

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239

KGE/SRGV2

Hydrometrie a měření srážek – přehled metod



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Hydrometrie a měření srážek

- Fyzikální a hydrochemické parametry
- Měření vodních stavů
- Měření průtoků
- Ledové jevy
- Měření srážek – srážkoměry, disdrometry, radarová detekce
- Monitoring podzemních vod



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Nástroje a měřiče: funkce, přesnost, použití v terénu



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Multiparametrická sonda HACH sensION 156

Sondy:

- konduktivita (salinita, TDL)
- pH
- rozpuštěný kyslík

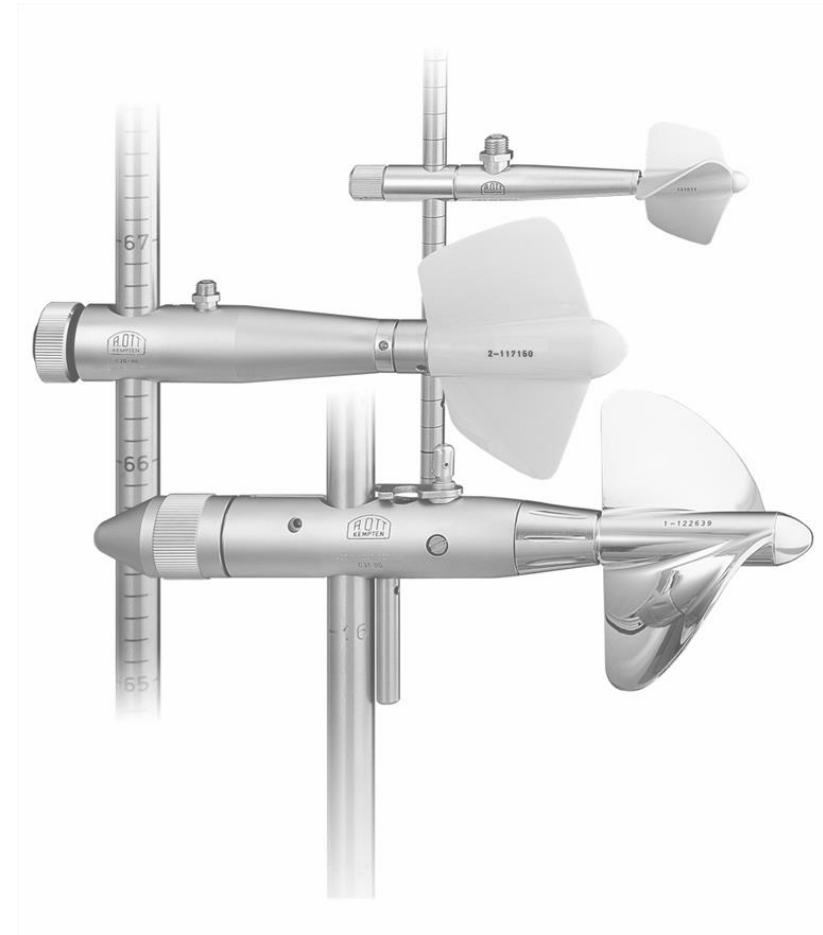


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Zdroj: labstuff.eu

Flow/Velocity: Current Meter



Velocity

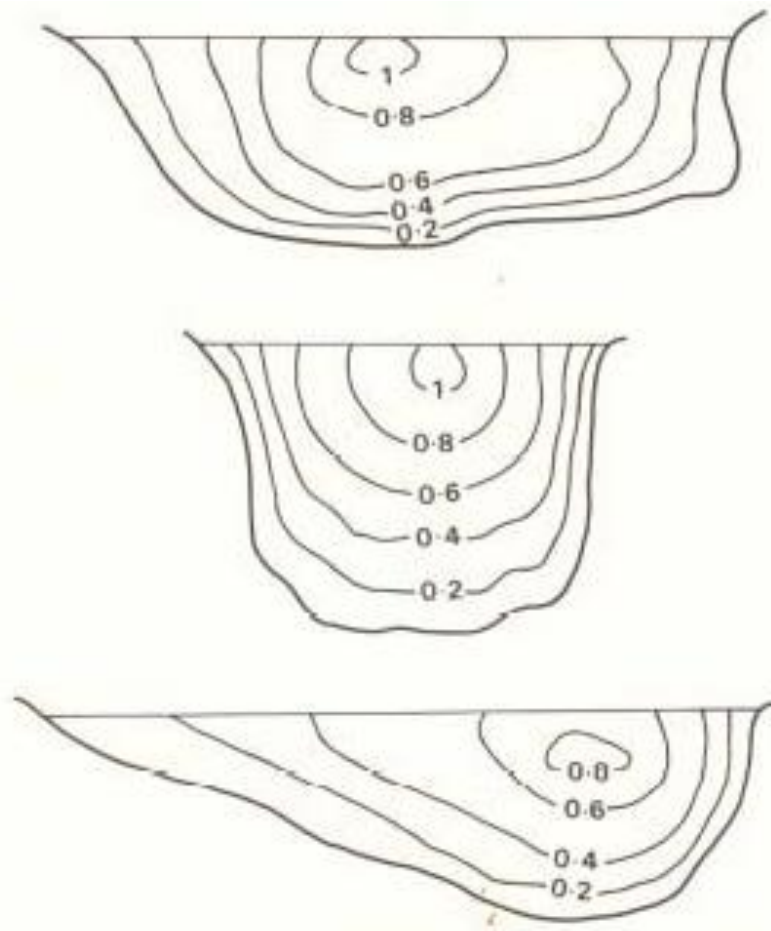


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Měření průtoku

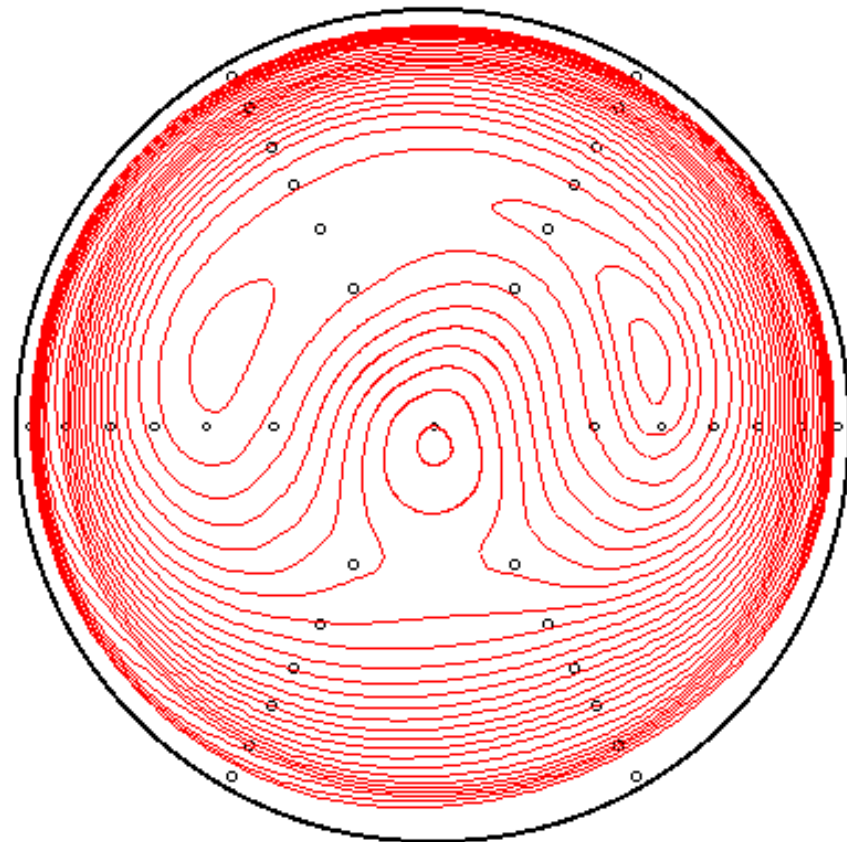
$$Q (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) = F (\text{m}^2) \cdot v (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$



Isovels in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$



Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

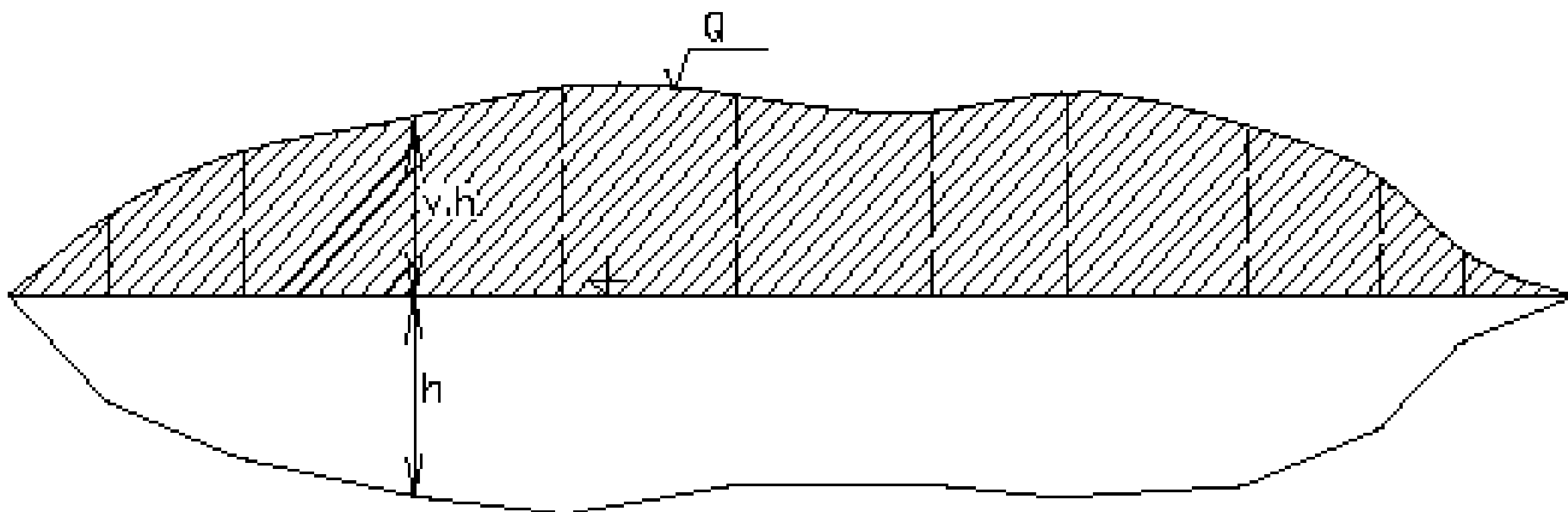


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Délka a hloubky v profilu
Bodové rychlosti

Měření průtoku hydrometrickou vrtulí

$$Q \text{ (m}^3\text{.s}^{-1}\text{)} = F \text{ (m}^2\text{)} \cdot V \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$$



Princip Harlacherovy metody

Dotup měření a výpočty...

pred

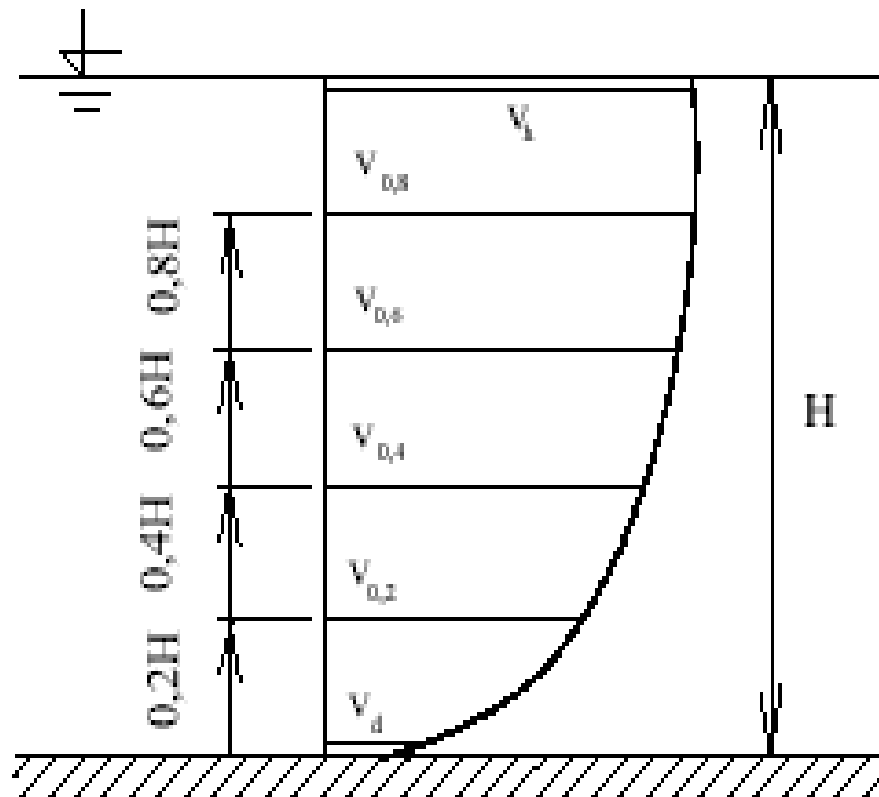
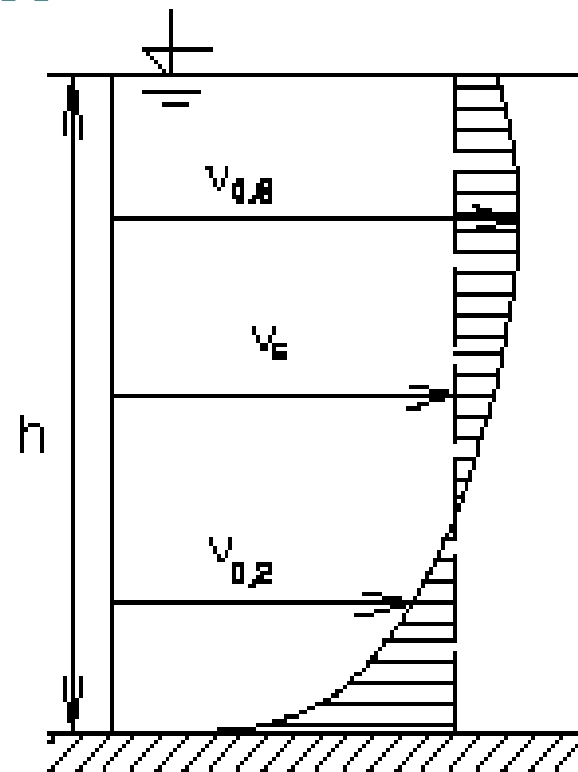


Schéma rozmístění měrných bodů

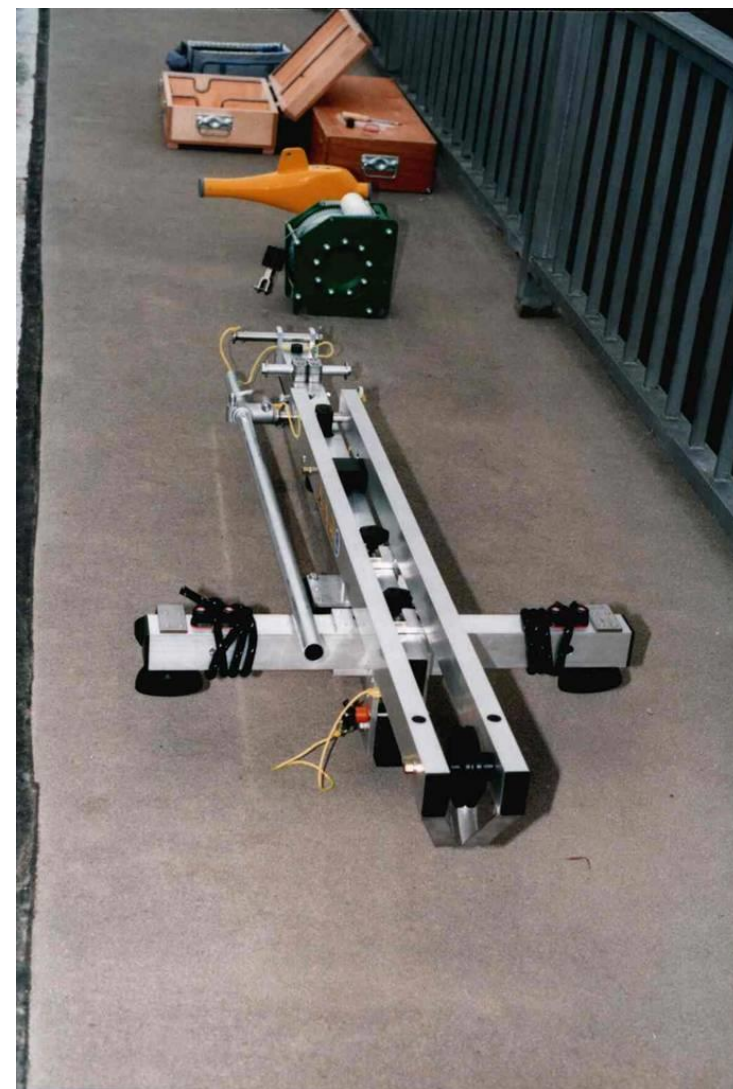


Určení střední svislicové rychlosti



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

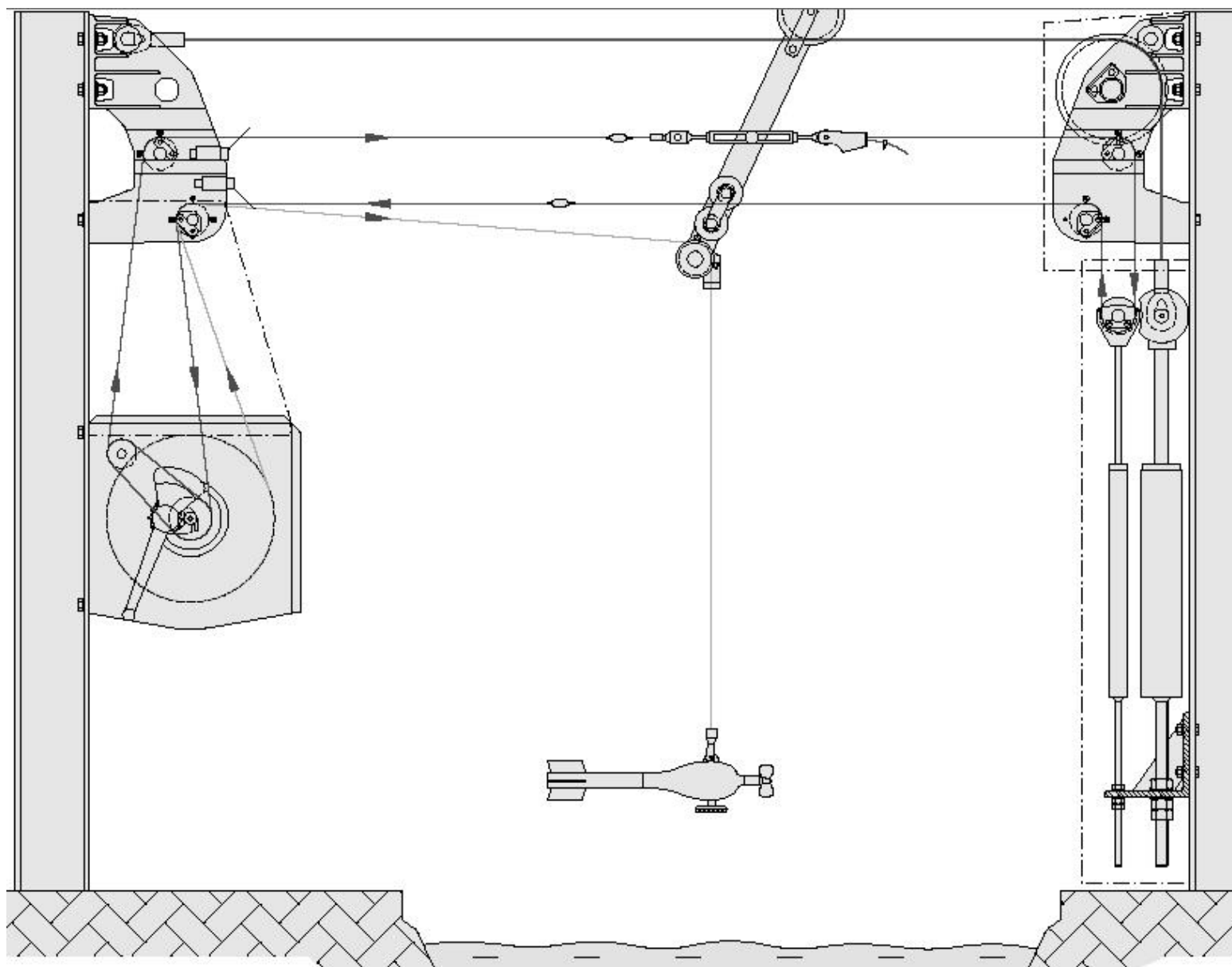
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

IVT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Cable-way Installation



Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

IVT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Další metody měření

Měrná nádoba
Měrný přeliv

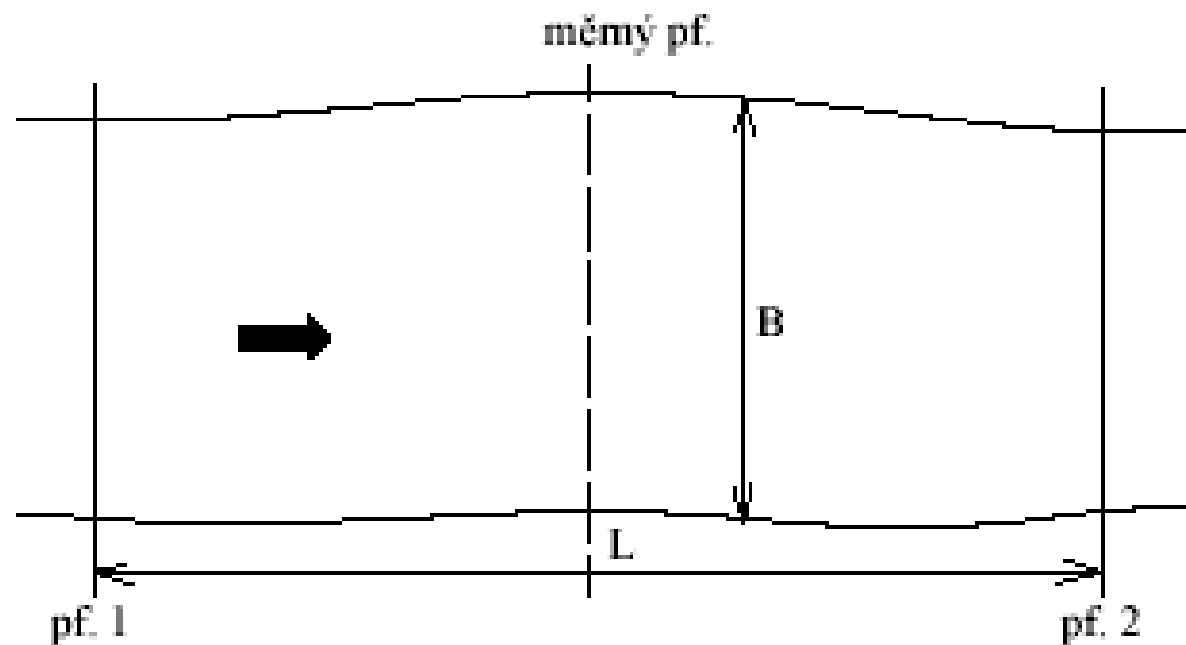


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Další metody měření

Měření plovákem



Měrný úsek



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Další metody měření

Směšovací metoda: $Q_1 \cdot c_1 = (Q_1 + Q_2) \cdot c_2$

Hydrotechnický výpočet: $v = c \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{I}$, $R = F/O$



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

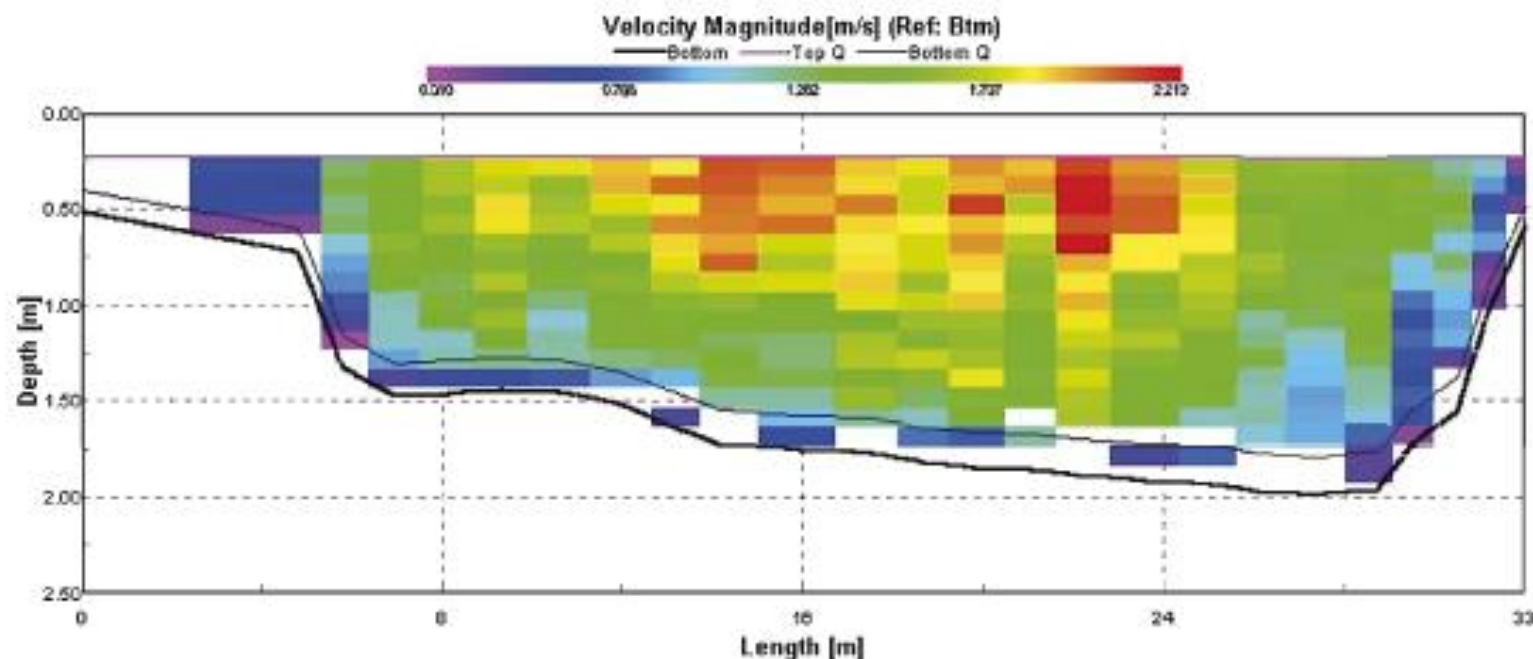
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Další metody měření

System ADCP (ADCP =Acoustics Doppler Current Profiler)

Princip měření je založen na Dopplerově jevu a slouží k měření rychlostí proudění a průtočné plochy a tím ke stanovení průtoku v měřeném profilu.





Výhody systému ADCP

- měření povodňových průtoků za situací, při kterých nelze využít standardní hydrometrickou metodu
- výrazné zkrácení času měření
- pro konečný výsledek je možné měření podle potřeby opakovat
- detailní zastižení změn průtočného profilu a rychlostí vody (v libovolném bodě profilu lze určit rychlost proudění vody)
- okamžitá znalost aktuálního průtoku, oproti metodě rychlostního pole odpadá následné zpracování dat
- minimální nároky na výběr měřného bodu, měření i mimo standardně využívané měřné profily



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Další metody měření

Příčná sonografie

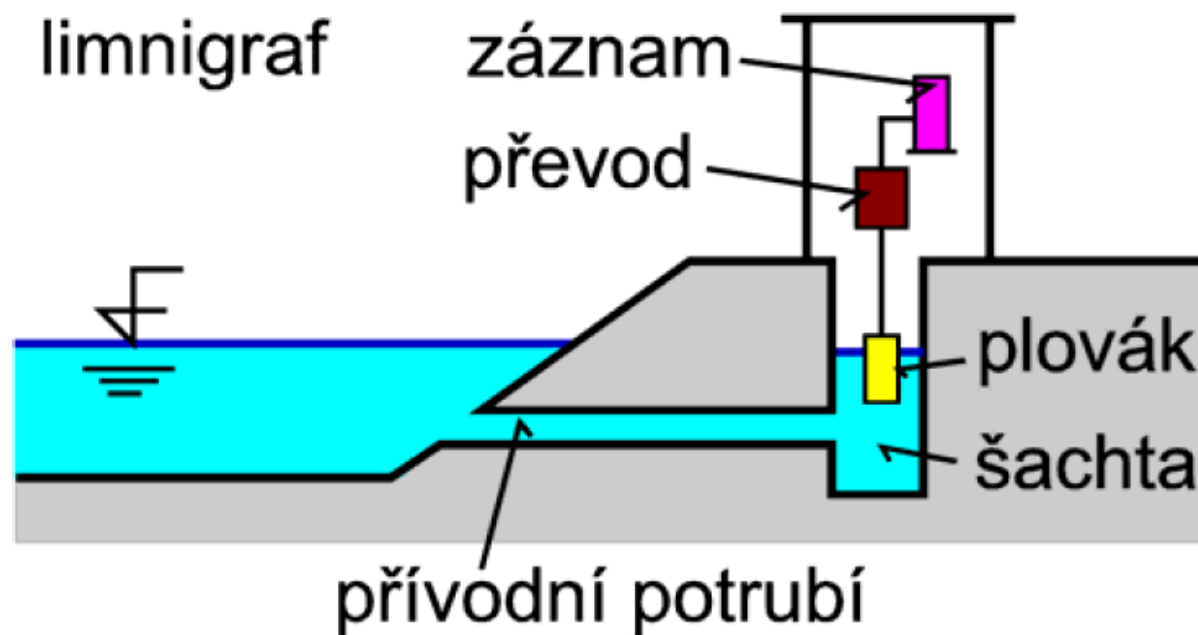
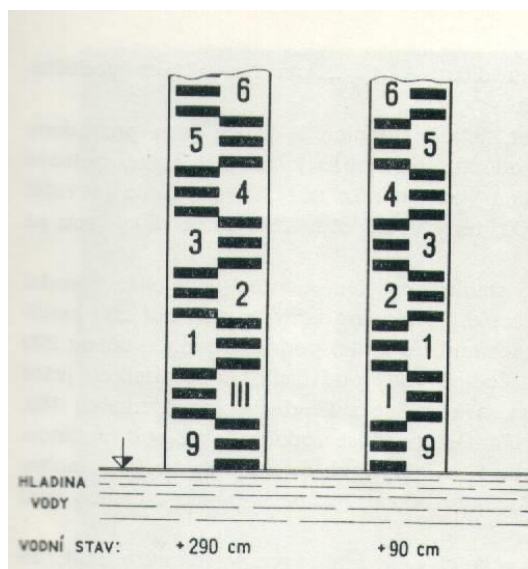
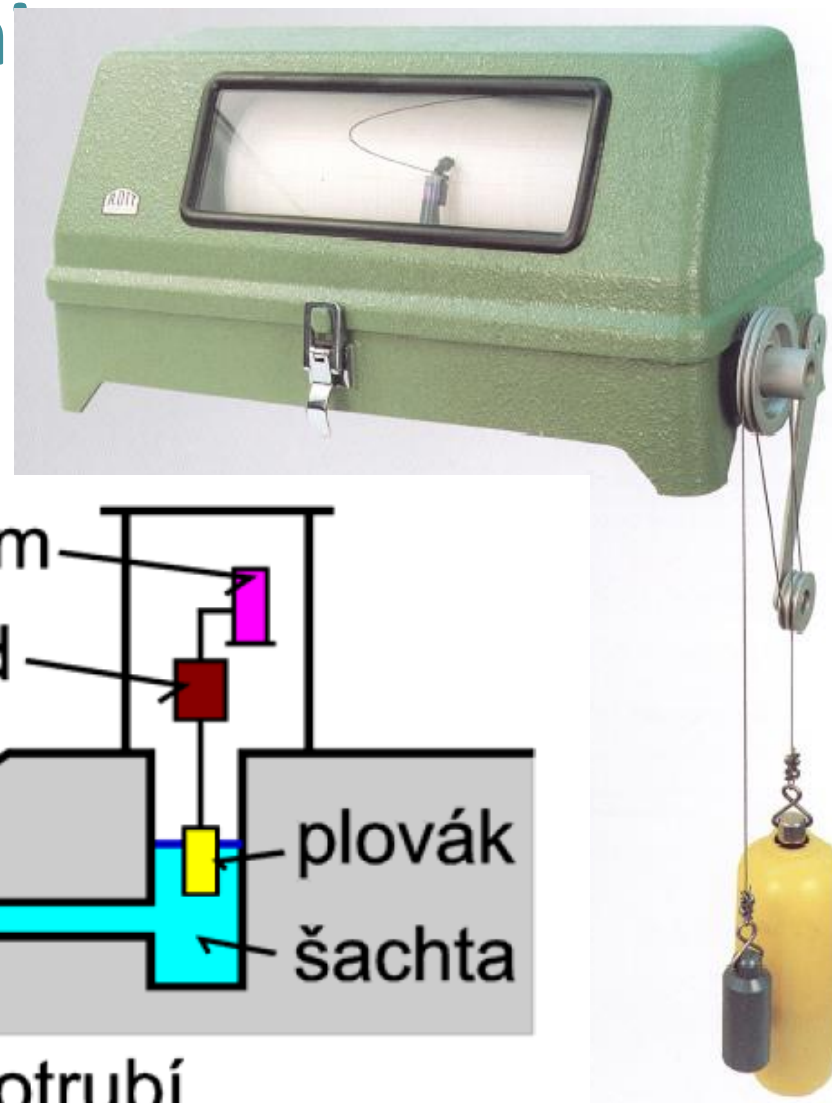


Jak funguje hydrologická stanice

Měření vodních stavů

Srovnávací měření průtoků

Odvozování průtoků



Example 1: Kalesto with Hydrosens-Midi Data logger



EVROPSKÉ FONDY
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

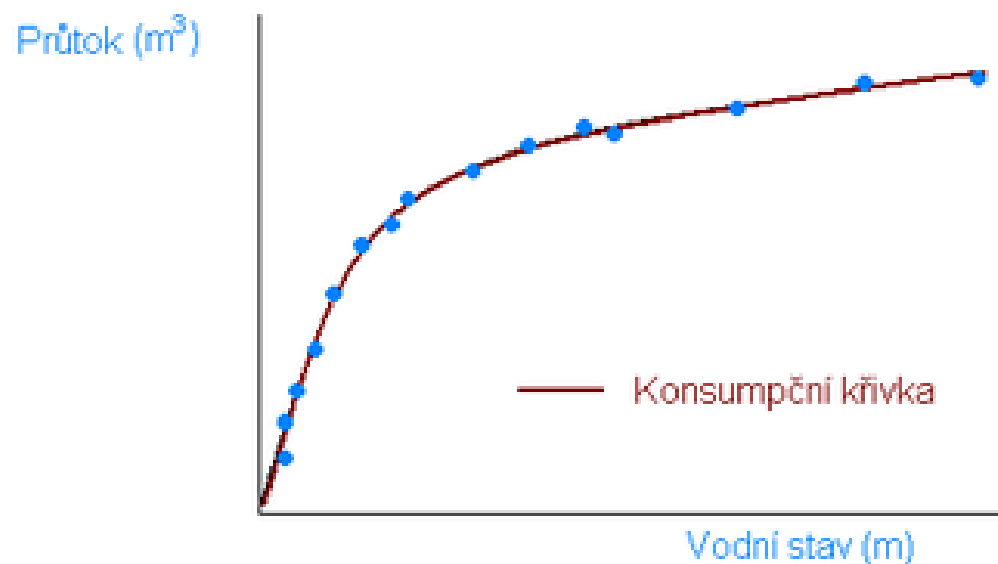
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Konsumční křivka

Vztah mezi vodním stavem a průtokem

Empiricky odvozený vztah

Nejedná se o funkci, vztah je proměnlivý



- Měřené průtoky při daném vodním stavu



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Range:
250mm

up to 1500mm

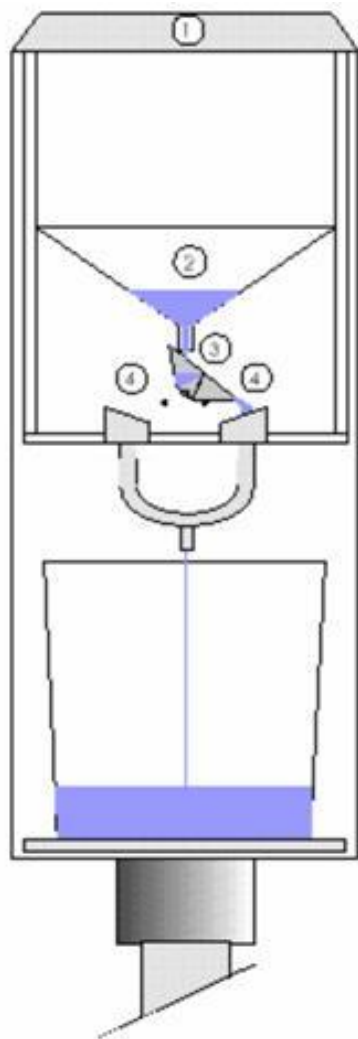


Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

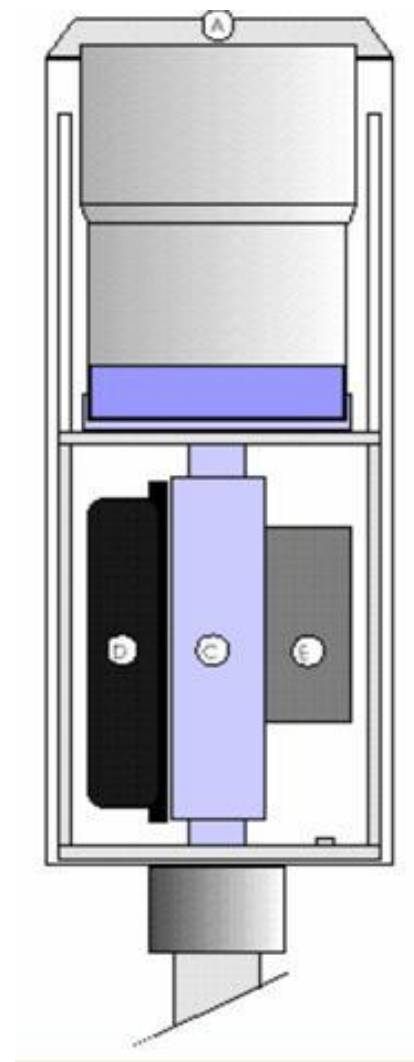


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Standard tipping bucket



PLUVIO weighing principle



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Meteostanice ZČU měření srážek



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

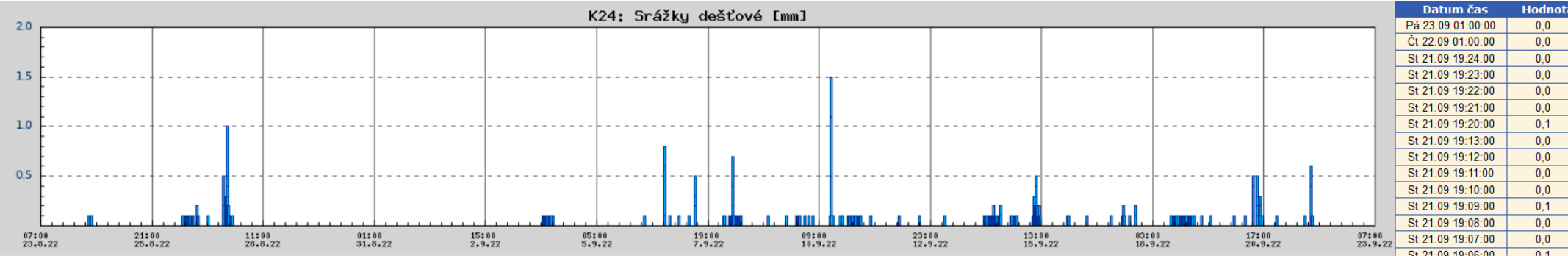
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

K24: Srážky dešťové:

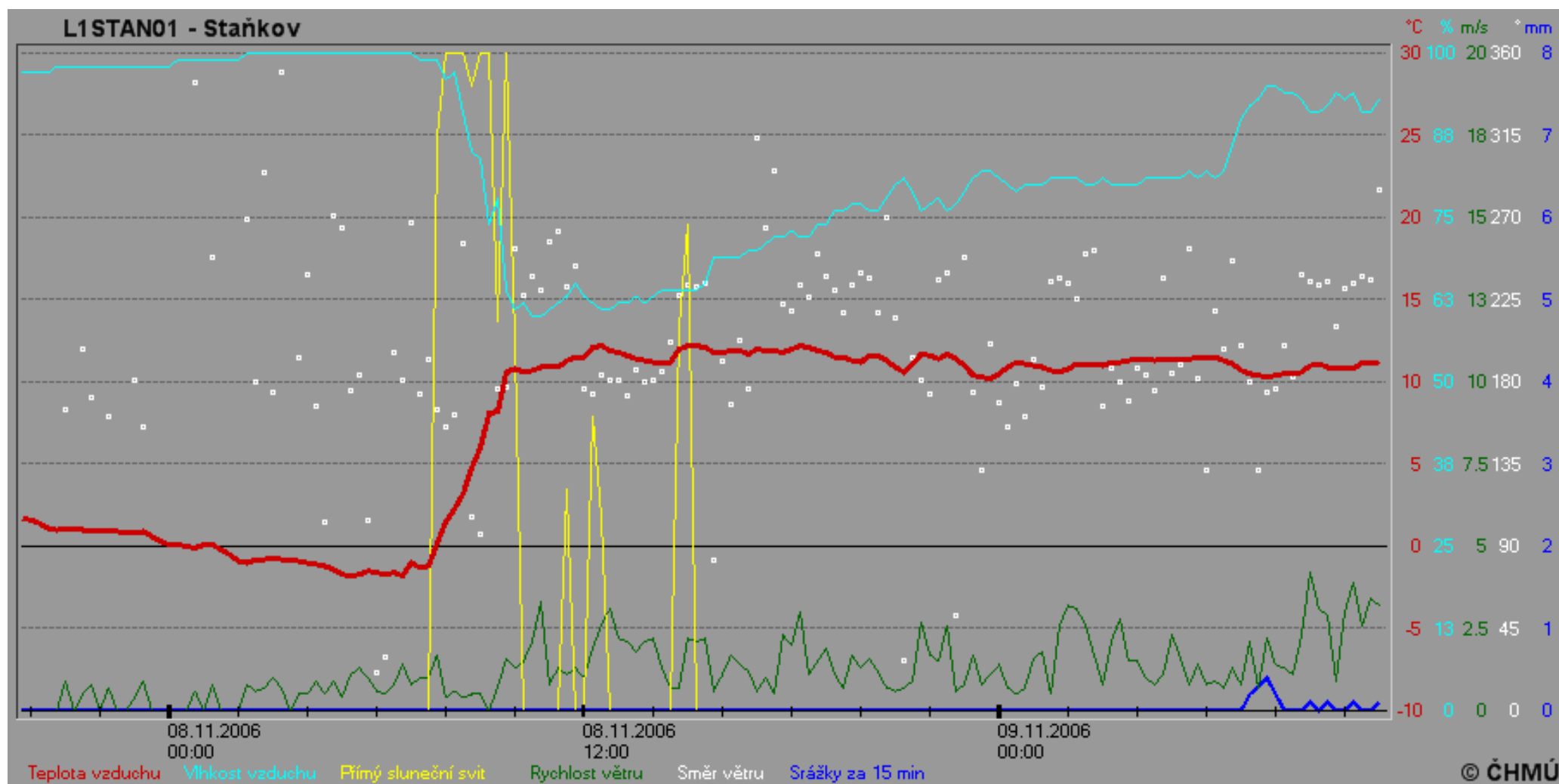


Datum	Minima [mm]	0 mm	2 mm	Maxima [mm]	0 mm	2 mm	Průměr [mm]	0 mm	2 mm	Suma [mm]	0 mm	20 mm
Út 23.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
St 24.08.22	01:00 0,0			09:01 0,1			0,0			0,7		
Čt 25.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Pá 26.08.22	01:00 0,0			21:37 0,2			0,0			3,2		
So 27.08.22	01:00 0,0			14:21 1,0			0,1			9,3		
Ne 28.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Po 29.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Út 30.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
St 31.08.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Čt 01.09.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Pá 02.09.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
So 03.09.22	01:00 0,0			22:17 0,1			0,0			2,4		
Ne 04.09.22	00:01 0,0			00:07 0,1			0,0			1,8		
Po 05.09.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Út 06.09.22	01:00 0,0			18:33 0,8			0,2			4,8		
St 07.09.22	01:00 0,0			11:16 0,5			0,1			2,0		
Čt 08.09.22	01:00 0,0			08:12 0,7			0,0			9,2		
Pá 09.09.22	01:00 0,0			03:58 0,1			0,0			3,0		
So 10.09.22	00:24 0,0			15:00 1,5			0,1			9,0		
Ne 11.09.22	00:46 0,0			00:45 0,1			0,0			3,2		
Po 12.09.22	01:00 0,0			05:18 0,1			0,0			0,2		
Út 13.09.22	01:00 0,0			06:35 0,1			0,0			0,1		
St 14.09.22	01:00 0,0			09:26 0,2			0,0			16,0		
Čt 15.09.22	01:00 0,0			09:34 0,5			0,1			19,4		
Pá 16.09.22	01:00 0,0			03:09 0,1			0,0			0,4		
So 17.09.22	01:00 0,0			10:14 0,2			0,1			3,7		
Ne 18.09.22	01:00 0,0			12:26 0,1			0,0			3,8		
Po 19.09.22	00:06 0,0			00:05 0,1			0,0			0,9		
Út 20.09.22	01:00 0,0			10:38 0,5			0,1			4,5		
St 21.09.22	01:00 0,0			18:57 0,6			0,1			3,6		
Čt 22.09.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
Pá 23.09.22	01:00 0,0			01:00 0,0			0,0			0,0		
23.09.	0,0			10.09.	1,5		0,0			101,2		

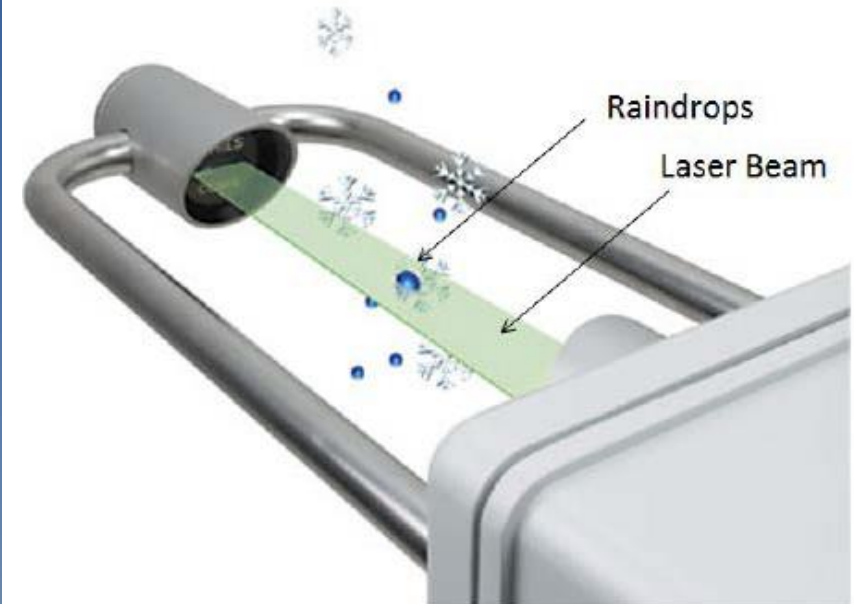
Export do CSV souboru Tisk bilanční tabulky



Denní chod meteorologických prvků



Laserový monitoring srážek (disdrometr)



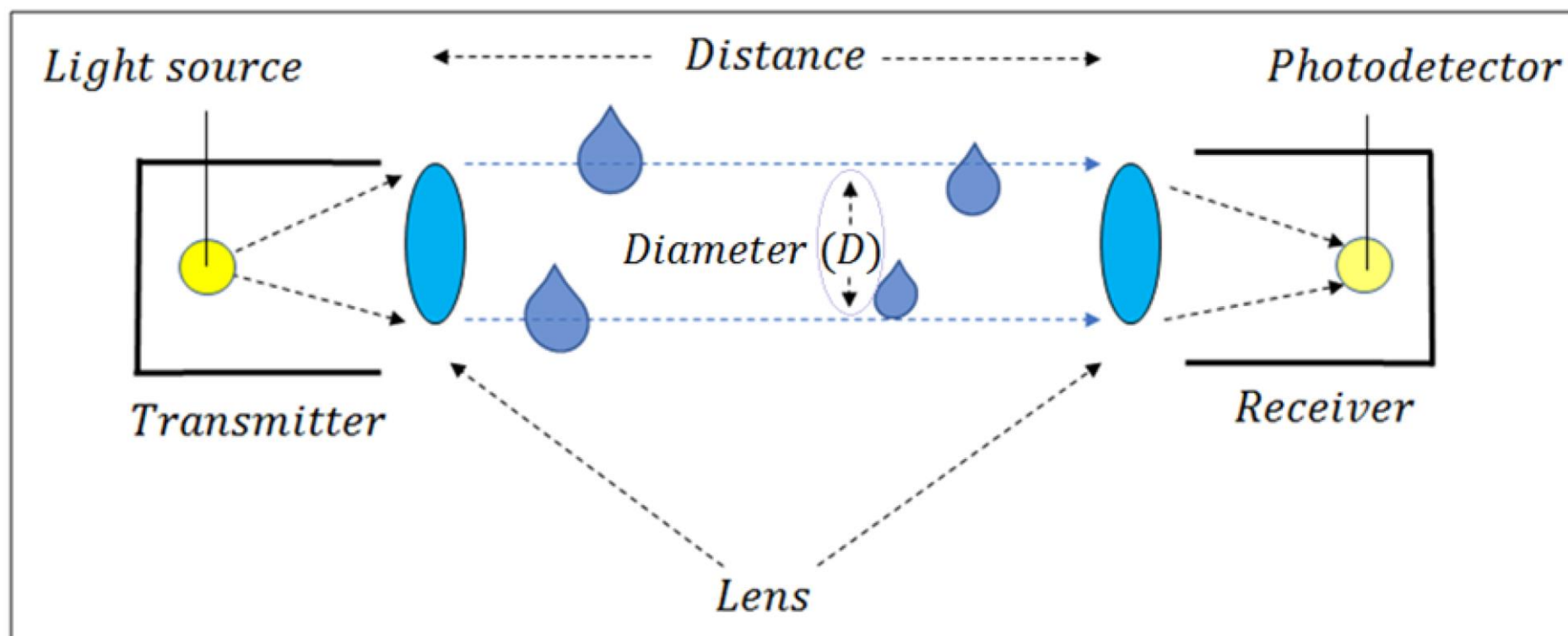
Zdroj:
sci.ncas.ac.uk/diven



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Princip měření srážek disdrometrem

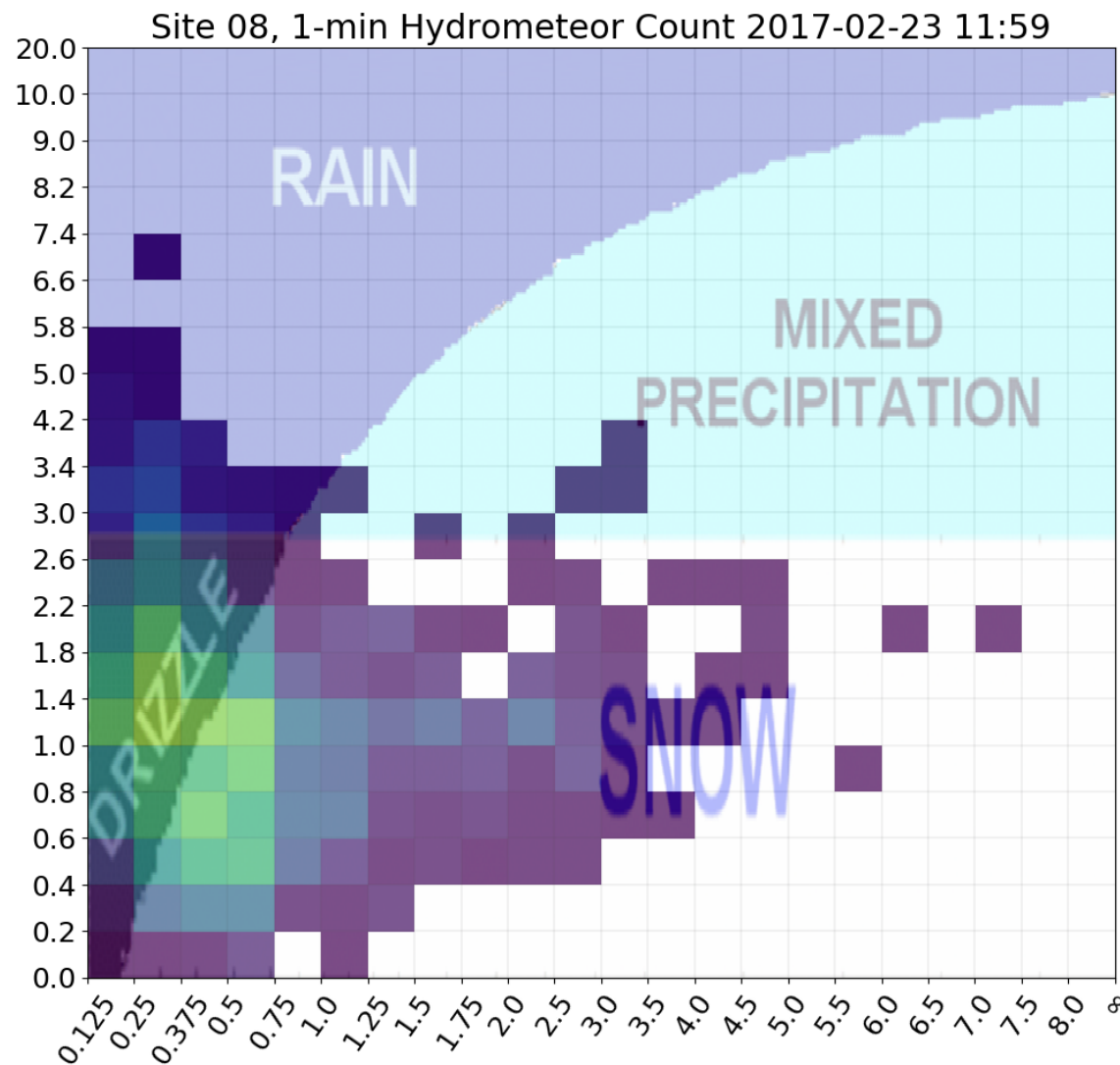
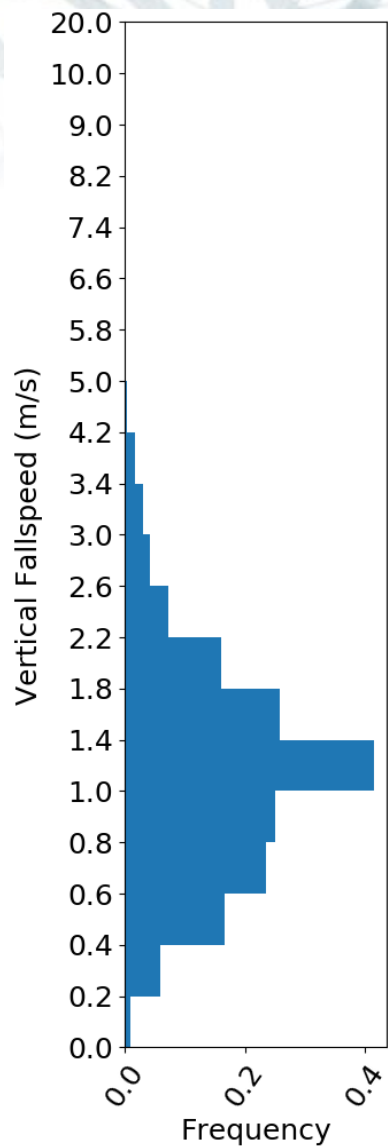


Mocholí Belenguer, F.; Martínez-Millana, A.; Mocholí Salcedo, A.; Milián Sánchez, V.; Josefa Palomo Anaya, M. Disdrometer Performance Optimization for Use in Urban Settings Based on the Parameters that Affect the Measurements. *Symmetry* **2020**, *12*, 303.
<https://doi.org/10.3390/sym12020303>

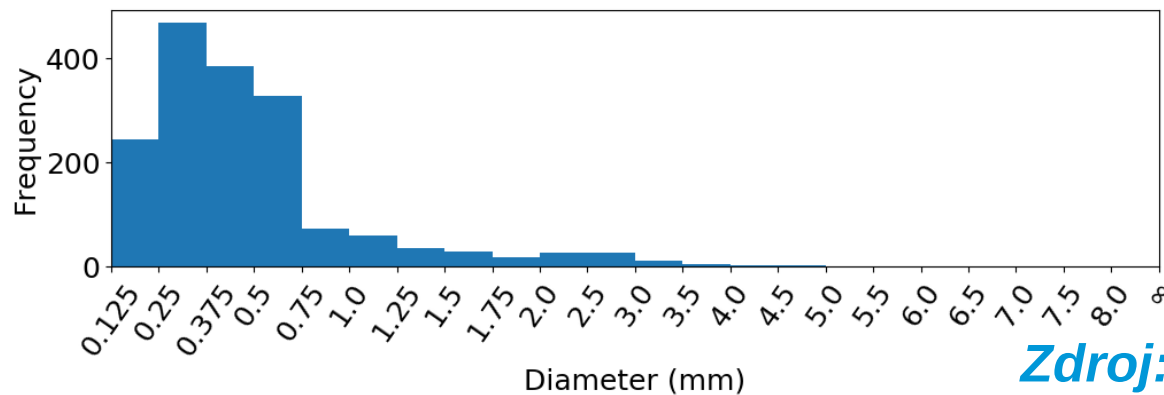


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

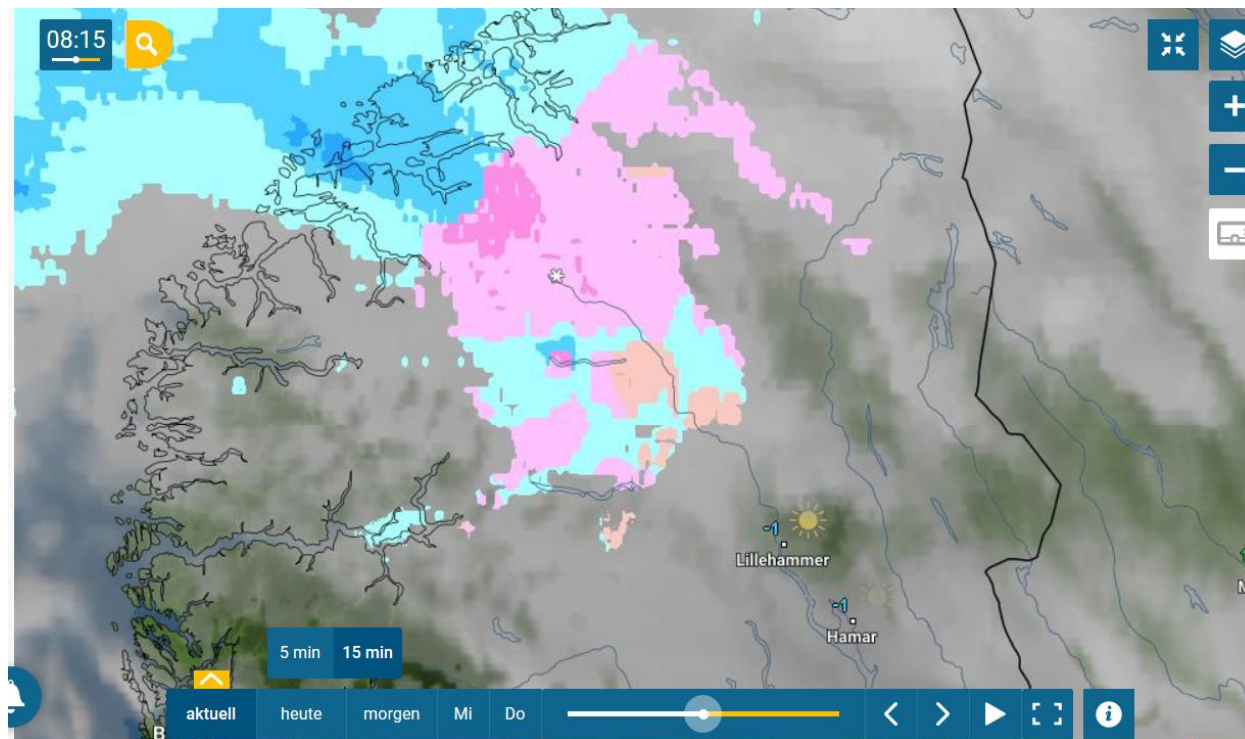


Total Particles: 01738
Non-Hydrometeor: 00133
Rate: 002.093 mm/hr
Reflectivity: 52.1 dbZ
Visibility: 00430 m



Present Weather
72: Moderate snow fall
Accuracy: 100%

Radarový monitoring srážek



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Radiolokační odhady srážek

Měřená radiolokační odrazivost **Z** má přímý vztah k okamžité intenzitě srážek v daném místě, což otevírá široké použití radaru v operativní hydrologii. Pro určování intenzity srážek **I** v závislosti na odrazivosti **Z** se obvykle používá Marshall - Palmerův vzorec tvaru

$$Z = a \cdot I^b$$

Z [dBZ]	7	23	39	55
I [mm/h]	0.1	1	10	100

s experimentálně zjištěnými konstantami (např. **a**=200, **b**=1.6). Pro spolehlivější výpočet intenzity srážek je třeba měřit odrazivost co nejbližše zemskému povrchu (avšak bez vlivu pozemních odrazů) - obvykle se používají data z hladiny 1 až 1.5 km nad zemí, případně maxima odrazivosti ve vertikálním sloupci.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY