesá



Akumulace vody v brázdách vedených ve směru vrstevnic

Sklon povrchu %	Akumulace vody na povrchu půdy bez brázd v mm	Akumulace vody v brázdách po vrstevnici v mm
0	5	60
6	2	40
12	1,5	20
16	1	15
20	0	10
24	0	5



Hrázkování
omezuje možnost
přelití a protržení
brázd



Důlkování

Retenční kapacita důlku o objemu ca 3 l a hloubce 15-30 cm omezuje erozi a přispívá k boji proti suchu zvýšením retenční schopnosti půd o 20 až 30 mm.



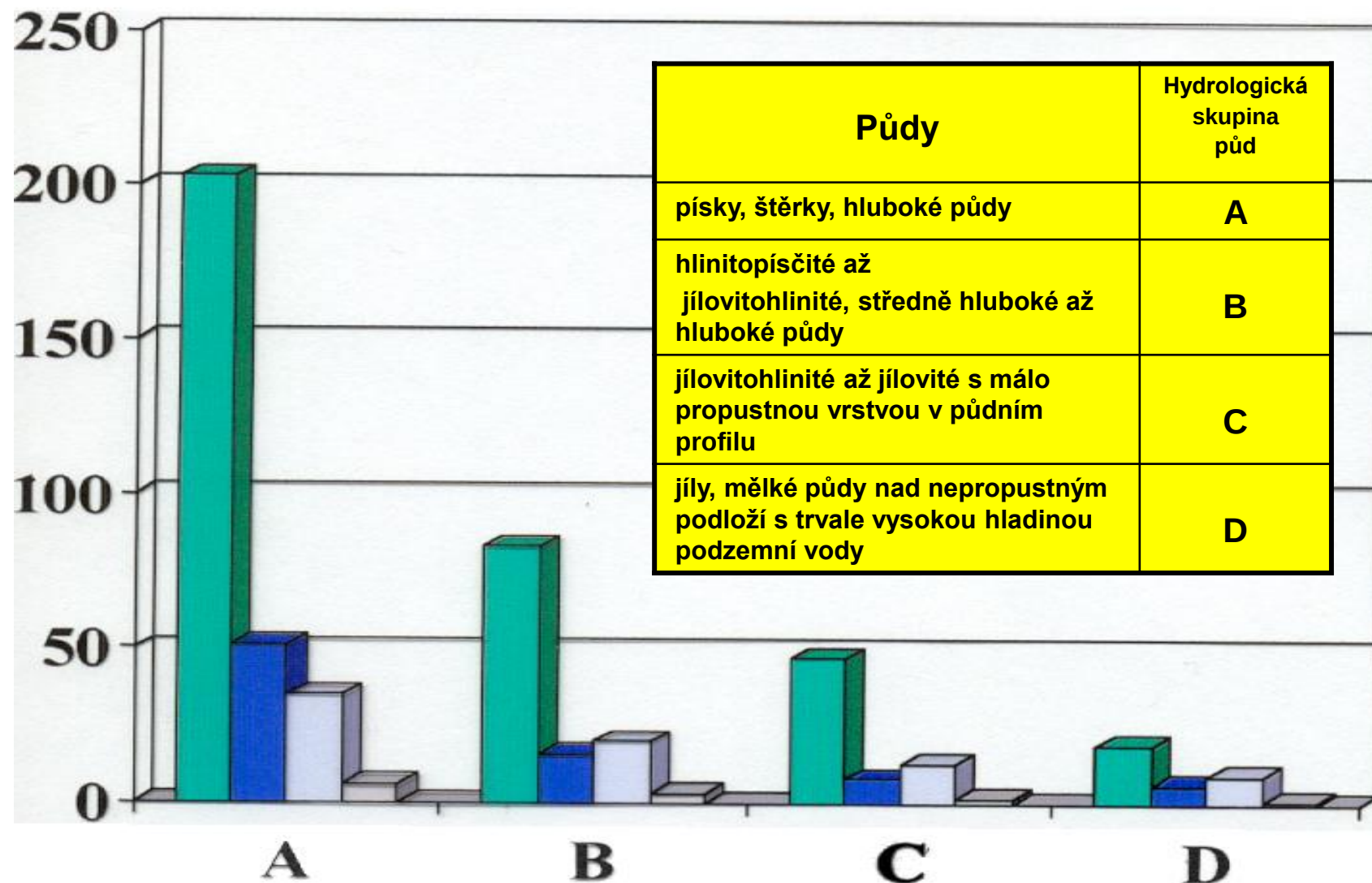
Pásové střídání plodin

- ▶ Snižuje ztráty půdy erozí na polovinu až třetinu a omezuje možnost soustředování povrchového odtoku. **Pásy však musí být nejvýše 20 až 40 m široké** (podle svažitosti a druhu ochranné plodiny).
- ▶ K pásovému střídání plodin je možné využít kontrolovaný pohyb strojů po poli (Control Traffic Farming) využívající **GPS** nebo **GLONASS**. K přesné korekci pak síť **RTK** (Real Time Kinematics) a k navádění strojů **autopiloty**, zabudované v hydraulice řízení traktorů, které umožňují **zvládání jízdy po křivkách**, včetně korekce náklonu strojů na svazích.

Pásové střídání plodin

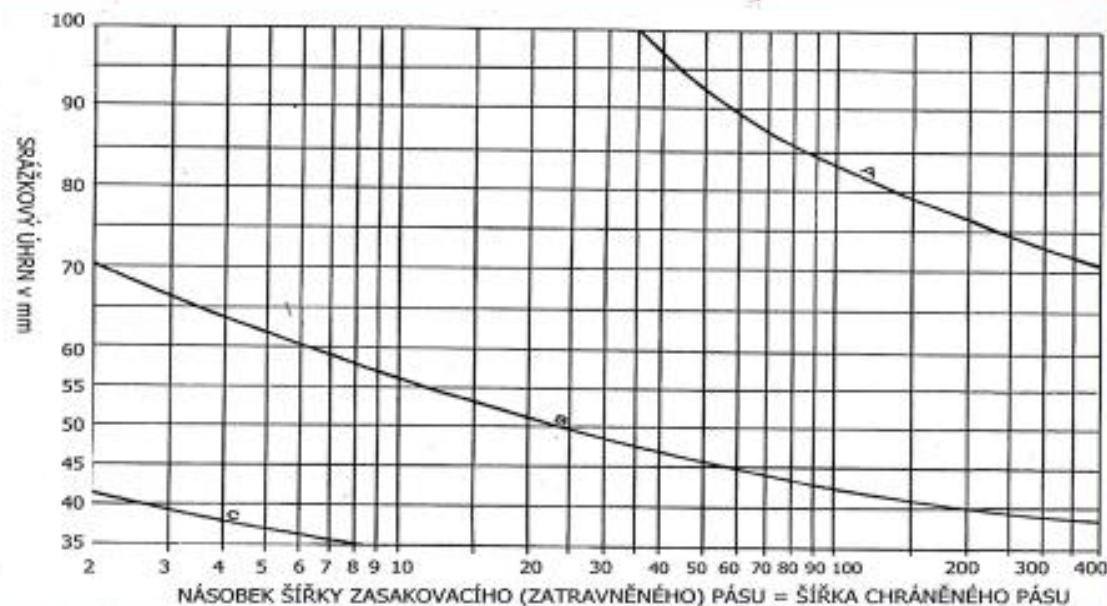


Celková retenční schopnost půd (A,B,C,D) zcela nasycených a suchých pro trvalý travní porost a úhor bez vegetace v mm.



Účinnost travních, resp. zasakovacích pásů je omezená,,
neboť je závislá na hydrologických vlastnostech půd.

Závislost šířek chráněných (plodinových) pásů na
násobcích šířek ochranných (zatravněných) pásů pro
návrhové úhrny srážek a hydrologické skupiny půd A,B,C.



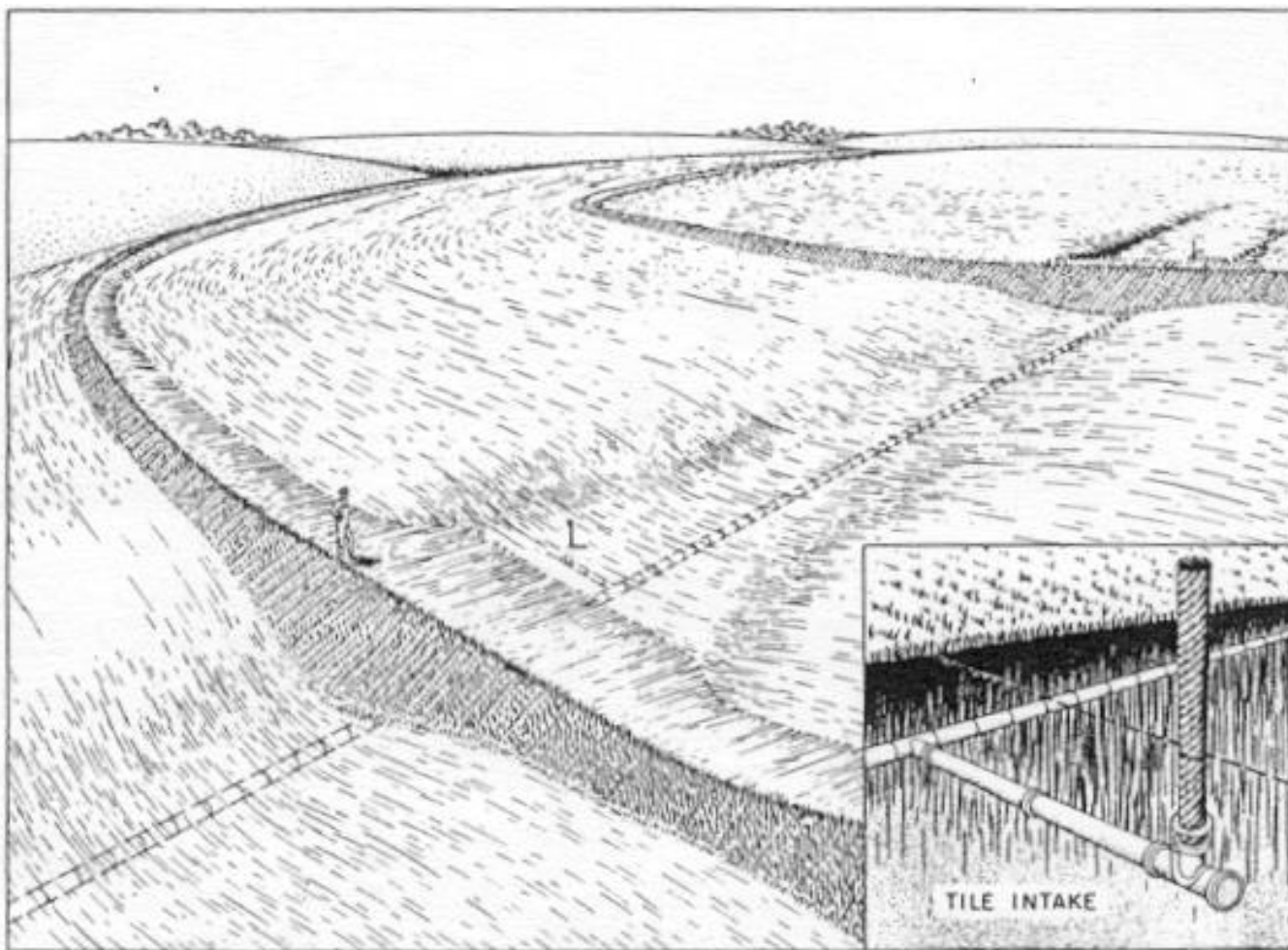
USLE a Metoda CN-křivek

- ▶ **USLE** slouží k **určení dlouhodobé ztráty půdy** erozí z pozemku, tedy k posouzení, zda způsob využití pozemku je z hlediska mocnosti půdy dlouhodobě udržitelný a jak účinná je nutné **navrhovat protierozní opatření** snižující ztráty půdy na přípustné hodnoty.
- ▶ **Metoda CN-křivek** slouží k **určení velikosti povrchového odtoku** (objemu odtoku a kulminačního průtoku) z malého povodí a **k dimenzování** především **technických opatření** ke snížení škod vodou a smytou zeminou.
- ▶ **Při řešení ochrany cenného**, zejména zastavěného **území** před povrchovým odtokem ze zemědělských pozemků, **nestačí USLE, ale je nutné použít Metodu - CN.**

Ochranné hrázky

- ▶ mají významný efekt **půdoochranný** - zachycováním **smyté zeminy přímo na pozemku a retenční**, spočívající nejen v **akumulaci** povrchového odtoku z přívalových dešťů, ale umožňující i **postupné sycení** půdního profilu vodou, což má nesporný **význam v boji s následky sucha**.
- ▶ Záchytná, resp. **retenční schopnost ochranných hrázek je ohromná** a řádově se pohybuje ve stovkách mm, záleží na sklonu terénu, výšce hrázky a rozteči jejich paralelních vzdáleností. Např. hrázka o výšce 1 m, při délce vzdutí 20 m odpovídající sklonu terénu, tedy o příčném profilu záchytného prostoru 10 m² a šířce 1 m, zachytí z plochy 40 m² 250 l/m², tedy 250 mm.

Schéma ochranných hrázek



- Česle chrání vtok do vertikálního vypouštěcího zařízení



Ochranné hrázky paralelně trasované po vrstevnicích jsou zejména vhodné pro mírně svažité a po spádnici příliš dlouhé pozemky.



Ochranné hrázky chrání komunikace



Význam ochranných hrázek spočívá i v tom, že jsou v podstatě jediným opatřením, kterým je možné zachytit smytou zeminy a povrchový odtok v případě, že se pod pozemkem nachází např. **komunikace vedená v rovině (bez sklonu)**, kde by při použití příkopu nebo průlehu docházelo k nevyhnutelnému zanášení jejich profilu a ztrátě jejich funkčnosti.

Ochranné hrázky jsou vhodnější než-li nádrže

- **Nádrže** (poldry) v podstatě **vlastní ochranu půdy před erozí na pozemcích neřeší**, naproti tomu **ochranné hrázky** mají nespornou výhodu v tom, že **zachycují smytou zeminu a povrchový odtok na pozemcích**, **jsou poměrně nenákladné, snadno realizovatelné** a při jejich případné destrukci **nezpůsobují velké škody**. **Není nutno** z nich **odtěžovat usazenou zeminu** (nánosy, bahno) a tím odpadají náklady s tím spojené. **Umožňují** odsadit sediment a **zachycovat plovoucí předměty**, které by mohly činit problémy zablokováním průtoku v korytě pod nimi.

Protierozní opatření jsou významná opatření k snížení škod suchem

- ▶ Hlavním cílem většiny protierozních opatření je převedení povrchového odtoku z přívalových dešťů způsobujících erozi do půdy. Toho je možné dosáhnout zlepšením **retence a infiltrace** vody do půdy, zvýšením **obsahu humusu**, dokonalejším **zapojením porostů a akumulací** vody na povrchu, **vrstevnicovým obděláváním, hrázkováním, důlkováním, pásovým střídáním plodin** a z hydrotechnických opatření, zejména **ochrannými hrázkami**.

Navrhování protierozní ochrany **není rutinní činností, ale především tvůrčí prací, resp. uměním, jak co nejlépe** využít **přírodní a ekonomické podmínky** konkrétního území k optimálnímu řešení ochrany půdy a úpravy vodního režimu krajiny s cílem snížit ztráty půdy erozí a omezit odtok vody z našeho území.

Děkuji za pozornost.