



## **Středoškolská technika 2011**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **SRÁŽKOMĚR ERGS 2500**

**Jan Krejčí**

Gymnázium Havlíčkův Brod  
Štáflova 2063, Havlíčkův Brod

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval(a) samostatně, použil(a) jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V ..... dne .....podpis:

## Poděkování:

Při této práci mi pomáhalo spoustu odborníků i běžných lidí. Uvedu zde jen pár lidí, kteří mi opravdu pomohli:

### **Ing. Štěpán Hrnčíř**

Bohuslav Starý

Jan Krejčí st.

Ing. Petr Kudera

Ing. Michal Hrouda

David Tonar

Josef Charvát

Vojtěch Mergl

Martina Čápková

Milan Týma

Mgr. Václav Vydlák

Mgr. Vladimír Lank

Jiří Halák

Ing. Aleš Sirůček

Vojtěch Suchý

Vojtěch Kletečka

Marek Benc

## **Anotace:**

Tato práce pojednává o problematice měření srážek, a výrobě mého vlastního prototypu srážkoměrného přístroje ERGS 2500.

## **Klíčová slova:**

Srážky, srážkoměr, tenzometr, počasí.

## **Annotation:**

This piece of work deals with precipitation measurement and creating of my own prototype of the rain gauge device ERGS 2500.

## **Key words:**

Precipitation, rain gauge, strain gauge, weather.

## **Obsah:**

1. Úvod	6
2. Srážky	6
3. Měření srážek	8
4. Typy srážkoměrů	9
4.1. Odměrný válec	9
4.2. Člunkový srážkoměr	9
4.2.1. Princip člunkového srážkoměru	10
4.3. Ombograf	11
4.4. Optický srážkoměr	12
4.5. Váhový srážkoměr	13
5. Výhrady k současným srážkoměrům	14
5.1. Meteoservis - MRW500	14
5.2. Výhrady k ostatním váhovým srážkoměrům	17
6. Tenzometr	17
6.1. Tenzometr	17
6.2. Princip měření	17
6.3. Užití kovových tenzometrů	18
6.4. Užití polovodičových tenzometrů	18
7. Předpověď	21
7.1. Jak předpovídat srážky?	21
7.2. Proč předpovídat počasí?	24
8. Výroba ERGS 2500	25
8.1. Idea	25
8.2. Výroba	26
8.3. SHARK	31
9. Sestrojení přístroje	31
9.1. Stručný popis funkčnosti přístroje	31
10. Technické řešení komunikace srážkoměru	33
11. Rozpočet ERGS 2500	35
12. Fotky přístroje ERGS 2500	36
13. Závěr	39
14. Zdroje	40

## 1. ÚVOD

Pro napsání této práce jsem se rozhodl na začátku minulého roku. Věděl jsem, že ji chci tematizovat směrem k fyzice a chtěl jsem dělat něco, co si pak budu moci vzít do ruky a ukázat. Nechtěl jsem mít jen spoustu stránek teoretických úvah a nic neříkajících grafů. Chtěl jsem dělat něco, co bude skutečně fungovat, a co může být prospěšné společnosti.

Tyto moje myšlenky a hlavně dva lidé mě přivedli k finálnímu nápadu. Prvním člověkem je můj děda, pan Jan Němec, který měl moc rád přírodu a zajímala ho meteorologie. Pamatuji si, jak si dědeček kreslil na kostičkovaný papír různé značky a křivky. Později jsem pochopil, že pozoruje počasí. Zapisoval si teplotu, oblačnost, srážky a vítr. Velice mě tato činnost zaujala. Druhou osobou je můj známý, Ing. Aleš Sirůček, který je vedoucí čističky odpadních vod v Rokytnici nad Jizerou a velký nadšenec všeho, co má něco společného s vědou. Jednou mi vyprávěl, jak v práci musejí zaznamenávat stavy srážek jednoduchým odměrným válcem na měření srážek. Toto téma – možnost měření srážek a jejich vyhodnocování mě velice zaujalo, a chtěl jsem vyrobit vlastní přístroj na měření srážek. A o tomto problému je má práce.

## 2. SRÁŽKY



Srážky v meteorologii (také známé jako jeden z „hydrometeorů,, kde je atmosférickým jevem voda) je jakýkoli produkt kondenzace vodní páry v atmosféře. Mezi hlavní formy srážek patří déšť, sníh, déšť se sněhem, krupobití. Tyto jevy nastanou, když se místní část atmosféry nasytí vodní párou a voda kondenzuje. Dva procesy, jednající společně, mohou vést k tomu, že se ovzduší stává nasyceným: chlazením vzduchu nebo přidáním vodní páry do ovzduší. Srážky ve formě menších kapek splývají přes kolizi s jinými dešťovými kapkami nebo s ledovými krystalky v mraku.

Převažující vlhkost spojená s počasím ve frontách je celkově hlavním způsobem vzniku srážek. Pokud je v atmosféře dostatek vlhkosti, tak padají kapky z konvektivní oblačnosti a mohou se organizovat do úzkých útvarů. Kde jsou přítomny relativně teplé vodní útvary, například v důsledku odpařování vody z jezer. Větší dešťové kapky mohou mít tvar a velikost jako lívanec, ale mohou to být i malé kuličky.

Srážky jsou hlavní součástí koloběhu vody a nesou odpovědnost za uložení sladké vody na planetě. Každoročně spadne přibližně 505.000 kubických kilometrů vody, z toho 398.000 kubických kilometrů do oceánů. Vzhledem k zemskému povrchu to znamená, že průměrné roční srážky na celém světě jsou 990mm. Klasifikace klimatu pomocí systémů jako je Köppenova klasifikace podnebí, používá průměrné roční srážky na pomoc při rozlišování různých typů klimatu.

<b>intenzita</b>	<b>děšť (mm/h resp. kg/m<sup>2</sup>/h)</b>	<b>sněžení (cm/h)</b>
velmi slabá	neměřitelné množství	jednotlivé vločky, které nepokrývají celý exponovaný povrch bez ohledu na délku trvání jevu
slabá	0,1 – 2,5	<0,5 : neovlivňuje dohlednost
mírná	2,6 – 8	0,6 – 4 : dohlednost již mírně zhoršená
silná	8 – 40	>4 : dohlednost zhoršená již na 500m
velmi silná	>40	krátkodobé intenzivní sněhové přeháňky – dohlednost pod 500m

Tab. č.1: Rozdělení intenzit srážek

### 3. MĚŘENÍ SRÁŽEK



Obr. č.1: Meteorologická zahrádka Fichtelberg

Měření srážek má svá stanovená pravidla. Sice se v mnoha zemích liší, ale není to nic zásadního.

Množství srážek měříme v milimetrech. Je to výška, do které by na povrchu země sahaly spadlé (usazené) srážky v kapalném skupenství, nebo voda vzniklá z rozpuštěných tuhých srážek (sněhu, krup, aj., popřípadě z usazených srážek), kdyby se nevsákla do půdy, neodtekla ani se neodpařila. Výšce srážky 1mm pak odpovídá množství vody 1 litru na 1 m<sup>2</sup> vodorovné plochy (100 cm . 100 cm . 0,1 cm = 1000 cm<sup>3</sup> = 1 litr)

U standartního typu srážkoměrů užívaných Českým hydrometeorologickým ústavem se záchytnou plochou 500cm<sup>2</sup>, odpovídá srážce 1,0mm množství vody 50g. Výpočet si lehce ověříme: spadne-li na 1 m<sup>2</sup> (10 000 cm<sup>2</sup>) vodorovné záchytné plochy množství vody 1 litr (1000 cm<sup>3</sup>), je to srážka o výšce 1mm. Záchytná plocha srážkoměru je 500 cm<sup>2</sup>, čili 1/20m<sup>2</sup>, to znamená, že k zachycení srážky o výšce 1mm srážkoměrem postačí, aby spadla 1/20 litru vody, tj. asi 50 g (50 cm<sup>3</sup>).

**5 g vody = 5 cm<sup>3</sup> vody = srážka 0,1 mm**



## 4. TYPY SRÁŽKOMĚRŮ

### 4.1. ODMĚRNÝ VÁLEC

Spousta lidí má doma srážkoměr v podobě komolého rotačního kužele. Na stěně nádoby se nachází ryska, na které jsou naneseny hodnoty srážek v  $\text{m/m}^2$ . Otvor, do kterého srážky padají není samozřejmě  $1 \text{ m}^2$ , ale mnohem menší. Stupnice, ze které hodnoty čteme, je k tomu náležitě přizpůsobena.

Tento srážkoměr stojí okolo 100 Kč, což je určitě výhoda. Nevýhodami jsou malá přesnost a při každém měření musí někdo ke srážkoměru jít a hodnotu odečíst ze stupnice. To také přidává na nepřesnosti měření. Člověk nemůže chodit pravidelně ve stanovených intervalech a také určitě neodečte hodnotu ze srážkoměru pokaždé přesně.

Srážkoměr tohoto typu tedy není vhodný pro hydrometeorologické účely. Pro amatérské pozorování drobných srážek ovšem stačit může.



Obr. č.2: Odměrný Válec

### 4.2. ČLUNKOVÝ SRÁŽKOMĚR

Člunkový srážkoměr je nejrozšířenější typ srážkoměru. Používá se v malých meteorologických stanicích, které jsou běžně dostupné v obchodech jako jsou obchody pro zahrádkáře, kutily.

Tyto srážkoměry se cenově pohybují okolo 1000-2000 Kč. Pro běžné amatérské používání jsou tyto srážkoměry ideální, protože samostatný měřicí přístroj můžeme mít umístěný např. na zahradě a panel, na kterém se nám zobrazuje naměřený údaj můžeme mít položený v nějaké místnosti na stole nebo kdekoliv jinde.

Tento typ srážkoměru je kvůli malé zachytné ploše opět velmi nepřesný. Používá ho i český hydrometeorologický ústav. Srážkoměry fungují na stejném člunkovém principu, který následně vysvětlím. Přístroje používané ČHMÚ jsou přesnější, než člunkové srážkoměry amatérské, už jen tím, že mají větší zachytnou plochu  $500\text{cm}^2$ . Přístroje jsou

napojeny na počítače, které srážky vyhodnocují. Tyto srážkoměry neměří srážky tuhé (sníh), tím se tedy využití tohoto typu srážkoměru výrazně snižuje. Stojí okolo několika desítek tisíc korun.

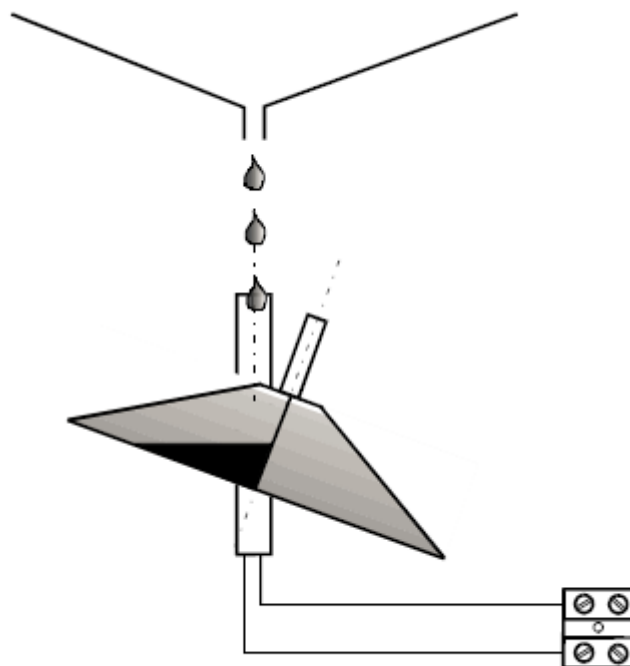


Obr.č.3: člunkový srážkoměr

#### 4.2.1. Princip člunkového srážkoměru

Srážky padají jako u každého jiného srážkoměru do kulatého záchytného prostoru, trychtýřem stékají do úzkého otvoru, ze kterého dopadají na člunek. Přesněji řečeno na 1 polovinu člunku. Když na danou polovinu člunku spadne určité množství srážek (určitá hmotnost), člunek se překlápí a srážky začnou stékat na 2. polovinu. Elektronický čip pod člunkem počítá počet překlopení a přepočítává na množství srážek. (Obr.č.4) Nevýhodou tohoto mechanismu je samotná podstata systému, a to je mechanický člunek.

Mechanické věci oproti elektronickým většinou nebývají tak přesné. U tohoto přístroje tomu tak skutečně je. Nepřesnost těchto přístrojů mi potvrdili i pracovníci ČHMU. Ta je znát obzvláště při vyšších hodnotách srážek. Výrobce uvádí, že srážkoměr měří s přesností na 0,1 mm srážek. Ve skutečnosti, při velkém úhrnu srážek, není přesnost ani 1 mm, což je opravdu rozdíl.



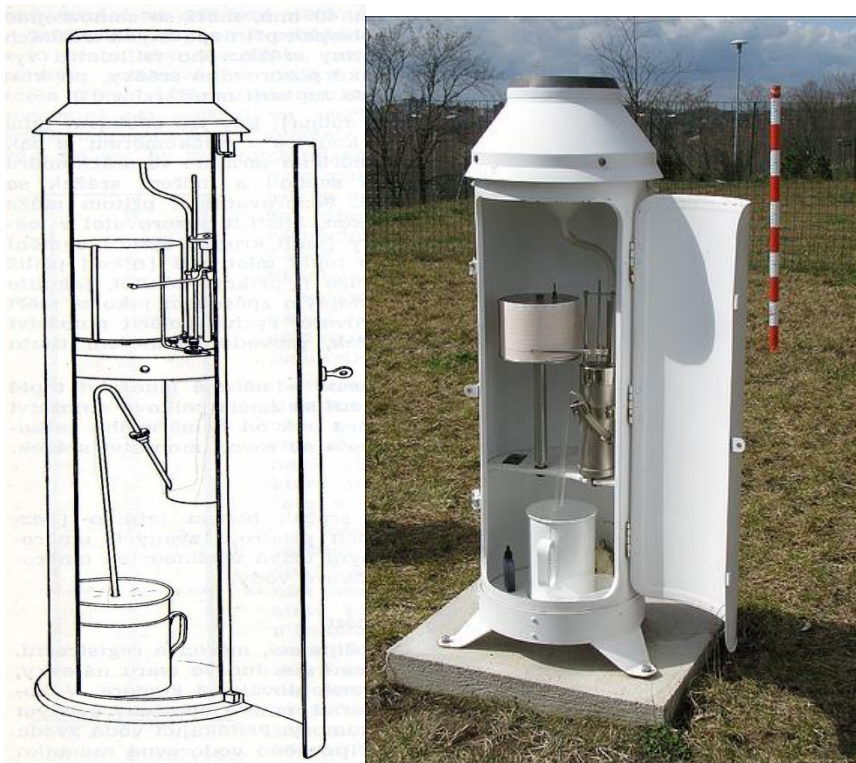
Obr.č.4: Princip člunkového srážkoměru

### 4.3. OMBROGRAF

Dalším přístrojem na měření srážek je ombrograf. Slouží pro registraci kapalných srážek během letního (bezmrazového) období. Přístroj se skládá z části přijímací, měřicí a registrační. Přijímací část se zachytnou plochou  $250 \text{ cm}^2$  má dno ve tvaru nálevky, z níž stéká voda do válcovité nádoby zvané plováková komora. V komoře (měřicí část) je dutý plovák, uprostřed nahoře opatřený svislým táhlem, které prochází otvorem ve víku komory. Přitékající voda zvedá plovák, takže táhlo stoupá; na něm je připevněno vodorovné raménko ukončené psacím perem. Po straně plovákové komory vyčnívá šikmo vzhůru krátká trubka; do ní se nasazuje skleněná násoska, jejíž druhý konec je pod úrovní komory. Upevnění násosky je provedeno hermeticky pomocí matice, která svírá násosku prostřednictvím těsnících gumových kroužků. Stoupá-li voda v komoře, stoupá současně i v násosce až k jejímu ohbí. Plováková komora se rychle vyprázdňuje (za 10 - 15 vteřin) a plovák klesne ke dnu. Z násosky vyteče voda do konvice umístěné na dně ombrografu. Registrační část přístroje je konstruována obdobně jako u jiných, samo zapisujících přístrojů: hodinový mechanismus otáčí širokým válcem (bubnem), na němž je navinut papírový pásek s natištěnou sítí. Vodorovné čáry odpovídají výšce srážek, svislé časovému dělení. Registrační pero

zaznamenává na pásku v období beze srážek souvislou vodorovnou čáru, stoupající čáru při padání srážek.

Takový ombrograf byl dříve velice používaným přístrojem k měření srážek. Dnes se tolik nepoužívá kvůli potřebě měnit válec s papírem a následnému vypisování naměřených srážek.



Obr.č.5: Ombrograf

#### 4.4. OPTICKÝ SRÁŽKOMĚŘ

V současné době existují i srážkoměry optické. O těch jsem mnoho informací nesehnal. Jejich využití není tak rozsáhlé a ceny těchto srážkoměrů se pohybují okolo 120 000 Kč. Dá se předpokládat, že tento srážkoměr nebude dokonalý neboť jakýkoliv paprsek může ovlivnit cokoliv jiného než je kapka deště.



Obr.č.6: Optický srážkoměr

#### 4.5. VÁHOVÝ SRÁŽKOMĚŘ

Posledním existujícím typem srážkoměru je srážkoměr váhový. Ten jsem si nechal záměrně na konec. Po celou dobu, po kterou jsem pracoval na svém projektu jsem se snažil, abych dodržel následující 4 zásady:

1. Jednoduchost
2. Dostupnost a levnost
3. Přesnost
4. Spolehlivost

Základním pro mě byla jednoduchost, protože z ní podle mě všechny ostatní body vyplývají. Dnes existuje mnoho drahých složitých přístrojů, které jsou navíc nespolehlivé a někdy i značně nepřesné. Řídil jsem se pravidlem, že čím je věc jednodušší, tím je spolehlivější a levnější.

Ale zpět k váhovému srážkoměru. Tento přístroj pracuje na principu tenzometrické váhy, což je dnes běžně využívané zařízení k měření hmotnosti od laboratorních vah (miligramy i mnohem menší jednotky) až po váhy nákladní (desítky tun).

Rozhodl jsem se tedy pro váhový typ srážkoměru. Nejdříve jsem si musel zjistit, v jakém množství se tento typ srážkoměru vyrábí a v jakém je provedení. Zjistil jsem, že např. oproti člunkovým srážkoměrům jsou váhové rozšířené a vyráběné naprosto minimálně. Vycházel jsem ze zprávy Světové meteorologické organizace, která v roce 2004 a 2005 provedla laboratorní testování srážkoměrů od výrobců z celého světa. Na celém světě existuje pouze 5 modelů váhových srážkoměrů. A jestli bude přšet chtějí vědět všichni. Ve zprávě je testováno a hodnoceno 5 váhových srážkoměrů.

VÝROBCE	ZEMĚ	MODEL
GEONOR	NORSKO	T200B
METEOSERVIS	ČESKÁ REPUBLIKA	MRW500
MPS SYSTÉM	SLOVENSKO	TRWS
OTT	NĚMECKO	PLUVIO
VAISALA	FINSKO	VRG1

Tab. č.2: Modely váhových srážkoměrů

V následujícím článku se budu snažit vyjádřit své výhrady ke zmíněným srážkoměrům. Tuto „kritiku“ píš nerad, ale jinak bych své řešení a svůj vynález nemohl obhájit. Tenzometry se vyrábějí ve dvou základních provedeních, a to kovovém a polovodičovém (křemíkovém). Tyto dva typy nelze vzájemně porovnávat, protože každý z nich má své optimální využití, které odpovídá jeho metrologickým a technickým vlastnostem. Tenzometry se uplatní v senzorech mechanických veličin, jejichž špičková kvalita je dána i využitím fyzikálních efektů vyšších řádů, které běžně odborná literatura neuvádí, ale lze si je osvojit dlouhodobými zkušenostmi v oboru.

## 5. VÝHRADY K SOUČASTNÝM SRÁŽKOMĚRŮM

### 5.1. METEOSERVIS - MRW500

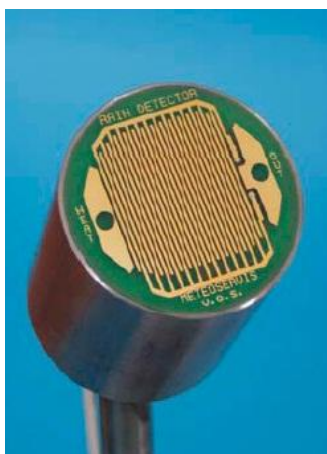


Obr.č.7: MRW500

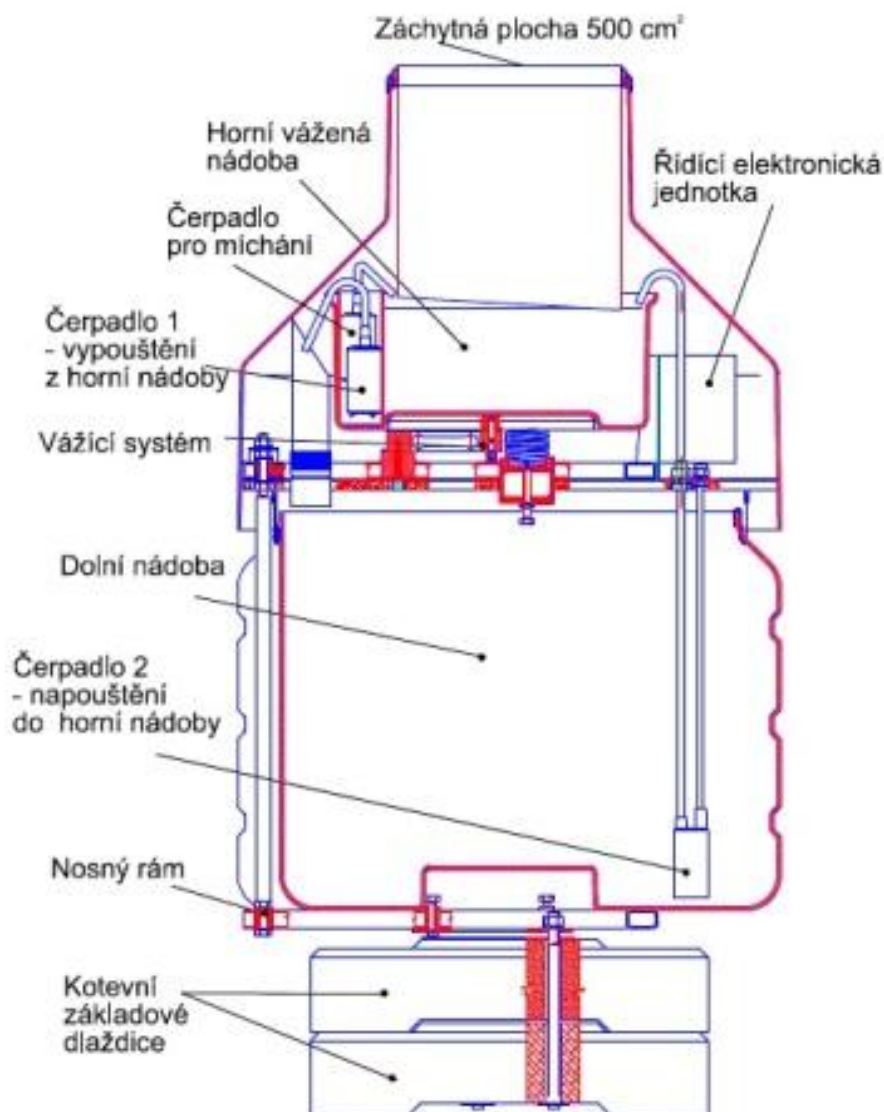
Jednou ze zemí, ve které se tyto srážkoměry začínají vyrábět je i Česká republika. Vyrábí ho firma Meteoservis Vodňany. Poprosil jsem tuto firmu, zda by mi mohla poskytnout technickou příručku váhového srážkoměru MRW500 (obr.č.7), který vyrábějí. Poskytli mi 90-ti stránkovou příručku uživatele o tom, jak přístroj pracuje a jak ho používat. Firmě Meteoservis Vodňany tímto děkuji.

Podle mě je u srážkoměrů nejdůležitější zajistit přesnost, efektivnost a hlavně spolehlivost. Všechny srážkoměry v tabulce č.2 mají zajištěný sběr vody stejně. Nasbíranou vodu nevypouštějí, ale akumulují ji, dokud se nenaplní - podle kapacity každého typu. Problémem je přímý přístup do záchytného prostoru. Tam se může dostat

jakýkoliv předmět, ať už je to listí nebo nějaký hmyz, který určitě způsobí značné dezinformace. Na funkčnost srážkoměrů jsem se důkladně ptal na České hydrometeorologické stanici v Příbyslavi a zjistil jsem, že není nic neobvyklého, když se roj vos ubytuje ve srážkoměru. V tom případě musí nejdříve přijet hasičský sbor, který roj zlikviduje a pak ještě někdo, kdo uvede přístroj do původního stavu. A po celou tuto dobu je přístroj samozřejmě nefunkční. Když počítám, že každý kraj rozhodně nemá technika Meteosrevisu, který by mohl přispěchat přístroj opravit, začíná nám jediný nedostatek, tropit poměrně velkou škodu. Co se týká měření srážek - velkou časovou informační díru. Další věcí je samotný systém pohybu vody ve srážkoměru, tedy pomocí tří čerpadel, která zajišťují pohyb vody v přístroji, a ještě ke všemu přimíchávání nemrznoucí směsi do zásobní nádoby srážkoměru. Tento systém se mi zdá opravdu zbytečně složitý a nespolehlivý. Podle mého názoru je také naprosto zbytečný detektor srážek. Je to temperovaný obvod, který se skládá ze dvou hřebenových obvodů umístěných zrcadlově. Mezi obvody je malá mezera. Pokud na detektor dopadne kapka vody, detektor to zaznamená. (Obr.č.8) Na tento systém detektoru srážek jsem se také ptal na České hydrometeorologické stanici v Příbyslavi a bylo mi řečeno, že s tím jsou jen samé problémy. Stačí rosa nebo silná mlha a detektor už hlásí srážky. Ty jsou ale neměřitelné, tedy pod 0,1mm. Nikdo ovšem neví, jestli tak slabě prší nebo to způsobuje rosa či jakýkoliv jiný činitel. Když píší, 0,1 mm – neměřitelné, není to moje domněnka o měřitelnosti a neměřitelnosti, ale je to stanovená hodnota. Viz Tabulka č.1.



Obr.č.8: Pohled na detekční plochu snímače RDM1



Obr.č.9: Řez srážkoměrem MRW 500 s označením hlavních částí

## 5.2. VÝHRADY K OSTATNÍM VÁHOVÝM SRÁŽKOMĚRŮM

Nebudu hodnotit každý přístroj zvlášť, protože o nich nemám tak úplné informace jako o MRW500. A navíc zbývající 4 srážkoměry jsou konstruovány téměř totožně. Jsou mnohem jednodušší, takže je u nich menší pravděpodobnost poruchovosti. Ale s MRW500 mají společné 2 důležité věci. Zaprvé - veškeré srážky, které naprší, akumulují v sobě. U MRW500 to není takový problém, protože vážená nádoba je jen dočasným úložištěm srážek. Po naplnění jsou srážky přečerpány do velké zásobní nádoby. Horší je to ovšem u ostatních čtyř typů, protože tam se nic nepřecherává, ale je vážena celá velká zásobní nádoba. Tím pádem musí mít tenzometr větší vážicí rozsah. Logicky se tím snižuje citlivost a přesnost přístroje. Ale to mi není tolik trnem v oku. Více mi na těchto přístrojích vadí, že mají přímý přístup do vážené zásobní nádoby. A



to vidím jako veliký problém. V minulém článku jsem vysvětlil proč. Další věc: všechny tyto srážkoměry jsou temperovány. Kromě MRW500 jsou ale úplně otevřené. Nikde jsem se nedočel, jestli u ostatních typů také do srážkoměru lijí Fridex. Takže se topí jen tak do vzduchu. Tímto problémem jsem se samozřejmě zabýval a myslím, že jsem ho vyřešil mnohem lépe. Moje řešení je uvedeno níže. V příloze jsou základní technické parametry jednotlivých přístrojů.

## 6. TENZOMETR

### 6.1. TENZOMETR

Tenzometry se vyrábějí ve dvou základních provedeních, a to kovovém a polovodičovém (křemíkovém). Tyto dva typy nelze vzájemně porovnávat, protože každý z nich má své optimální využití, které odpovídá jeho metrologickým a technickým vlastnostem. Tenzometry se uplatní v senzorech mechanických veličin, jejichž špičková kvalita je dána i využitím fyzikálních efektů vyšších řádů, které běžně odborná literatura neuvádí, ale lze si je osvojit dlouhodobými zkušenostmi v oboru.

### 6.2. PRINCIP MĚŘENÍ

Kovové i polovodičové tenzometry napájené stejnosměrným nebo střídavým proudem mění ohmický odpor, jsou-li vystaveny mechanické deformaci působené měřenou veličinou. U kovových tenzometrů je změna ohmického odporu způsobena změnou průřezu drátku (fólie) měřicí mřížky a její délky. U polovodičových tenzometrů ve tvaru tyčinky je způsobena především změnou jejího měrného odporu, což je primární projev piezorezistentního jevu. Rozdílné fyzikální principy vedou k odlišným metrologickým a technickým vlastnostem obou druhů tenzometrů, a tedy i k rozdílným oblastem jejich hlavního využití v praxi.

Mřížka kovového tenzometru, resp. tyčinka polovodičového tenzometru, má věrně sledovat deformaci měřeného povrchu, s nímž jsou spojeny velmi tenkou vrstvou tmelu, vytvářející dostatečný izolační odpor (přibližně  $10^{10} \Omega$ ).

Základní vztah charakterizující funkci tenzometru,  $dR/R = k \cdot dl/l$ , definuje závislost jeho poměrné deformace  $dl/l$  vznikající při měření na poměrné změně jeho odporu  $dR/R$ . Součinitel deformační citlivosti  $k$  závisí na provedení tenzometru. Velikost odporu  $R$  je určena konstrukčním provedením a tvarem tenzometru. Tenzometry určené pro přesná měření jsou zapojovány do můstkových obvodů.

### **6.3. UŽITÍ KOVOVÝCH TENZOMETRŮ**

Kovové tenzometry jsou často využívány k měření povrchových deformací kriticky namáhaných součástek i pro měření rozsáhlých deformačních polí složitě namáhaných mechanických konstrukcí. Poskytují spolehlivou kontrolu pevnostních výpočtů a obraz skutečného mechanického namáhání v případech, kdy přesnost pevnostních výpočtů znemožňují např. nedostatečné informace o působících silách.

Nejrozsáhlejší měření s kovovými tenzometry jsou prováděna v leteckém a automobilovém průmyslu. Např. při statických zkouškách draků dopravních letadel je jejich statická napjatost měřena pomocí více než 10 000 aktivních tenzometrů. Už při vývoji letounu Concorde byla za letu měřena data statickodynamického zatížení z téměř 1 000 tenzometrů. Použití kovových tenzometrů se rozšířilo v senzorech se statickým, jako jsou zatížení, síla, tlak, krouticí moment a povrchová deformace (v extenzometrech), tedy v nejrozšířenější kategorii senzorů mechanických veličin, u nichž s použitím jiných fyzikálních principů nelze ani krátkodobě docílit srovnatelné přesnosti.

### **6.4. UŽITÍ POLOVODIČOVÝCH TENZOMETRŮ**

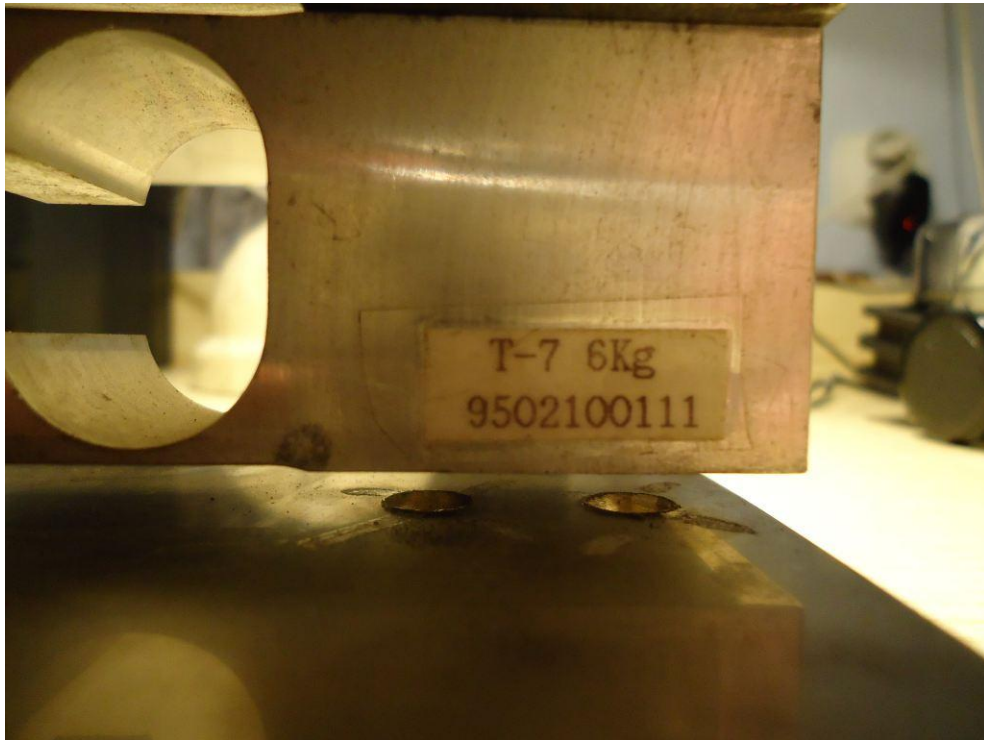
Polovodičové tenzometry jsou téměř výhradně používány v senzorech mechanických veličin. K měření deformačních polí pouze výjimečně v případech, kdy je třeba měřit extrémně malé deformace a na malé ploše. To přichází v úvahu např. u některých unikátních vědeckých přístrojů a v lékařství. Předností polovodičových tenzometrů je vysoká citlivost – přibližně 60× větší než kovových tenzometrů, která umožňuje konstruovat senzory velmi malých rozměrů s vysokou tuhostí jejich měřicích členů. Vysoká citlivost polovodičových tenzometrů umožňuje měřit velmi malé síly ve jmenovitém rozsahu např. 0,05 N. Optimální výběr polovodičových tenzometrů pro zapojení do můstku není jednoduchý a vyžaduje speciální měřicí techniku.



Obr.č.10: Mnou použitý tenzometr



Obr.č.11: Váha zkonstruovaná pro můj přístroj



Obr. č.12:Detail označení tenzometru

## 7. PŘEDPOVĚĎ

### 7.1. JAK PŘEDPOVÍDAT SRÁŽKY?

Mapy srážkových úhrnů vznikají jako kombinace plošných odhadů srážek z meteorologických radiolokátorů radarové sítě ČHMÚ a dostupných měření ze srážkoměrů. Datum a čas snímku je ve světovém čase, navíc je na obrázku vypsán i čas středoevropský a letní středoevropský, přičemž v termínech 22 a 23 UTC je datum týkající se středoevropského a letního času o den posunuté. Čas ukazuje konec doby akumulace srážek. Jednotkou zobrazovaných úhrnů srážek je milimetr.

Uvedená kombinace je koncipována jako plošný odhad z radarů, který je lokálně upřesňován srážkoměrnými. „Příspěvky“ srážkoměrných měření jsou dány i hustotou stanic. V případě, že alespoň jeden z radarů měří méně než 80% daného časového intervalu (např. z důvodů poruchy nebo servisních prací), nahrazuje se tato kombinace výpočtem využívajícím pouze srážkoměrné údaje.

Na základě několika testů bylo zjištěno, že kombinace radarových odhadů se srážkoměrnými měřeními poskytuje nejpřesnější dostupný plošný odhad srážek, nicméně i v tomto případě se mohou vyskytnout závažné odchylky, které jsou dány objektivně danými nepřesnostmi radarových i srážkoměrných měření. U srážkoměrů je navíc problematická reprezentativnost pro okolí (byly zaznamenány případy, kdy byl rozdíl denních srážkových úhrnů ve vzdálenosti dvou kilometrů až 90 mm).

Radarová měření jsou navíc rušena některými provozovateli mikrovlnných vysílačů, což se projevuje radiálními „paprsky“. Některé případy již řešil Český telekomunikační úřad, ale ani osvětla ani další opatření zatím nejsou dostatečné. Tyto paprsky se sice z větší části eliminují, ale odhad srážek z oblastí rušených uvedenými zdroji je pochopitelně méně kvalitní.

Srážkoměry používané v uvedené analýze nepatří pouze Českému hydrometeorologickému ústavu, ale též podnikům Povodí Odry, Povodí Labe, Povodí Ohře a Povodí Moravy nebo i dalším organizacím, se kterými má ČHMÚ vzájemné dohody. Mimo území České republiky se jedná o data příslušných meteorologických služeb, na povodí Dyje jsou některá měření organizovaná Hydrologickým oddělením úřadu Dolního Rakouska. ČHMÚ nezaručuje bezchybnost zde uvedených operativních srážkoměrných odhadů, neboť v zájmu okamžitého uveřejnění není zajištěna jejich vyčerpávající kontrola a revize; ta se v ČHMÚ provádí až s určitým časovým odstupem.

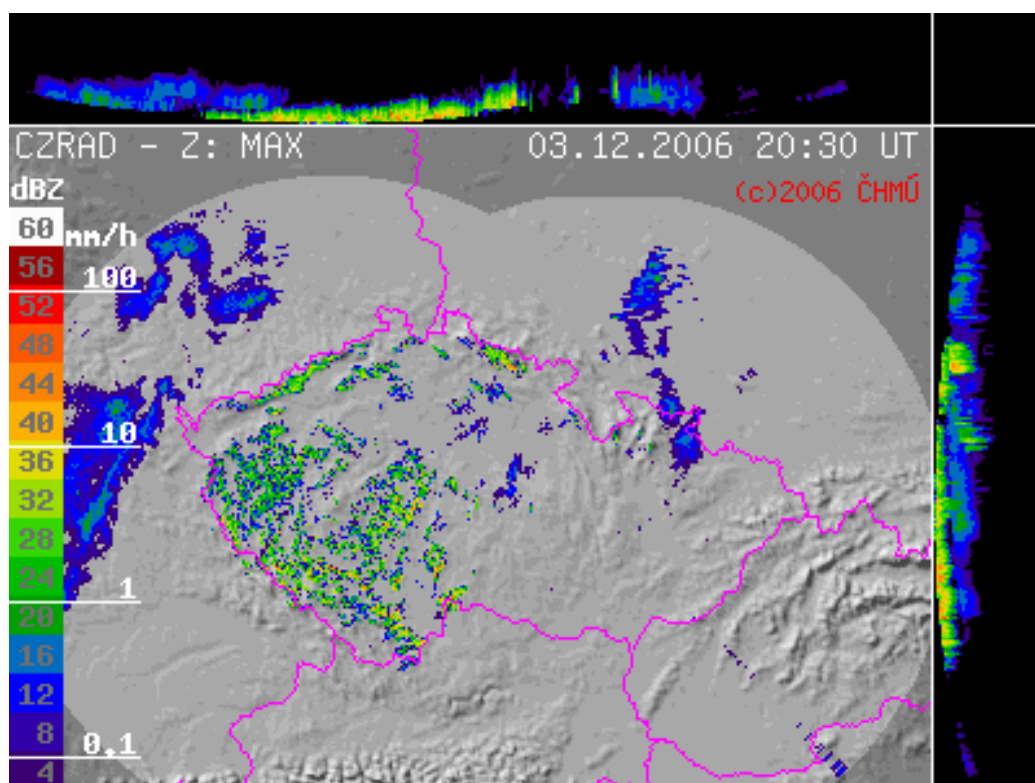
Algoritmus používaný pro celkovou analýzu srážek může v některých případech generovat jisté artefakty, zejména ve spojitosti s výše uvedenými problémy s rušivými mikrovlnnými vysílači. Většinou se však jedná o území mimo Českou republiku. V některých případech se může objevit i nedostatečně odfiltrovaný pozemní cíl, zejména za větrného počasí. V Krušných horách se v polích odrazivosti i srážek objevují stále zřetelněji i farmy větrných elektráren, jejich rušivý vliv není možné odstranit zařízeními používaným v meteorologických radarech. Zjistil jsem, že radarová data mohou výrazně narušit i obyčejné WiFi vysílače. Ale i cokoliv jiného, co vysílá na blízké frekvenci jako meteorologické radary. U našich dvou radarů je to 5645 MHz a 5630 MHz.

Aktuální radarová data můžete sledovat na:

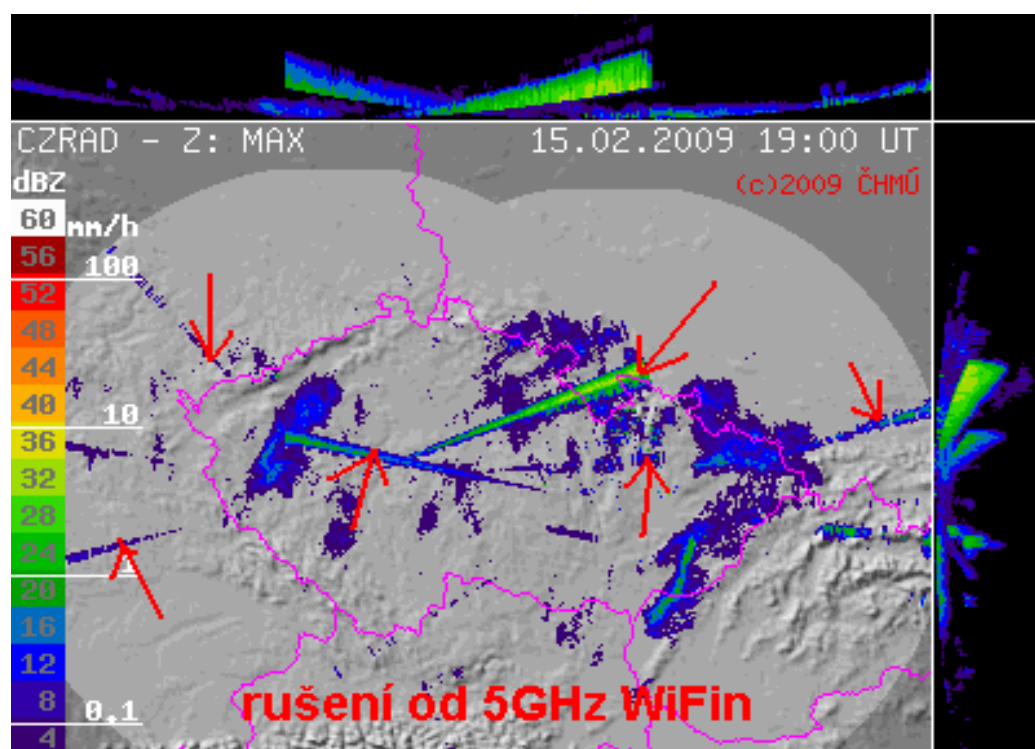
[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/data\\_jsradview.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/data_jsradview.html)

A následný odhad srážek spojený s daty z pozemních srážkoměrů:

[http://hydro.chmi.cz/hpps/main\\_rain.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/main_rain.php)



Obr.č.13: Srážkový model



Obr.č.14: Rušení „WiFinami“

## 7.2. PROČ PŘEDPOVÍDAT SRÁŽKY?

V dnešní době je předpověď srážek velmi důležitá věc. Téměř každého zajímá, jestli a jak moc bude pršet. Zajímavé je, že kromě extrémního zimního období se většina lidí nestará o nic jiného, než o zmíněný déšť. Nejde ovšem jen o údaje pro běžného člověka, který laboruje, jestli zítra bude potřebovat deštník. Daleko více to samozřejmě zajímá lidi, kteří jsou na počasí závislí. Jsou to kupříkladu zemědělci, pro které je důležitá co nejdlohodobější předpověď počasí. Naopak piloti a letecké společnosti potřebují vědět předpověď počasí na krátký časový úsek dopředu, ale o to přesněji. Další, kdo potřebují vědět srážkovou předpověď jsou samozřejmě pořadatelé jakýchkoliv akcí, které probíhají pod širou oblohou. Každého organizátora a vlastně i účastníka jakékoliv podobné akce nezajímá, jestli bude teplota o 2<sup>0</sup>C vyšší či nižší, jestli bude foukat vítr rychlostí o 2 m/s větší nebo menší, ale každého zajímá, zda bude či nebude pršet. Předpověď srážek je také důležitá pro vodní dopravu.



## 8. VÝROBA ERGS 2500

### 8.1. NÁZEV

Nebylo vůbec jednoduché vymyslet pro můj srážkoměr nějaký název. Přes hromadu zkratk a variant jsem se dostal k výsledku: ERGS 2500, neboli: Electronic rain gauge system – Elektronický srážkoměrný systém. Číslo 2500 v sobě skrývá dvě hodnoty. Číslice „2“ znázorňuje systém dvou trychtýřů ve srážkoměru. Co je systém dvou trychtýřů bude brzy vysvětleno. A číslo „500“ znamená obsah kolmé plochy na kterou dopadají srážky, tedy záchytnou plochu srážkoměru. Proto ERGS 2500.

### 8.2. IDEA

Vznik ERGS 2500 začínal s obyčejnou tužkou a pravítkem. Bylo potřeba promyslet všechny možné varianty jak konstrukce, tak samotného principu. Těmto dvěma věcem jsem věnoval předešlou kapitolu (typy srážkoměrů). Nejdříve jsem řešil princip srážkoměru. Vyhledal jsem, co se v současné době vyrábí a jaké jsou neprozkoumané možnosti. Velkou pozornost jsem věnoval možnosti měření množství srážek přes elektrický odpor. Tato varianta se mi ale časem z mnoha technicky nevyřešitelných důvodů vyjevila jako lichá. Zkoumal jsem i srážkoměry člunkové. Ovšem o jejich nepřesnosti jsem dost napsal v kapitole věnované tomuto systému. Sestrojení optického srážkoměru mi přišlo jednak velmi drahé, ale také velice komplikované. Samozřejmě srážkoměry, které nemají automatické elektronické možnosti provozu, jsem se nijak výrazně nezajímal. I když vím, že v dnešní době se ve starých mechanických principech vyvíjejí ty nejpřesnější a nejspolehlivější přístroje. Bohužel každý se dnes snaží věci udělat nově a co nejvíce složitě. Přestává se koukat na krásu mechanického principu a mnohdy i na peníze. Ale to odbočuji od tématu. Zpět ke srážkoměrům. Snažil jsem se tedy vymyslet nějaký úplně nový způsob měření srážek, ale nic efektivního, levného a přesného jsem nenašel. Ovšem ještě před tím, než jsem rozjel nějaké větší úvahy, napadlo mě vodu jednoduše zvážit. Z hodin laboratorních cvičení z chemie jsem věděl, že existují velice přesné váhy. Například ty laboratorní (značka Sartorius) na Gymnáziu Havlíčkův Brod. Nevěděl jsem o těchto vahách nic víc, než že umí velice přesně vážit a že jsou velice drahé, na což nás naše profesorka

chemie, RNDr. Marie Vlková, při lhostejném zacházení upozorňovala. Váhy přežily bez úhony a potřeby překalibrovat. Nicméně u vah jsem zůstal po následném zjištění, že se v současné době vyrábějí i srážkoměry s využitím tohoto principu. Jak jsem zmínil v kapitole jim věnované, není jich moc a nemají využití, které by si nejspíše zasloužily. Ale to je otázkou budoucnosti a hlavně této práce. Poté, co jsem se rozhodl pro princip hmotnostní indikace, mohl jsem přistoupit ke konstrukci samotného přístroje. Mnohokrát jsem se ovšem ještě vrátil k myšlence, jak to udělat úplně jinak, ale opravdu jsem nenašel žádné přijatelné řešení.

## 8.2. VÝROBA

V této chvíli jsem mohl přestat jen teoreticky uvažovat a vzal jsem papír, tužku, pravítko a začal kreslit. Zpočátku to byla spousta poškrtených papírů, které skončily zmačkané v koši. Postupem času začínal můj přístroj nabývat smyslu a reálnosti. Mezi tím jsem návrh mnohokrát předělával. Až po určité době, kdy můj návrh měl jasné rysy, jsem začal hledat, co skutečně v tomto oboru a v této technologii existuje. Nejdřív jsem se zabýval zmíněním přístrojem MWR500 české firmy Meteoservis. Dostal jsem se k zajímavému zjištění. Sledoval jsem, jak se mé návrhy časem měnily a aniž bych věděl, jak funguje MWR500, se nejvíce podobaly právě tomuto srážkoměru. Postupně se však moje řešení stále více lišilo od přístroje Meteoservis. Bylo to přesně to, co jsem chtěl. Nepotřeboval jsem se přes různé možné i nemožné návrhy dostat k tomu, co se v současnosti vyrábí, ale naopak co nejdál od toho a udělat to „nějak jinak“. Jinak by tato práce ani neměla velký význam. Já jsem chtěl bez jakékoli větší znalosti a zkušenosti s touto problematikou navrhnout přístroj, který skutečně funguje, liší se od přístrojů v současnosti vyráběných, a je minimálně tak spolehlivý jako přístroje, které vyvíjejí a vyrábějí fundovaní odborníci s velikými zkušenostmi. Věděl jsem tedy, že chci vyrobit srážkoměr na principu měření hmotnosti spadených srážek. Nejdříve jsem si musel prozkoumat samotné váhy. Měl jsem obrovské štěstí, že jsem našel člověka, který mi hodně pomohl, aby tento přístroj skutečně fungoval. Je jím pan Josef Charvát z Havlíčkova Brodu. Pan Charvát se živí prodejem, servisem a kalibrací různých typů vážících zařízení. Poprvé jsem šel k panu Charvátovi pouze pro radu, jakým směrem se mám ubírat ohledně vážícího systému, který jsem potřeboval do svého přístroje.

Nejprve jsem se podíval na internetu na různé typy vah. Zjistil jsem, že existuje mnoho druhů:

- váhy pákové porovnávají hmotnost váženého předmětu se závažím o známé hmotnosti a dále se dělí na:
  - váhy rovníramenné
  - váhy nerovníramenné
  - váhy kyvadlové
- váhy pružinové měří pomocí deformace pružiny
- váhy tenzometrické

Nejvhodnější pro mě byla váha tenzometrická. Principu tenzometru jsem věnoval celou kapitolu (viz tenzometry).

Původně jsem si myslel, že mi bude stačit nějaká lepší kuchyňská váha. I v kuchyňské váze za „patnáct stovek“ je tenzometr. Jenže jak to většinou bývá, jsou věci a věci. Věci kvalitní a věci, které sotva fungují. Ani tenzometry nejsou výjimkou. Tuto obavu mi pan Charvát potvrdil. Dovolím si citovat: „Na mouku na buchty to snad stačit bude“. Další problém je, že žádná kuchyňská váha nemá komunikační port, takže propojit takovou váhu s počítačem je naprostý nesmysl. Tím pro mě byly kuchyňské váhy vyřešeny. Jediná cesta, jak jsem se mohl pustit dál, bylo koupit kvalitní tenzometrickou váhu. Tenzometrická váha se skládá ze snímače (tenzometr) a indikátoru (vyhodnocovač). Buď jsem si mohl koupit váhu jako celek, kde je vše spasované v jednom kusu, nebo koupit samotný senzor a samotný indikátor. Samozřejmě jsem se snažil co nejvíce šetřit, a tak jsem udělal největší hloupost, jakou jsem mohl. Tato chyba mě i pana Charváta stála spoustu peněz, času i nervů. Indikátor, který jsem potřeboval, běžně stojí od 4 500Kč. Nechtělo se mi hned investovat peníze, protože jsem nevěděl, jestli časem nenarazím na problém, kvůli kterému bych nemohl práci dokončit, a pak by přišly peníze vniveč. Sháněl jsem proto na internetu nějaký použitý indikátor za lepší cenu. Nakonec jsem sehnal u firmy Kadlec, spol. s.r.o. vyřazený indikátor značky Epelsa model Dexal. Indikátor jsem koupil za krásných 500Kč + poštovné. S nadšením jsem indikátor přinesl k panu Charvátovi, bohužel má radost netrvala dlouho. Tento indikátor byl opravdu za trest. Sice byl funkční, ale jeho zapojení k senzoru bylo téměř nemožné. Podle návodu se absolutně nedalo určit, jak

indikátor se senzorem propojit. Problém byl v tom, že od tenzometru vede 5 drátů a také dnešní indikátory mají 5 zdírek. Ovšem u Epelsy se těch 5 drátků musí zapojit na patnácti pinový konektor, přičemž některé z 15 zdírek se mezi sebou musí ještě propojovat. Nepodařilo se nám to. Mysleli jsme si, že mi z firmy Kadlec, spol. s.r.o. poslali něco, co už nefunguje. Vzhled tomu opravdu nahrával. A tak jsem indikátor i se senzorem, který mi zapůjčil pan Charvát poslal českou poštou zpět do firmy Kadlec, spol. s.r.o., s dopisem, zda by mi mohli indikátor s tenzometrem propojit. Zanedlouho mi z firmy Kadlec, spol. s.r.o. volali, že je vše propojené, funkční a že posílají vše zpět. V tu chvíli jsem byl moc rád, že se vše v dobré obrací a konečně se se svým projektem trochu pohnu. O dva dny později mi přišel balík, bohužel ze spodu protržený, a při přenášení balíku z krabice obsah vypadl na zem. Nevěděl jsem, jak je to možné, ale prý přijel zaměstnanec firmy PPL CZ s.r.o. položil opatrně balík na židli a odjel. Když jsem se do krabice, do které dal vypadlé věci zpátky, podíval, zjistil jsem, že dráty vedoucí od indikátoru k senzoru jsou přetrhané a později také u pana Charváta, že senzor je nárazem zničený. Očividně bylo poškození zapříčiněno naprosto nevhodným zacházením zaměstnanci firmy PPL CZ s.r.o. Přestože balík byl v pevné krabici vystlané novinami kvůli mírným nárazům. Tímto firmě PPL CZ s.r.o. děkuji, že mi zničila moji mnohahodinovou práci, práci firmy Kadlec, spol. s.r.o., práci pana Charváta, jeden senzor, který stojí zhruba 1500Kč a patrně poškodila i indikátor. Pan Charvát byl tak hodný a trpělivý, že mi poskytl další senzor. Teď už jsem se ovšem neodhodlal poslat nový senzor s indikátorem do firmy Kadlec, spol. s.r.o. Pan Charvát tedy sám zavolal do firmy Kadlec, spol. s.r.o., aby se poradil s technikem, který tento indikátor zapojoval. Technik panu Charvátovi nadiktoval zapojení Epelsy, a bylo vše vyřízeno. Indikátor Epelsa se senzorem fungovali jako výborná váha, která mi už mohla sloužit pro další pokrok v projektu. Jediné co bylo potřeba, bylo propojit váhu s počítačem. Komunikace s počítačem probíhá u všech těchto přístrojů přes port RS232. Nepodařilo se mi ovšem tyto dva přístroje propojit, tak jsem požádal odborníka. Se softwarovou částí mi výrazně pomohl pan Ing. Štěpán Hrnčíř – hlavní programátor ve firmě Fenomen Multimedia. Ale ani jemu se žádným způsobem nepodařilo počítač s váhou propojit. V tu chvíli jsem si uvědomil, jak moc se nevyplatí kupovat levné věci. Indikátor Epelsa letěl hodně velkou rychlostí do odpadkového koše a já si šel koupit pořádný indikátor. Indikátor Epelsa pro mě znamenal 2 věci. Tou první je obrovská ztráta času a druhou užitečná zkušenost, že věci někdy nedopadnou, jak bych si

představoval. To je konec příběhu Epelsa. Jak jsem již uvedl, koupil jsem si tedy nový indikátor. S tímto indikátorem už naštěstí žádné problémy nebyly.



Obr.č.15: Indikátor EPELSA

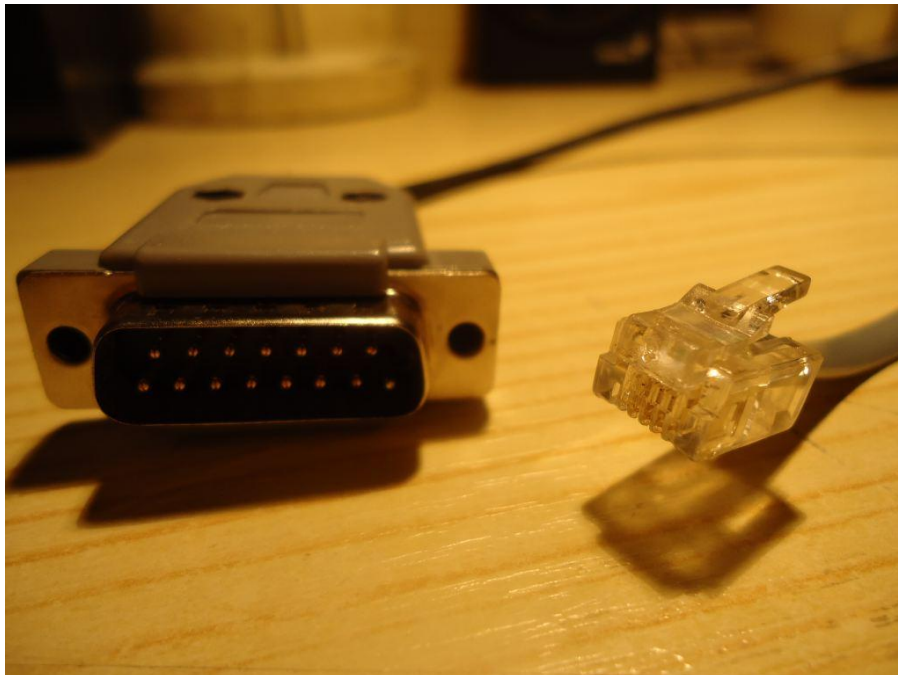
Prostřednictvím pana Charváta jsem si koupil indikátor značky TORREY řady WI. V příloze přikládám návod k obsluze tohoto indikátoru.



Obr.č.16: Indikátor TORREY

S tímto indikátorem již nebyly žádné problémy. Připojení k tenzometru trvalo pár minut a zapojení váhy do počítače taktéž nebyl žádný problém. Zde je jen jedna z mnoha peripetií, které mě neustále demotivovaly, a stěžovaly úspěšné dokončení práce. Kdybych zde měl psát každý problém, na který jsem během těch cca 14 měsíců narazil, mohl bych tuto práci vydat i jako hororový román.

Následující fotka ukazuje rozdíl mezi způsobem zapojení indikátoru Epelsa a Torrey



Obr.č.17: Rozdílné zapojení indikátorů

### **8.3. SHARK**

Druhá část „srdce“ přístroje je zařízení PowerPC model Shark.

Je to v podstatě malý počítač bez grafického rozhraní. Toto zařízení jsem získal od svého strýce, pana Ing. Petra Kudery, jednatele firmy Energocentrum Plus s.r.o. Tato firma využívá tato zařízení k ovládání tzv. inteligentních vytápění domů.

Já jsem potřeboval PowerPc k ovládání mého srážkoměru. Slouží mi jako prostředník mezi váhou a internetem. Zajišťuje přepočtení naměřené hmotnosti na přesný srážkový údaj v příslušných jednotkách a následné odesílání údaje na internet. Dále zajišťuje vypouštění vody ze srážkoměru. Jakým způsobem toto vypouštění probíhá vysvětlím později v popisu funkčnosti přístroje. Kdybych PowerPC neměl, musí být k přístroji přímo napojený běžný stolní počítač, který by přístroj řídil. To samozřejmě není něco, co by vyloženě přístroji škodilo nebo ubíralo na funkčnosti, protože na meteorologických stanicích počítače jsou. Problémem je, že takové počítače se občas zablokují, vypnou, nebo mají jakoukoliv jinou poruchu. U počítače, který vykonává více procesů to není nic výjimečného. To určitě každý z vlastní zkušenosti zná. Shark funguje nezávisle na jiném počítači. Potřebuje jen svůj zdroj elektřiny a připojení na internet, na který může odesílat vyhodnocené informace.

## **9. SESTROJENÍ PŘÍSTROJE**

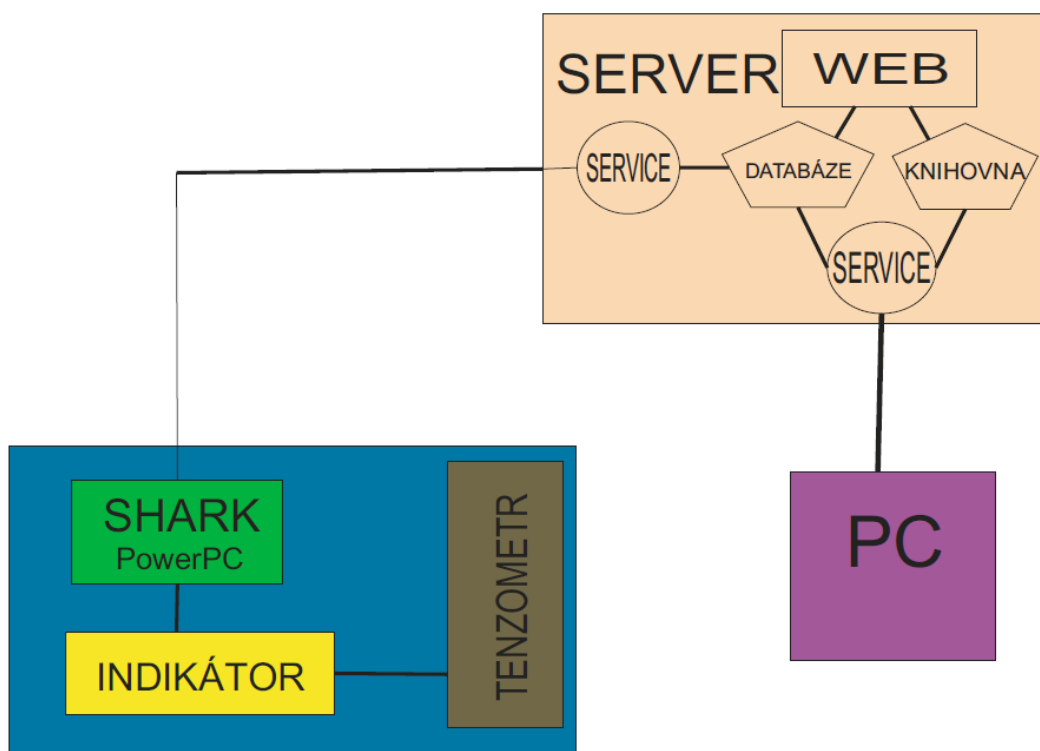
V této práci samozřejmě nebudu uvádět každý svůj nápad nebo jakoukoliv menší změnu v návrhu svého přístroje. Budu se snažit jen načrtnout své konečné řešení tohoto problému.

### **9.1. STRUČNÝ POPIS FUNKČNOSTI PŘÍSTROJE**

Srážky padají do záchytného otvoru o ploše  $500\text{cm}^2$ , který je umístěn na volném prostranství ve výšce 1 metr nad povrchem země. Poté stékají horním trychtýřem přes hrubé síto, zkonstruované ze dvou tenkých nerezových drátů, do měřicího trychtýře. Pokud padají tuhé srážky, tak v horním trychtýři roztají, jelikož je horní trychtýř zevnitř temperovaný na nezámrázovou teplotu. Jakmile srážky stečou do měřicího trychtýře, který je přímo spojen s tenzometrem, jsou okamžitě zaznamenávány díky okamžitému měření nárůstu hmotnosti tenzometrickou vahou. Elektrický signál ze senzoru putuje do indikátoru. V časovém intervalu 10 sekund je externím intervalovým spínačem napojeným na indikátor posílána komunikačním portem RS232 hodnota ve formátu

ASCII, o nárůstu hmotnosti do zařízení PowerPC, model Shark (dále jen Shark). Shark přijatý údaj přepočítává na příslušnou srážkovou hodnotu. Tu pak přes síťový kabel posílá do internetové databáze. Z databáze se posílají údaje o aktuální srážkové situaci na internetové stránky. Tam už může srážkový stav sledovat kdokoliv.

Pokud se měřicí nádoba srážkoměru naplní, což zjistí Shark díky téměř nepřetržitému toku dat z indikátoru, spustí se solenoidový ventil, který vodu z nádoby vypustí a měření pokračuje dále. Nesmí se ovšem vypustit celý obsah měřicího trychtýře, jelikož na hladině vody v trychtýři musí zůstat silikonový olej, díky kterému se eliminuje odpar srážkové vody, který by měl za následek dezinformace v přesném údaji o srážkách. Celý přístroj je vytápěný na nezámrázovou hodnotu tak, aby srážky nemohly v zimě zamrznout, a tak znemožnit přesné měření a vypouštění přístroje. Ani pro elektroniku nejsou extrémní mrazy nic prospěšného.



Obr.č.18: Stručné zobrazení funkčnosti systému

Srážkoměr může ovšem fungovat i bez PowerPC Shark, a to přímo připojen na stolní počítač, který je připojený k internetu. Potom ve všech funkcích nahrazuje stolní počítač Sharka. V počítači je ovšem trochu jiný software přispůsobený pro operační systém Windows. V Sharku je operační systém Linux, který umožňuje experimentálnější práci.

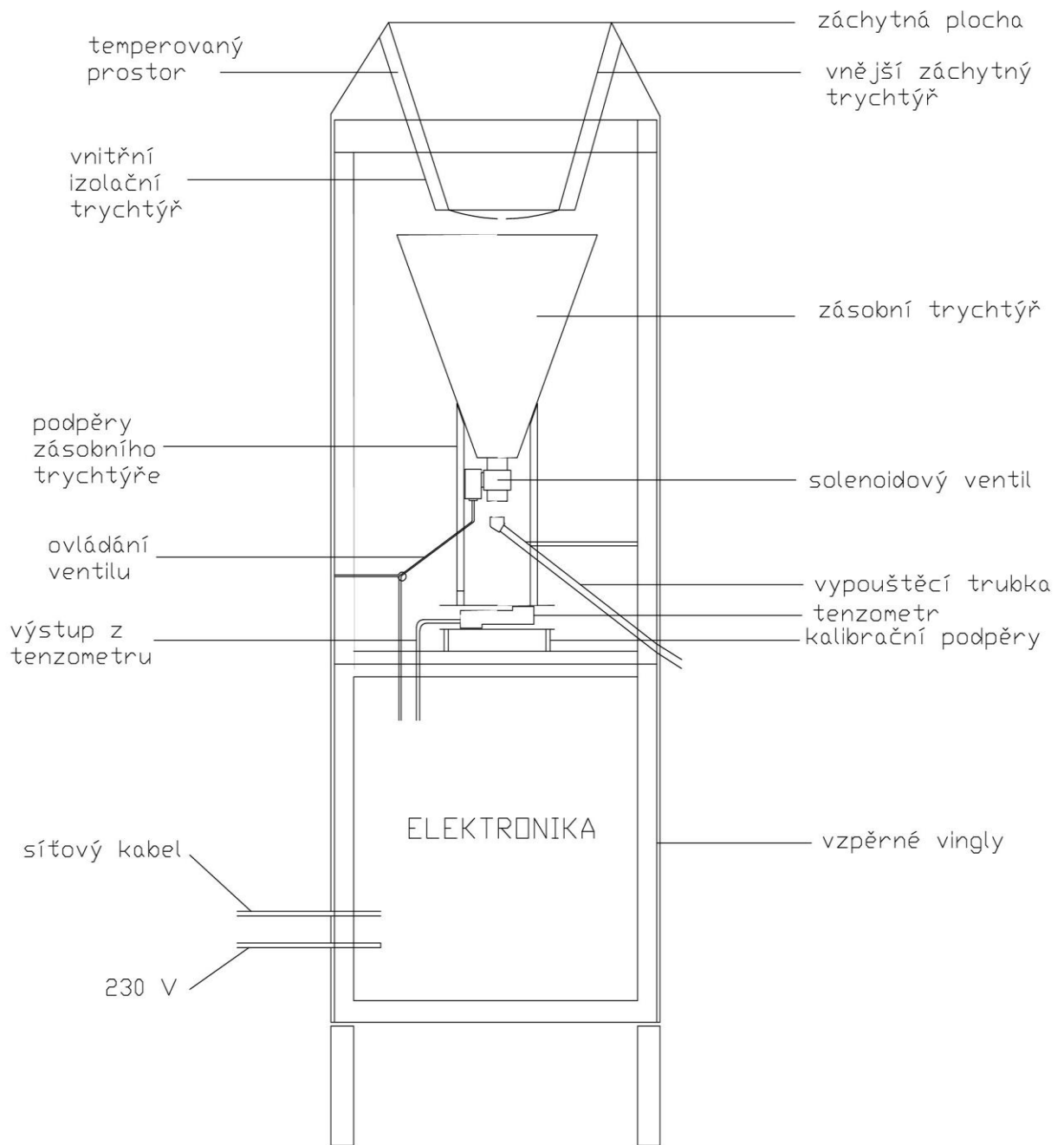


## 10. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ KOMUNIKACE SRÁŽKOMĚRU

Všechny úkony ohledně řízení srážkoměru řeší počítač umístěný ve srážkoměru. Tento počítač odečítá data z indikátoru, rozhoduje o vypouštění zásobníku s dešťovou vodou a naměřené výsledky v daném časovém cyklu odesílá pomocí internetu na definovaný server, který umožňuje sledování, porovnání a grafické zobrazení výsledků měření.

Tento server umožňuje sledovat teoreticky neomezené množství srážkoměrů, které jsou umístěny do jednotlivých lokací, jenž je možné zobrazit i na mapě, která je součástí webové aplikace, zastřešující veškeré popsané úkony.

Jak již bylo řečeno, pro komunikaci mezi srážkoměrem serverem je využíván internet, respektive http protokol, pomocí kterého se předá parametrizovaný dotaz obsahující kód srážkoměru a naměřenou hodnotu. Toto volání zpracuje webová aplikace a v případě že kód srážkoměru je správný a hodnota je v předepsaném tvaru, jsou tyto data doplněny o datum a čas sběru dat a jsou uloženy do databáze. Díky uložení dat do databáze je možné tyto data využít nejen k prezentaci pomocí webové aplikace, ale je možné vytvořit takzvaného tlustého klienta (program, jenž tyto data reprezentuje i bez webového prohlížeče), nebo služby, která tyto data poskytuje nějaké další straně.



Obr.č.19: Schéma ERGS 2500

## 11. ROZPOČET ERGS 2500

Rozpočet mého přístroje nejde přesně stanovit, kvůli konstrukci z nerez, který byl použit ze zbytků a odřezků z velké firmy, která s nerezem pracuje. Pokusím se tedy sestavit přibližný rozpočet na sestavení prototypu mého srážkoměru.

### PŘIBLIŽNÝ ROZPOČET ERGS 2500 - SHARK

1. Tenzometr	1500 Kč
2. Indikátor	4500 Kč
3 <i>Shark</i>	12000 Kč
4 Temperovací systém	500 Kč
5 Ventil	200 Kč
6 Nerez	20000 Kč
7 Svařování	2000 Kč
8 Šrouby + matky	200 Kč
9 Elektrifikace	250 Kč
10 Izolace	200 Kč
11 <b>Suma</b>	<b>41350 Kč</b>
12	

### PŘIBLIŽNÝ ROZPOČET ERGS 2500 - PC

1. Tenzometr	1500 Kč
2. Indikátor	4500 Kč
3 <i>PC</i>	5000 Kč
4 Temperovací systém	500 Kč
5 Ventil	200 Kč
6 Nerez	20000 Kč
7 Svařování	2000 Kč
8 Šrouby + matky	200 Kč
9 Elektrifikace	250 Kč
10 Izolace	200 Kč
11 <b>Suma</b>	<b>34350 Kč</b>

V první tabulce je uveden rozpočet při použití PowerPC Shark, což je případ, jak už jsem uvedl, kdy je přístroj naprosto nezávislý na jiném počítači. Cena se vyšplhala na 41 350 Kč. Klidně bych částku zaokrouhlil na 50 000 Kč, což je cena, která je poloviční oproti přístrojům dnes vyráběným se stejnou, nebo i horší funkčností.

V druhé tabulce je zaměnět Shark za naprosto obyčejný osobní počítač. Tím se cena sníží na 34 350 Kč. Cenu opět můžeme zaokrouhlit na cca 40 000 Kč.

Největší částkou v rozpočtu je nerez. Používal jsem nerez, protože se sním pro vývoj prototypu výborně pracovalo. Pro další použití a seriovou výrobu jde samozřejmě použít plast, který je mnohem levnější, a má podobné vlastnosti. Předně nerezne. Přístroj jsem mohl vyrobit i z obyčejného železa, jednotlivé součástky natřít a také by určitě přístroj plnil svůj účel. Ovšem takový přístroj by nevypadal moc profesionálně.

## 12.FOTKY PŘÍSTROJE ERGS 2500



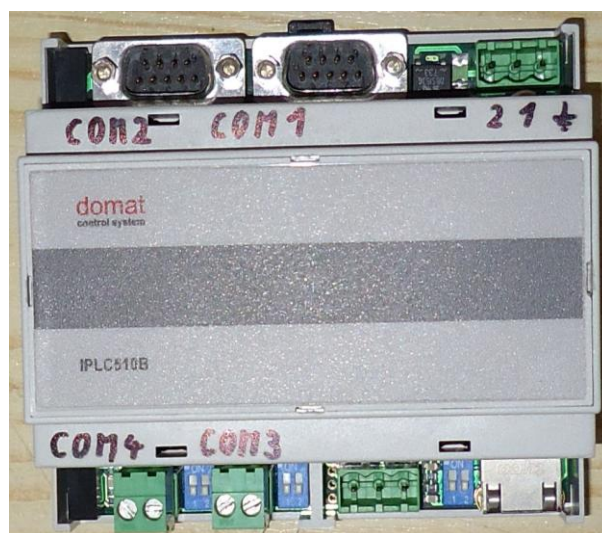
Obr.č.20: Pohled na srážkoměr (ještě nedokončený)



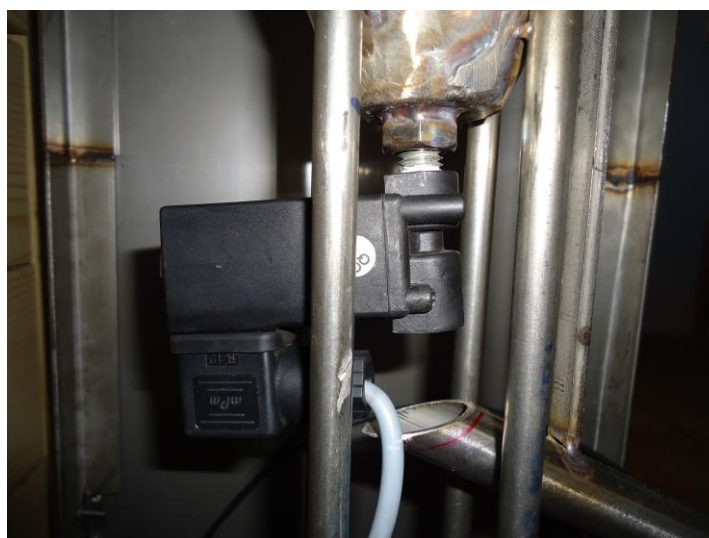
Obr.č.21: Záchytná plocha



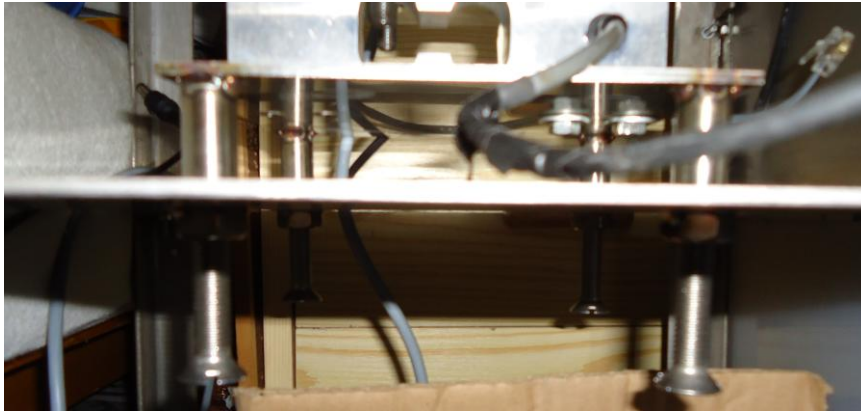
Obr.č.22: Pohled na systém tří trychtýřů



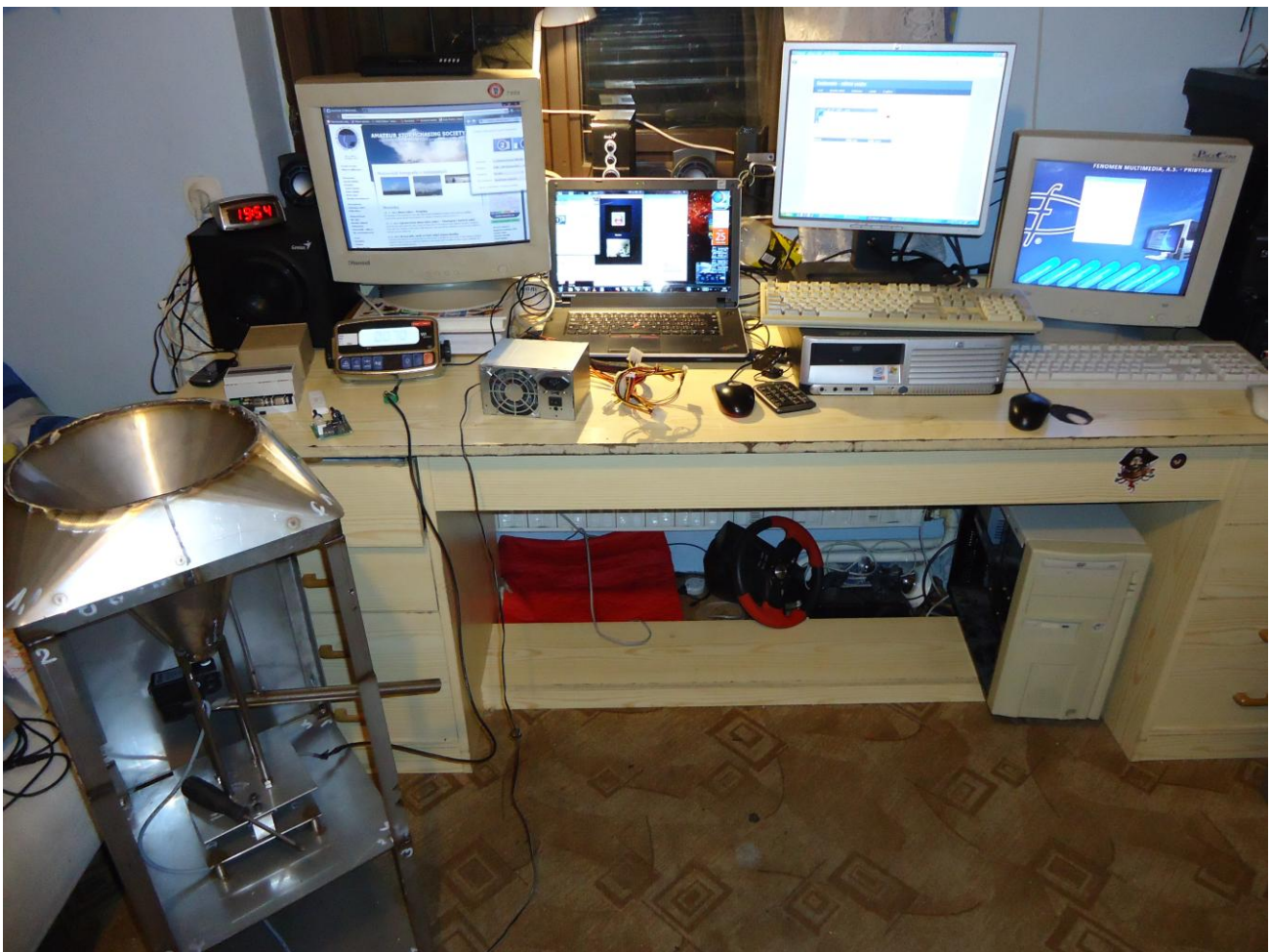
Obr.č.23: PowerPC Shark



Obr.č.24: Vypouštěcí systém



Obr.č.25: Kalibrační šrouby



Obr.č.26: Práce na ERGS 2500

## 13.ZÁVĚR

Tato práce je tedy o sestrojení mého vlastního srážkoměru. Do projektu jsem šel jen s pouhou myšlenkou a obrovským nadšením. O radarech, srážkoměrech, tenzometrech, PowerPC jsem nevěděl prakticky nic. Začínal jsem s tužkou a prázdným papírem. Dnes, zhruba po 15 měsících, mám plně funkční prototyp vlastního přístroje ERGS 2500, který nejen že splňuje kriteria meteorologického srážkoměru, ale dokonce překonává profesionální přístroje, vyráběné odbornými firmami, ať už výrazně nižší cenou, větší odolností, ekonomičtějším temperováním, samostatností či jednoduchostí.

## 14.ZDROJE

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Precipitation>
2. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sr%C3%A1%C5%BEky>
3. [http://www.chmu.cz/portal/dt?JSPTabContainer.setSelected=JSPTabContainer%202FP1\\_0\\_Home&last=false](http://www.chmu.cz/portal/dt?JSPTabContainer.setSelected=JSPTabContainer%202FP1_0_Home&last=false)
4. <http://www.bourky.cz/>
5. [http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_srinfo.php](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_srinfo.php)
6. <http://meteoservis.cz/>
7. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Tenzometr>
8. <http://www.automatizace.cz/article.php?a=510>
9. [http://old.chmi.cz/meteo/rad/rad\\_sit.html](http://old.chmi.cz/meteo/rad/rad_sit.html)