



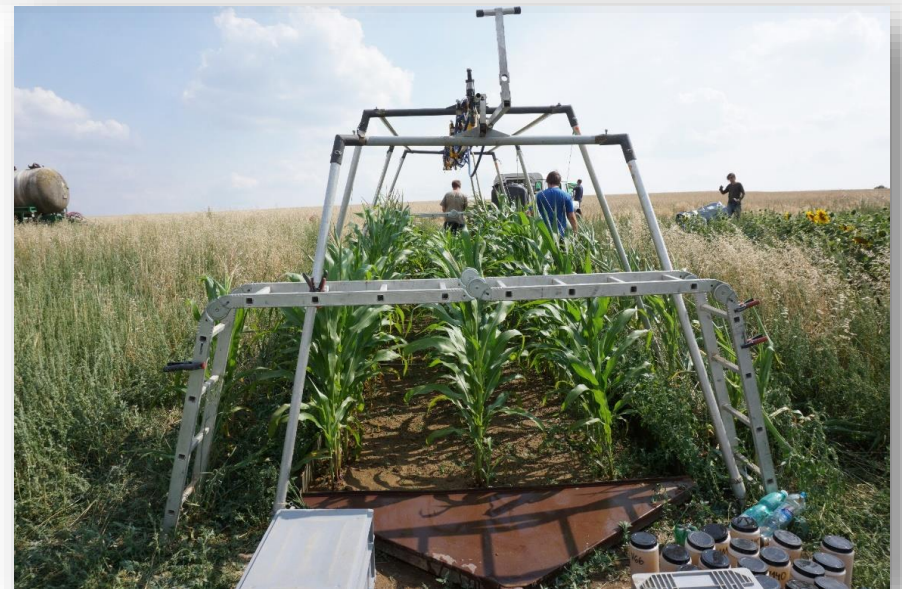
DEŠŤOVÉ SIMULÁTORY

JAKO SOUČÁST

VODOHOSPODÁŘSKÉ LABORATOŘE FAKULTY STAVEBNÍ ČVUT

Dešťové simulátory - význam

- Výzkum průběhu srážko-odtokových a erozních událostí
- Reálné sledování srážek je logisticky velmi náročné
 - Nutnost „čekat na srážku“ v místě, kde jsme schopni měřit a kde nás to zajímá
 - Stejnou srážku nelze opakovat
- Dešťový simulátor
 - Umožňuje vybrat si čas experimentu (být připraven)
 - Lze opakovat shodnou srážku několikrát
 - Lze definovat parametry srážky



Dešťové simulátory - typy

Zařízení, kde lze nastavit požadovaná intenzita srážky, která má konstatní průběh pro replikovatelné experimenty

- Laboratorní simulátory
 - Obvykle lze nastavit více parametrů s větším rozsahem hodnot (sklon, intenzita srážky, KE...)
 - Komfortnější průběh měření, není ovlivněno povětrnostními vlivy
 - Nevýhoda – neodpovídá podmínkám *in-situ* (porušená půda apod.)
- Mobilní simulátory
 - Velmi dobře popisují reálné podmínky (simulátor je na místě v terénu), ale nelze je měnit (např. sklon, typ půdy apod.)
 - Může být negativně ovlivněno vnějšími vlivy (vítr, déšť) – nutno řešit
- Dále různé velikosti a specifická nastavení (velikost plochy, intenzita srážky...)



Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

PARAMETRY

- Zadešťovaná plocha 2 x 8 m, trysky 2 (2,5) m nad terénem
- Sklon – podle sklonu pozemku
- Intenzita deště – pro experimenty 60 mm.hod⁻¹ (nastavitelná 20-160 mm.hod⁻¹)

Konstrukce simulátoru

Trysky

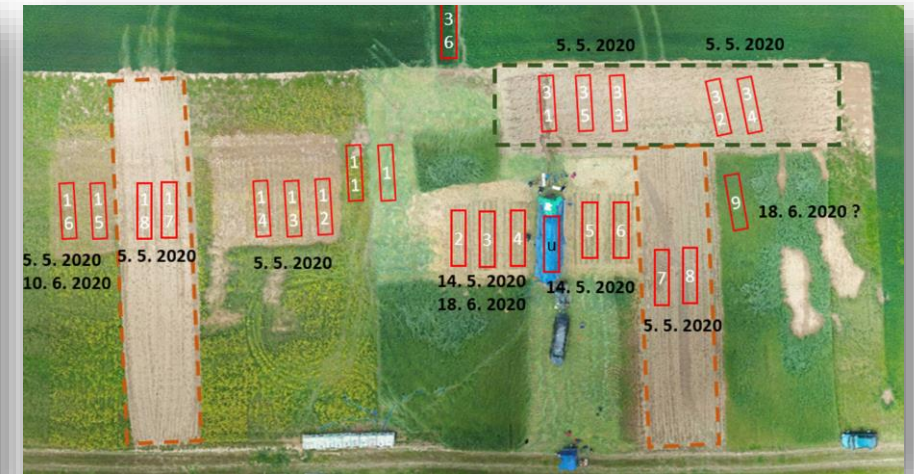
Nádrž na vodu 1m³

Řídící jednotka



Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor



Měření eroze a odtoku na různých plochách – odlišná vegetace, fenofáze, technologie úpravy půdy...

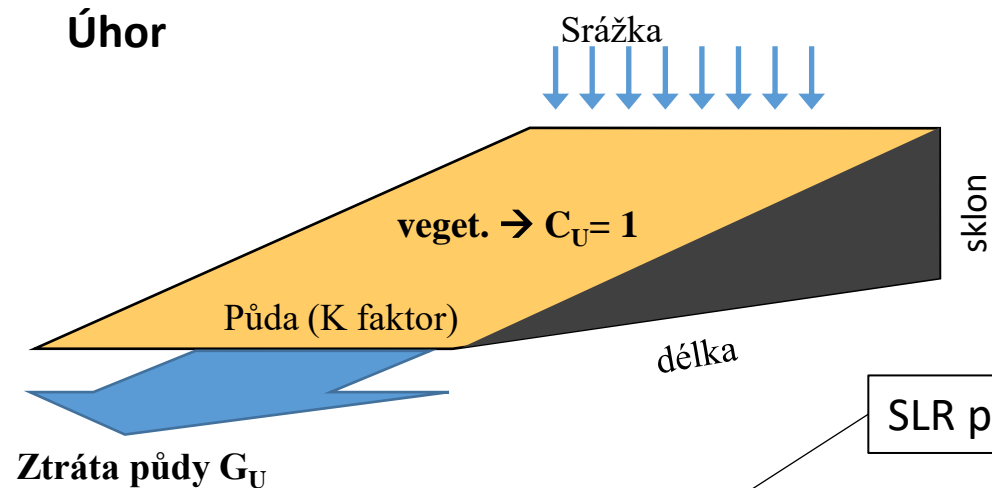
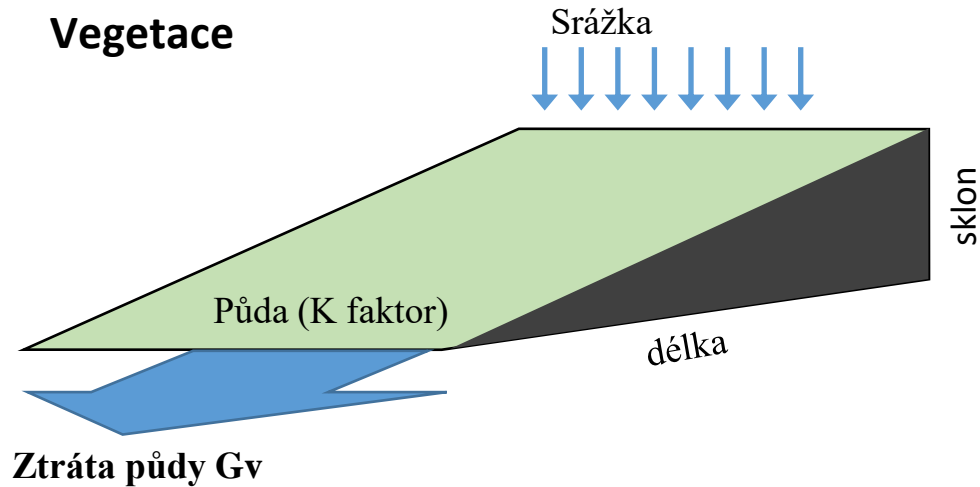


Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

STANOVENÍ VLIVU PŮDOOCHRANNÝCH OPATŘENÍ

STANOVENÍ OCHRANNÉHO ÚČINKU VEGETACE



$$SLR = \frac{G_V}{G_U}$$

Měřeno pro jednotlivé rostliny/ fenofáze / technologie

Konstantní hodnota pro úhor

$$C = \frac{\sum C_i \times R_i}{R} = \frac{\sum SLR \times R_i}{R}$$

SLR pro experiment

R faktor pro experiment

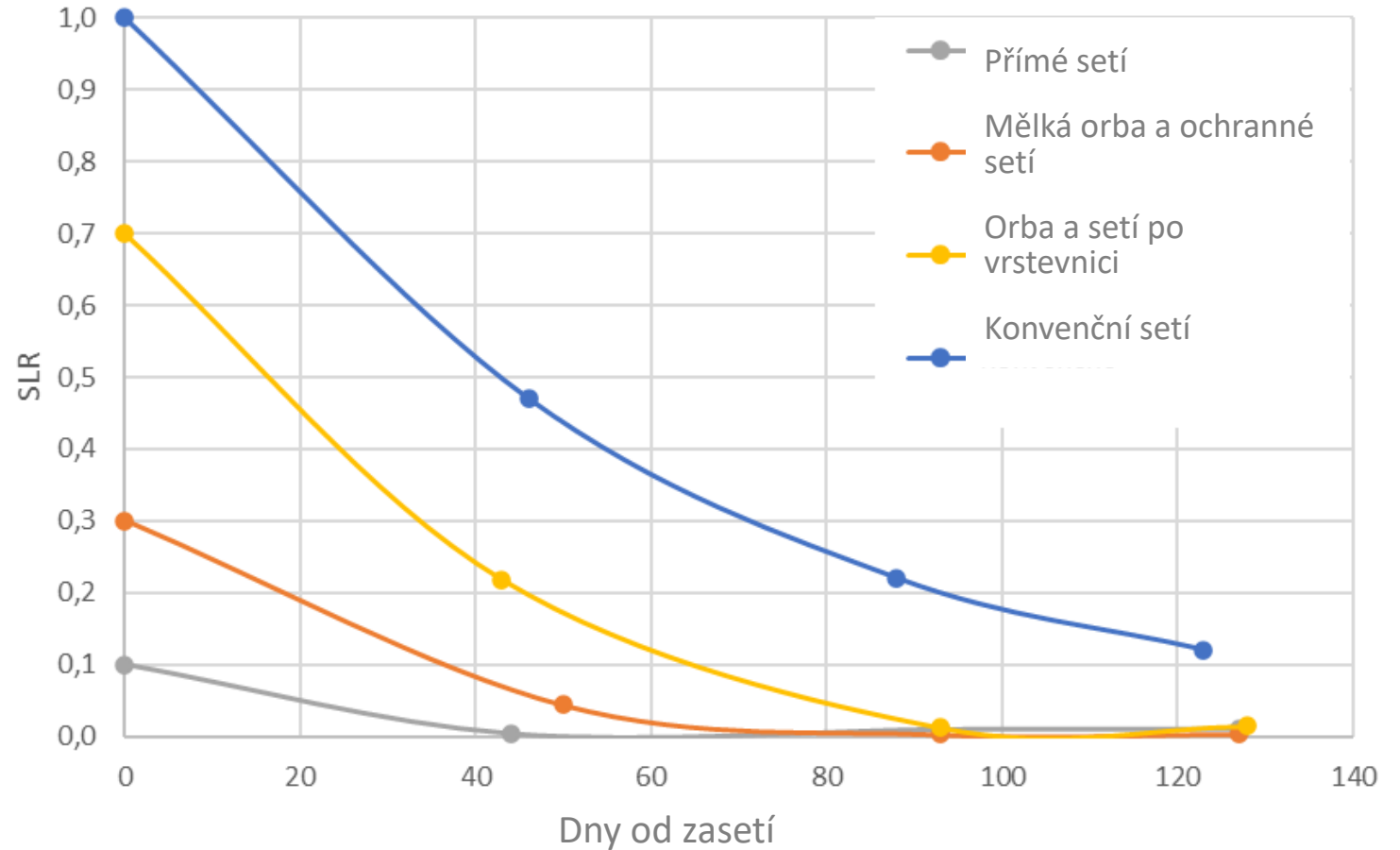
Průměrný R faktor

Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

Efektivita půdoochranných postupů

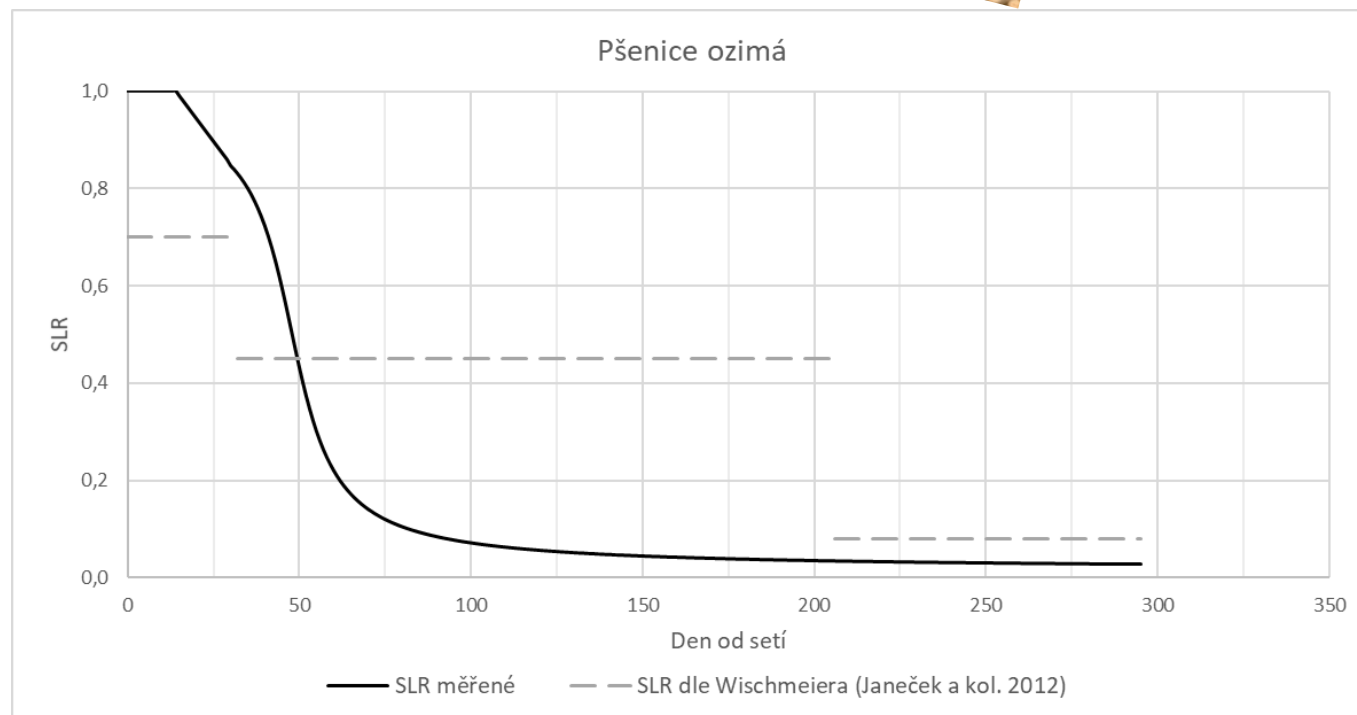
- Přímé setí s využitím
- Mělká orba a ochranné setí
- Orba a setí ve směru vrstevnic
- Konvenční setí



Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

den	SLR			den	SLR		
	řepka	cukrová řepa	obilniny ozimé		řepka	cukrová řepa	obilniny ozimé
0	1	1	1	71	0,015	0,201	0,136
1	1	1	1	72	0,015	0,200	0,131
7	1	1	1	73	0,014	0,199	0,127
14	1	1	1	74	0,014	0,198	0,123
15	0,974	0,990	0,991	75	0,013	0,197	0,119
16	0,947	0,980	0,981	76	0,013	0,196	0,116
17	0,921	0,970	0,972	77	0,012	0,196	0,113
18	0,895	0,959	0,962	78	0,012	0,195	0,110
19	0,869	0,949	0,953	79	0,012	0,194	0,107
20	0,842	0,939	0,944	80	0,012	0,194	0,104
21	0,816	0,929	0,934	81	0,011	0,194	0,102
22	0,790	0,919	0,925	82	0,011	0,193	0,099
23	0,763	0,908	0,915	83	0,011	0,193	0,097
24	0,737	0,897	0,906	84	0,011	0,193	0,095
25	0,711	0,884	0,896	85	0,011	0,193	0,093
26	0,683	0,870	0,887	86	0,011	0,192	0,091
27	0,654	0,855	0,878	87	0,011	0,192	0,089
28	0,623	0,838	0,868	88	0,011	0,192	0,087
29	0,592	0,820	0,859	89	0,011	0,192	0,086
30	0,560	0,801	0,846	90	0,010	0,192	0,084
31	0,528	0,780	0,839	91		0,192	0,082

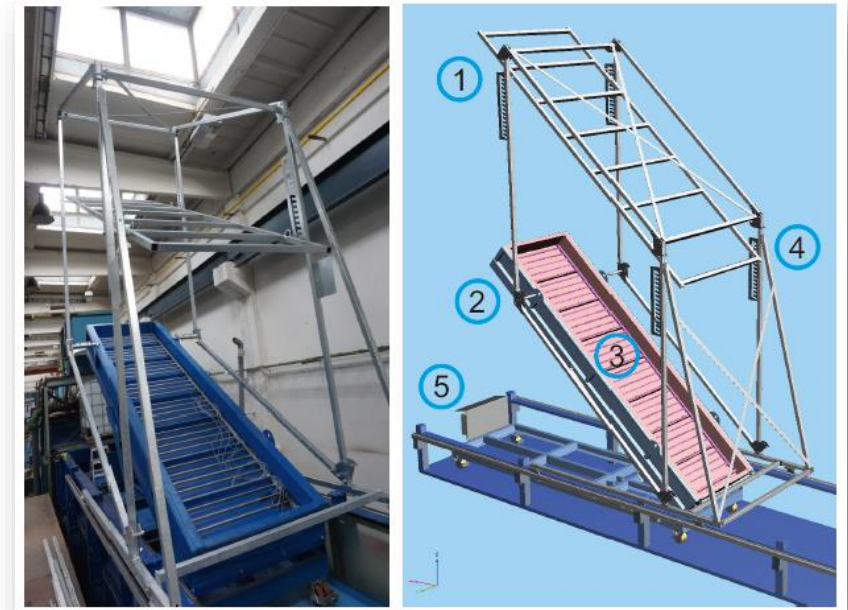
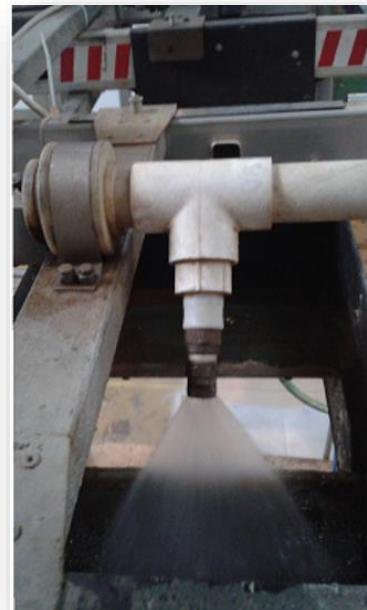


Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

PARAMETRY

- Rozměr – zadešťovaná plocha 1 x 4 m, trysky až 2,6 m nad terénem
- Sklon 0-35°
- Intenzita deště 20 – 160 mm.hod⁻¹
- Zajímavosti
 - 2 systémy trysek (pulzní, kypný)
 - Možnost ohřívat/chladit půdu (-15 - +40 °C)

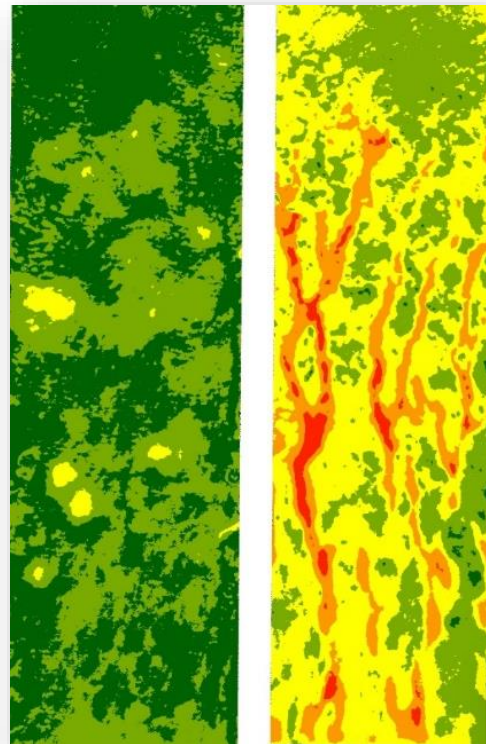


- 1 – rám konstrukce
 - 2 – hydraulický systém pro nastavení sklonu vzorku
 - 3 – kontejner s půdním vzorkem
 - 4 – výškově nastavitelný rám s tryskami
 - 5 – řídicí jednotka
- Kontrola a řízení čerpání vody a tlaku
Otvírání/zavírání trysek
Chlazení/ohřev vzorku
Datalogger

Dešťové simulátory

Polní dešťový simulátor

SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ RÝHOVÉ EROZE



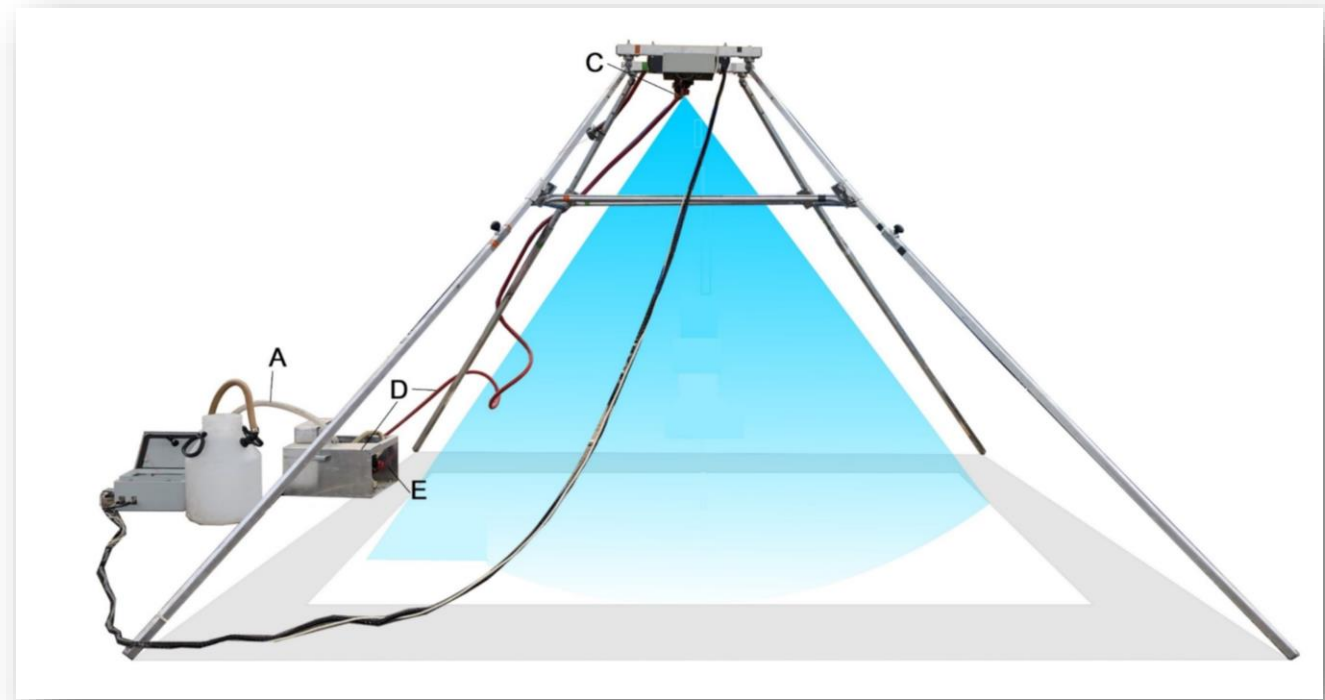
Ochrana pomocí
geotextilie

Dešťové simulátory

Malý mobilní dešťový simulátor

PARAMETRY

- Experimentální plocha 1x1 m (až 2x2 m)
- Intenzita deště 20 – 80 mm.hod⁻¹
- Zajímavosti
 - Proměnná srážka v čase
 - Nyní obdoba pro velký DS k určování c faktoru



Dešťové simulátory

Malý mobilní dešťový simulátor - využití



Dešťové simulátory

Malý mobilní dešťový simulátor - využití



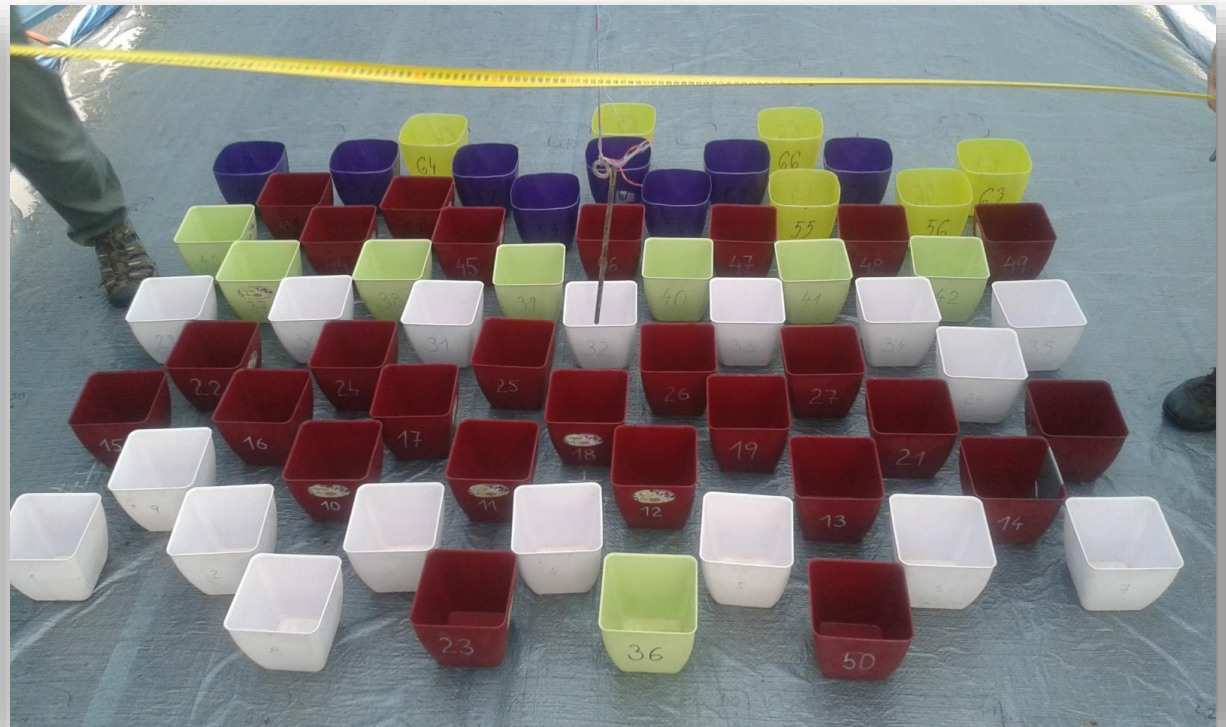
Dešťové simulátory

Prostorová distribuce srážky

Christiansen uniformity index

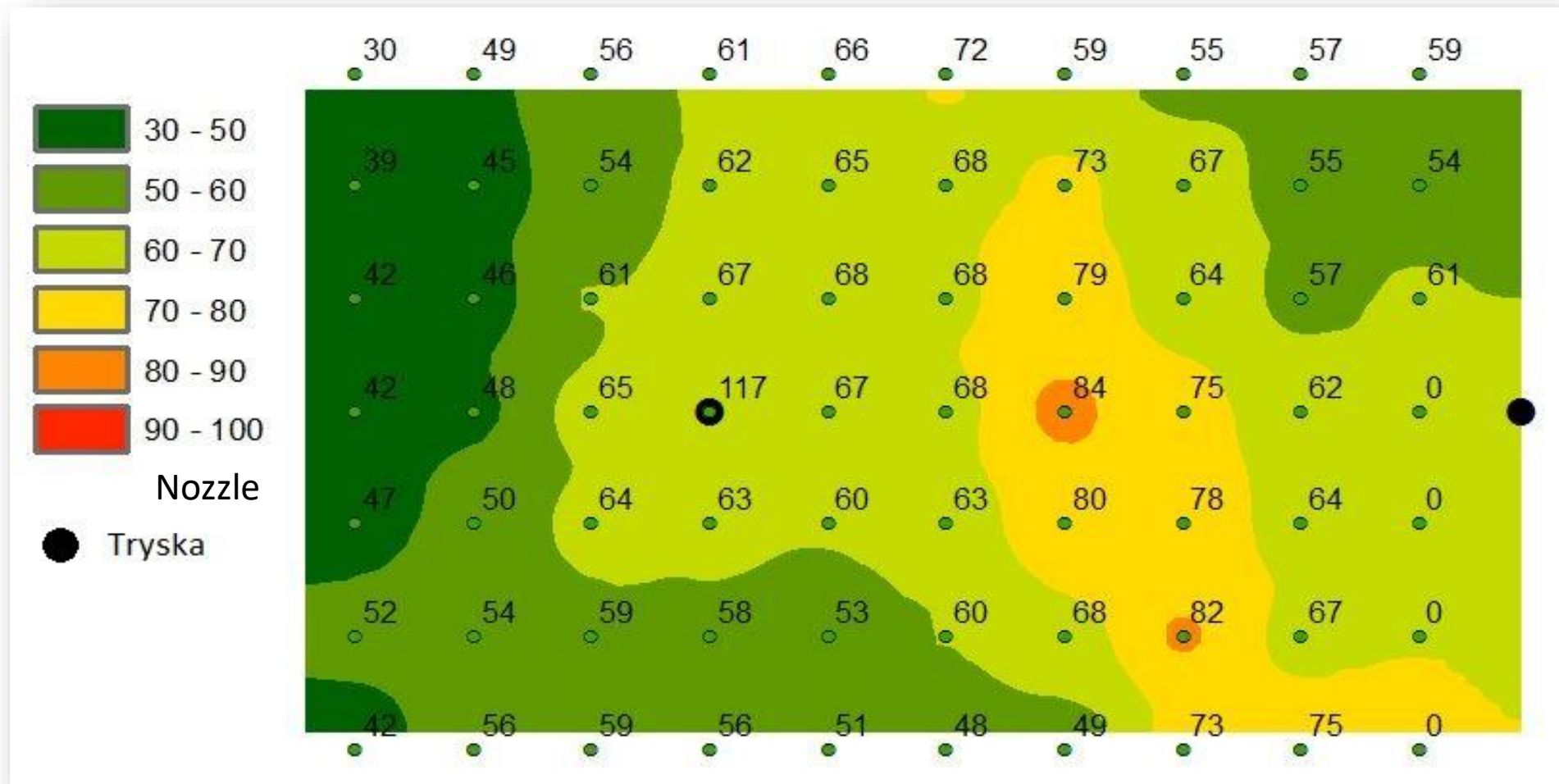
Měl by být vyšší než 80%, zejména pro malé DS

$$CU = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - \bar{X}|}{N \cdot \bar{X}} \right] \cdot 100$$



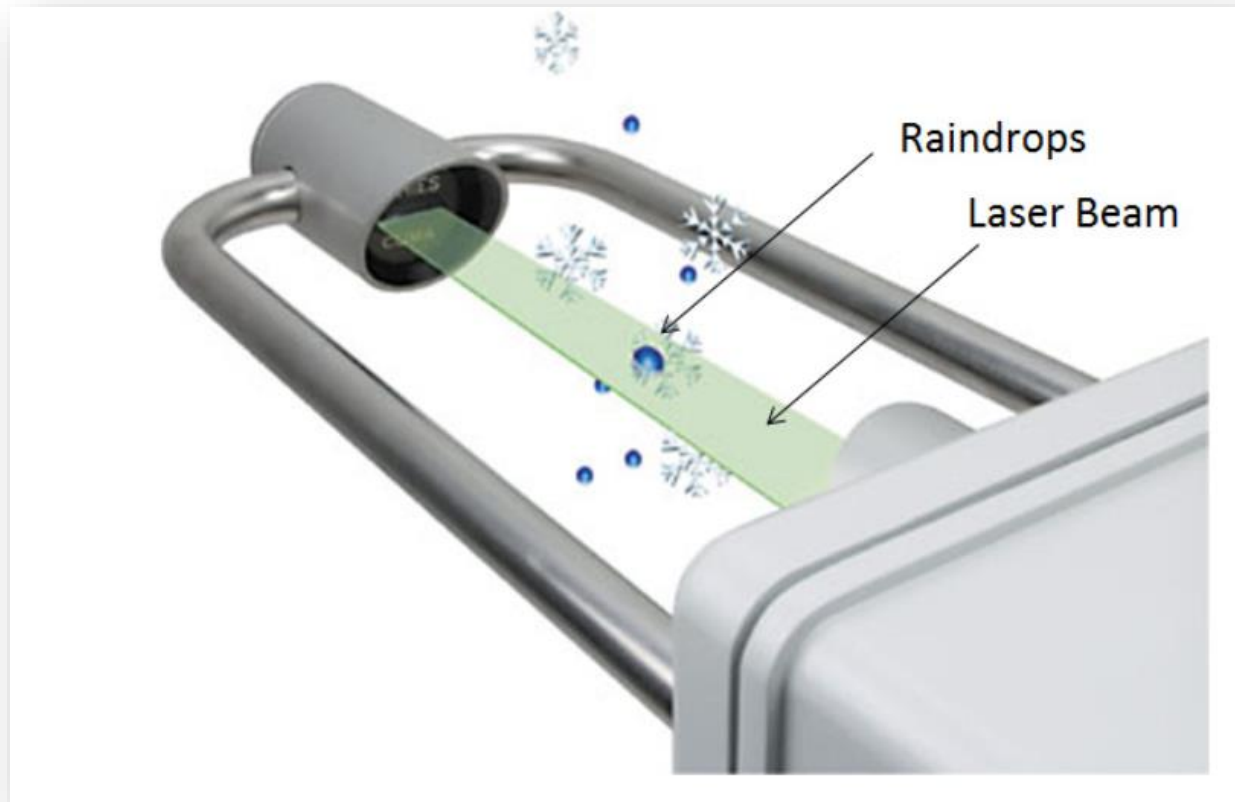
Dešťové simulátory

Prostorová distribuce srážky



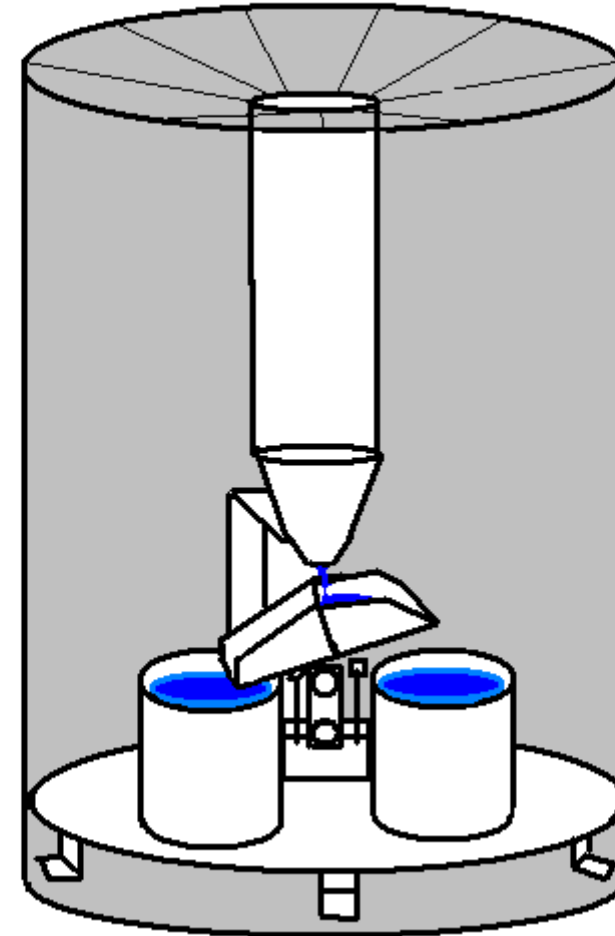
Dešťové simulátory

Měření kinetické energie



Clima, T. Laser Precipitation Monitor Instruction for Use: 5.4110.X0.X00; Software Version 1.04; Adolf Thies GmbH & Co. KG: Göttingen, Germany, 2007.

The tipping bucket rain gauge measures rainfall electronically using a bucket with known volume and counting the number of times it fills.

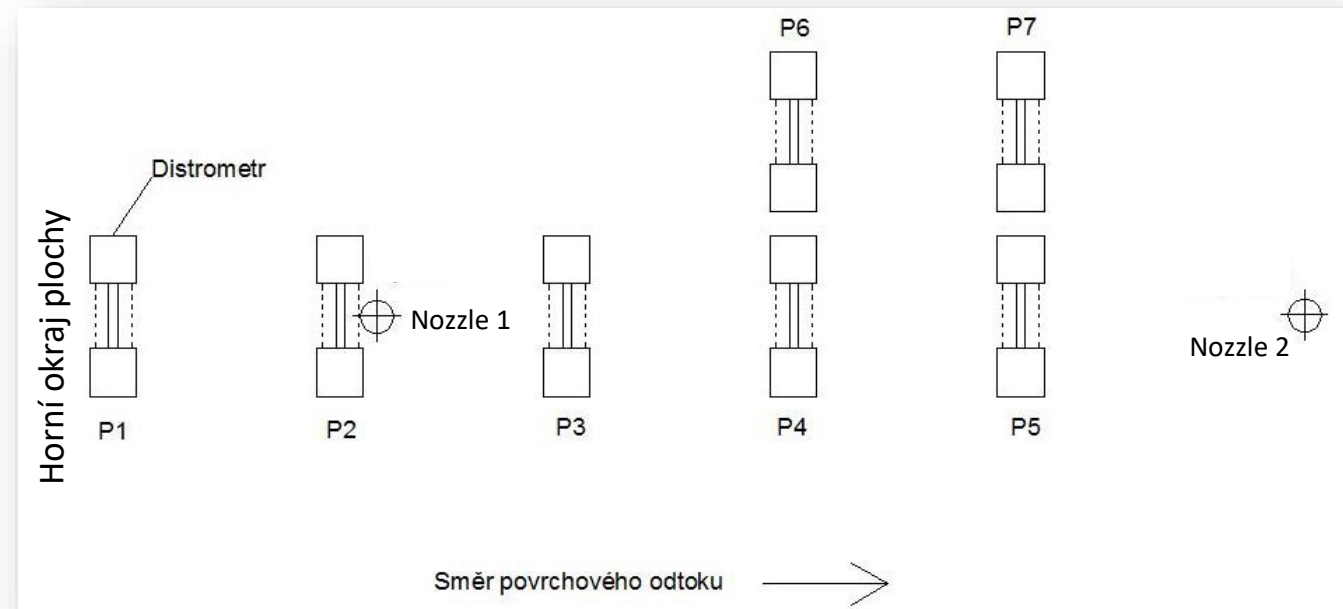


<https://vortex.plymouth.edu/dept/tutorials/precip/precip3a.html>

Dešťové simulátory

Měření kinetické energie

Pozice	Ekin	Ekin	Int	N
	J/m-2/mm	J/m-2/h	mm/h	počet
1	10,84 +- 5.85	499,6 +- 269,6	46,1 +- 7,8	1432 +- 164
2	17.92 +- 13.50	1046.5 +- 788.3	58.4 +- 13.5	1500 +- 206
3	5.24 +- 2.63	191.5 +- 96.2	36.6 +- 4.9	815 +- 170
4	4.85 +- 1.83	217.1 +- 81.7	44.7 +- 4.7	1258 +- 101
5	7.75 +- 3.83	594.4 +- 293.6	76.7 +- 7.9	1258 +- 150
6	5.91 +- 2.21	283.0 +- 105.7	47.9 +- 6.8	876 +- 174
7	5.46 +- 3.20	200.5 +- 117.4	36.7 +- 5.8	435 +- 72



Dešťové simulátory

Měření kinetické energie

From amount of drops and it's diameter and velocity the KE is calculated



Dešťové simulátory

Simulátory ve světě



<https://www.bosai.go.jp/e/facilities/rainfall.html>

<https://www.worldwildlife.org/magazine/issues/spring-2017/articles/a-rainfall-simulator-helps-us-understand-grasslands>

Dešťové simulátory

Simulátory ve světě



Northwest A&F University, Yangling, China





Děkujeme za pozornost

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství