

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



**Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb**

# **OVĚŘENÍ VÝSTŘIKOVÉ CHARAKTERISTIKY SPRINKLEROVÉ HLAVICE**

VERIFICATION OF SPRAY CHARACTERISTICS OF A SPRINKLER

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vypracovala:

Bc. Valerie Komínková

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Hofbauer Pechová, Ph.D.

Školní rok:

2023/2024

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Komínková Jméno: Valerie Osobní číslo: 477192

Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Integrální bezpečnost staveb

Studijní obor/specializace: Integrální bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Název diplomové práce anglicky: Verification of the spray characteristics sprinkler head

Pokyny pro vypracování:

V rámci rešerše se zaměřte na výstřikové charakteristiky vodních sprinklerových hlavice. Zhodnoťte, co výstřikovou charakteristiku výrazně ovlivňuje. V rámci praktické části proveďte zkoušky srpinklerových hlavice. Následně vyhodnoťte závislost výstřikové charakteristiky na změně jednotlivých parametrů a podmínek. Z toho vyvodte závislosti, které ovlivňují výslednou výstřikovou charakteristiku zvolené sprinklerové hlavice v dané instalaci.

Seznam doporučené literatury:

Rybář, P. Sprinklerová zařízení, Ostrava: SPBI, 2011. ISBN: 978-80-7385-106-4.

Rybář, P. Stabilní hasicí zařízení, vodní a pěnová, PKPO, 2015. ISBN 978-80-260-7372-7.

THOMITZEK, Adam. Simulace procesů hašení pomocí počítačového modelování. Ostrava: VŠB -TU Ostrava, Disertační práce, 2022.

ČSN EN 12259-1+A1 - Stabilní hasicí zařízení - Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení - Část 1: Sprinklery. Český normalizační institut. 2002.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Pavla Hofbauer Pechová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 5.10.2023

Termín odevzdání DP v IS KOS: 8.1.2024

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

5.10.2023

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením vedoucí práce Ing. Pavly Hofbauer Pechové, Ph.D., a že jsem uvedla veškeré použité zdroje do seznamu literatury a podkladů. Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze, 11.1.2024

---

Bc. Valerie Komínková

## **Poděkování:**

Tímto děkuji vedoucí své diplomové práce Ing. Pavle Hofbauer Pechové, Ph.D. za její čas, trpělivost a rady, které mi poskytla a byly velmi nápomocné pro zpracování diplomové práce.

A hlavně děkuji své rodině za její obrovskou trpělivost a podporu.



## Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>5</b>
<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>7</b>
<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstrakt</b> .....	<b>10</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>12</b>
1.1 Motivace.....	12
1.2 Stanovení výzkumné otázky.....	12
1.3 Cíle práce .....	12
<b>2 Rešerše</b> .....	<b>12</b>
2.1 Stabilní hasící zařízení .....	12
2.1.1 Jednotlivé komponenty.....	13
2.1.2 Základní dělení .....	15
2.1.3 Dělení z hlediska požárního média .....	16
2.2 Sprinklerová hasící zařízení .....	16
2.2.1 Popis činnosti .....	17
2.2.2 Sprinklerové hlavice.....	17
2.2.3 Tříštic.....	17
2.2.4 Tepelná pojistka.....	18
2.3 Výstřiková charakteristika.....	19
2.3.1 Ovlivňující faktory.....	19
<b>3 Experimenty</b> .....	<b>20</b>
3.1 Experimenty obecně .....	20
3.1.1 Test homogenity rozptylu (kelímkový test).....	20
3.1.2 Test kruhového rozptylu.....	20
3.1.3 Test doby rozptylu .....	21
3.2 Experimenty v rámci diplomové práce .....	21
3.2.1 EXPERIMENT 1.....	21
3.3 Průběh experimentu .....	22
3.3.1 Příprava zkušební místnosti.....	22
3.3.2 Postup měření.....	24
3.3.3 Zkušební hlavice 1.....	25
3.3.4 Zkušební hlavice 2.....	28
3.3.5 Zkušební hlavice 3.....	31
3.3.6 Zkušební hlavice 4.....	33
3.3.7 Zkušební hlavice 5.....	35
3.3.8 Závěr .....	38
3.3.9 EXPERIMENT 2.....	41

3.4	Průběh experimentu .....	42
3.4.1	Příprava zkušební místnosti .....	42
3.4.2	Postup měření.....	43
3.4.3	Zkušební hlavice A .....	44
3.4.4	Zkušební hlavice B .....	50
3.4.5	Zkušební hlavice C.....	56
3.4.6	Závěr .....	62
<b>4</b>	<b>Závěr diplomové práce .....</b>	<b>71</b>
<b>Literatura</b>	<b>.....</b>	<b>72</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schématické zobrazení SHZ [3] .....	12
Obrázek 2 - Čerpadlo s dieselovým motorem.....	14
Obrázek 3 - Doplnňovací čerpadlo a čerpadlo s elektromotorem.....	14
Obrázek 4 - Suchá a mokrá ventilová stanice .....	15
Obrázek 5 - Popis sprinklerové hlavice.....	17
Obrázek 6 - Ukázka různých tříštičů .....	17
Obrázek 7 - Ukázka sprinklerů s tavnou pojistkou .....	18
Obrázek 8 - Ukázka barevného značení.....	18
Obrázek 9 - Ukázka různých průměrů.....	18
Obrázek 10 - Ukázka výstřikové křivky .....	19
Obrázek 11 - Ukázka způsobu rozdělení vody .....	19
Obrázek 12 - Výstřiková křivka v závislosti na tlaku – převzato z technických listů výrobců.....	20
Obrázek 13 - Sprinklerová komora [9].....	20
Obrázek 14 - Požární laboratoř UCEEB [12].....	21
Obrázek 15 - Experimentární čerpadlo.....	21
Obrázek 16 - Experimentární hlavice .....	22
Obrázek 17 - Montáž fólie.....	22
Obrázek 18 - Zafóliovaná pec .....	22
Obrázek 19 - Montáž trubky .....	23
Obrázek 20 - Připojená hadice k trubce.....	23
Obrázek 21 - Rozmístění zachytávacích nádob .....	23
Obrázek 22 - Připravená zkušební místnost.....	23
Obrázek 23 - Namontovaná sprinklerová hlavice.....	24
Obrázek 24 - Zachycení přebytečné vody .....	24
Obrázek 25 - Ukázka vážení.....	25
Obrázek 26 - Tříštič zkušebního sprinkleru 1 .....	25
Obrázek 27 - Zachycení přebytečné vody A1.....	26
Obrázek 28 - První spuštění testu A1.....	26
Obrázek 29 - Třetí test A3.....	26
Obrázek 30 - Tříštič zkušebního sprinkleru 2 .....	28
Obrázek 31 – Namontovaná hlavice .....	28
Obrázek 32 – Před spuštěním čerpadla .....	29
Obrázek 33 – Při spuštění čerpadla .....	29
Obrázek 34 - Při plném rozstříku .....	29
Obrázek 35 - Tříštič zkušebního sprinkleru 3.....	31
Obrázek 36 - Zachycení přebytečné vody C2.....	31
Obrázek 37 - První spuštění testu C1.....	31
Obrázek 38 - Druhý test C2 .....	32
Obrázek 39 - Tříštič zkušebního sprinkleru 4.....	33

Obrázek 40 – Průběh testu D2 .....	33
Obrázek 41 – Vážení.....	33
Obrázek 42 – Kapky.....	34
Obrázek 43 - Tříštic zkušebního sprinkleru 5.....	35
Obrázek 44 - První spuštění testu A1a .....	35
Obrázek 45 - Zachycená voda.....	36
Obrázek 46 - Průběh testu A2b.....	36
Obrázek 47 - Výstřik testu A2b.....	36
Obrázek 48 - Experimentální sprinklery .....	38
Obrázek 49 - Experimentální sprinklery - tříštiče.....	38
Obrázek 50 - Tabulkové rozměry .....	38
Obrázek 51 - Mobilní dešťový simulátor .....	41
Obrázek 52 - Štítek na čerpadle.....	41
Obrázek 53 - Experimentální hlavice pro druhý experiment .....	42
Obrázek 54 - Mobilní dešťový simulátor .....	42
Obrázek 55 - Rozmístění zachytávacích nádob pro druhý experiment.....	43
Obrázek 56 – Připravený prostor .....	43
Obrázek 57 – Dešťový simulátor popis .....	43
Obrázek 58 – Použitá trubka a váha .....	44
Obrázek 59 - Tříštic zkušebního sprinkleru A.....	44
Obrázek 60 - Namontovaný sprinkler A .....	45
Obrázek 61 - První spuštění testu A1.....	45
Obrázek 62 - Ukázka test A2 .....	45
Obrázek 63 - Fotka z vážení .....	45
Obrázek 64 - Třetí test A3.....	46
Obrázek 65 - Ukázka z testu A3.....	46
Obrázek 66 - Osy.....	48
Obrázek 67 - Tříštic zkušebního sprinkleru B.....	50
Obrázek 68 - První spuštění testu B1.....	51
Obrázek 69 – Chytání zkrápějící vody do nádob .....	51
Obrázek 70 – Zkouška B2.....	52
Obrázek 71 - Zkouška B3 .....	52
Obrázek 72 - Osy.....	54
Obrázek 73 - Tříštic zkušebního sprinkleru B.....	56
Obrázek 74 – Namontovaný sprinkler C.....	57
Obrázek 75 - Ukázka použití trubky .....	57
Obrázek 76 - První spuštění testu C1 .....	57
Obrázek 77 - Ukázka z vážení.....	58
Obrázek 78 - Ukázka test C3 .....	58
Obrázek 79 - Osy.....	60

Obrázek 80 - Experimentální sprinklery 2 .....	62
Obrázek 81 - Experimentální sprinklery 2 - tříštiče .....	62
Obrázek 82 - Totožné sprinklery .....	71

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Značení tavné pojistky podle ČSN EN 12259-1+A1 .....	18
Tabulka 2 - Značení skleněných pojistek podle ČSN EN 12259-1+A1 .....	18
Tabulka 3 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 1.....	27
Tabulka 4 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 2.....	30
Tabulka 5 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 3.....	32
Tabulka 6 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 4.....	34
Tabulka 7 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 5.....	37
Tabulka 8 - Souhrnný popis testovaných sprinklerů .....	38
Tabulka 9 - Průměrné hodnoty zachycené vody .....	40
Tabulka 10 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice A.....	47
Tabulka 11 - Sprinkler A výsledky pro osu A.....	48
Tabulka 12 - Sprinkler A výsledky pro osu B.....	49
Tabulka 13 - Sprinkler A výsledky pro osu C.....	49
Tabulka 14 - Sprinkler A výsledky pro osu D .....	50
Tabulka 15 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice B.....	53
Tabulka 16 - Sprinkler B výsledky pro osu A.....	54
Tabulka 17 - Sprinkler B výsledky pro osu B.....	55
Tabulka 18 - Sprinkler B výsledky pro osu C.....	55
Tabulka 19 - Sprinkler B výsledky pro osu D .....	56
Tabulka 20 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice C.....	59
Tabulka 21 - Sprinkler C výsledky pro osu A.....	60
Tabulka 22 - Sprinkler C výsledky pro osu B.....	61
Tabulka 23 - Sprinkler C výsledky pro osu C .....	61
Tabulka 24 - Sprinkler C výsledky pro osu D.....	62
Tabulka 25 - Zprůměrované hodnoty osy A.....	67
Tabulka 26 - Zprůměrované hodnoty testů 1-3.....	67
Tabulka 27 - Zprůměrované hodnoty osy B.....	68
Tabulka 28 - Zprůměrované hodnoty osy C.....	69
Tabulka 29 - Zprůměrované hodnoty osy D.....	70

## **Abstrakt**

Účelem diplomové práce je seznámení se se sprinklerovým hasícím zařízením. Dále je v diplomové práci řešena výzkumná otázka na téma výstřikových charakteristik sprinklerových hlavíc, kterou následně potvrdíme experimenty.

## **Klíčová slova**

Sprinkler; stabilní hasící zařízení; požár, tříštič; výstřiková charakteristika; hašení; požární ochrana; účinnost hašení

## **Abstract**

The purpose of the diploma thesis is to become familiar with sprinkler fire extinguishing equipment. Furthermore, in the diploma thesis, a research question on the topic of the spray characteristics of sprinkler heads is solved, which we will subsequently confirm with an experiment.

## **Keywords**

Sprinkler; fixed fire fighting systems; fire, deflector; spray curve; extinguishing; fire protection; extinguishing efficiency

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Seznam použitých zkratek a definice

### **Zkratky**

Tabulka má jenom dva sloupce – zkratka a plný název.

SHZ	Stabilní hasící zařízení
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
PHZ	Polostabilní hasící zařízení
HZ	Hasící zařízení
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
ČVUT	České vysoké učení technické

### **Definice**

Jištěná plocha	Prostor chráněn SHZ.
Chráněná plocha	Prostor zkrápěný sprinklerovou hlavici



# 1 Úvod

## 1.1 Motivace

Účelem této práce je rozšíření podkladů a informací ohledně výstřikových charakteristik sprinklerových hlavice.

## 1.2 Stanovení výzkumné otázky

Jaký má vliv na výstřikovou charakteristiku výška sprinkleru, tvar tříštitče a tlak?

## 1.3 Cíle práce

Hlavními cíli jsou:

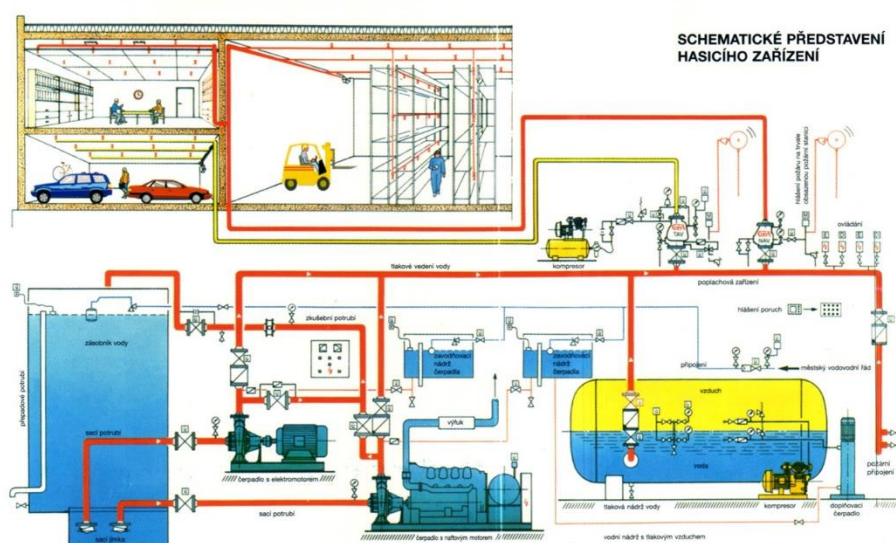
1. Seznámení se se systémem SHZ ;
2. Příprava na experiment;
3. Experiment;
4. Vyhodnotit výsledky

# 2 Rešerše

## 2.1 Stabilní hasící zařízení

Jedná se o trvale zabudované hasící zařízení ve stavbě nebo technologickém zařízení. Stabilní hasící zařízení (SHZ) se řadí mezi aktivní požární ochranu [1] a zároveň spadá do vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení. Což jsou zařízení, která musí splňovat speciální požadavky, co se týče navrhování, montáži, provozu, kontrol, údržby a opravy apod. [2]. SHZ slouží pro automatické uvádění pod kontrolu či hašení bez obsluhy.

SHZ rychle uvádí pod kontrolu ohniska požáru převážně již v počátečních fázích jeho vzniku. Zařízení je složeno ze zdroje vody a sprinklerové soustavy, jejíž součástí jsou ventilové soustavy, potrubní rozvody a samotné sprinklerové hlavice [3].



Obrázek 1 - Schématické zobrazení SHZ [3]

## 2.1.1 Jednotlivé komponenty

### 2.1.1.1 Zdroj vody

Podle [4] můžeme mít čtyři druhy zásobování vodou.

Prvním způsobem je získávání vody z **veřejné vodovodní sítě**. Tento způsob může být vybrán v případě, že veřejná vodovodní síť je schopná zajistit požadavky na minimální tlak, průtok a dobu činnosti, kdy se musí počítat i s dodatečným průtokem pro ruční hašení, jako jsou například hydranty nebo požární hadicové navijáky. Další podmínkou pro využití tohoto způsobu získávání vody je instalace tlakového spínače na vstupní straně každého zpětného ventilu pro vyvolání poplachu při poklesu tlaku v přívodním potrubí, dále je nutné spínače opatřit zkušební armaturou. V případě špatné kvality vody je nezbytné dodat do přípojek filtry.

Druhou a zároveň nejvyužívanější možností zásobování vodou je **zásobní nádrž**. Nádrž musí být navržena s čerpadlem nebo spádová či otevřená. Také musí být splněn minimální objem vody, který se určí jedním ze dvou způsobů. První možností je nádrž s plným objemem, u které je využitelné množství vody stejné stanovenému množství vody. Druhou možností je nádrž s redukováným objemem, u které je požadované množství vody vytvořeno spojením využitelného objemu nádrže a automatického plnění. Využitelný objem nádrže se získá výpočtem rozdílu objemu při normální a nejnižší využitelné hladině vody. Nádrže, které nejsou mrazuvzdorné se musí hladina vody zvýšit o 1 m a provádět otvory v ledu. Pro zakryté nádrže je nutné zajistit snadný přístup. Veškeré nádrže, vyjma otevřených, je nutné opatřit ukazatelem stavu hladiny čitelným zvenku.

Třetí možností jsou takzvaně **nevyčerpateľné zdroje**. Jedná se o přirozené i umělé zdroje vody (řeky, přehrady, jezera). Pro využití těchto zdrojů se používají usazovací a sací komory. Usazovací komory zabraňují vniku větrem unášených nečistot a slunečních paprsků.

Poslední možností jsou **tlakové nádrže**, které jsou vyhrazeny výlučně pro sprinklerové nebo pro vodní sprejové zařízení. Tlaková nádrž musí být kontrolovatelná zvnějšku i zvnitřku, z obou stran musí být korozivzdorná a výtlačné potrubí musí být umístěno minimálně 0,05 m nad dnem nádrže. Musí být dále splněny podmínky na umístění. Tlakovou nádrž je možné umístit v budově chráněnou sprinklery nebo v samostatném objektu chráněném sprinklery, jehož konstrukce jsou z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 nebo ekvivalentních podle platných národních klasifikačních systémů stavebních konstrukcí používaných výhradně pro umístění požárního zásobování vodou a zařízení a nebo v budově sprinklery nechráněnou v samostatném požárním úseku bez hořlavého materiálu s požárně dělícími konstrukcemi s minimální požární odolností 60 min. Tlaková nádoba musí být umístěna v prostoru s celoroční teplotou nad 4 °C.

### 2.1.1.2 Čerpadla

Čerpadla pro SHZ se volí s elektromotory nebo dieslovými motory, která mají minimální výkon dle [4]. Jedná-li se o systém s více než jedním čerpadlem musí být zajištěna kompatibilní charakteristika a musí být zajištěna součinnost při všech průtocích. Při instalaci dvou čerpadel, musí každé z nich zajistit stanovené průtoky a tlaky. U systému se třemi čerpadly, musí každé zajistit minimálně 50 % stanoveného průtoku při daném tlaku. Pro systémy s více čerpadly může být zvoleno maximálně jedno s elektromotorem. Čerpadla se mohou umístit do prostorů s konstrukcemi s požární odolností minimálně 60 min. V místnosti čerpadel je nutné zajistit minimální teplotu 4 °C pro čerpadla s elektromotory a 10 °C pro čerpadla s dieslovými motory. Do prostoru s čerpadly musí být umožněn přímý vstup zvenku [4].

Dále musí být nainstalováno doplňovací čerpadlo pro zajištění trvalého tlaku v systému na ventilovými stanicemi v případě zásobování vodou s kolísavým tlakem (městský vodovod). Dále toto čerpadlo zabraňuje zbytečnému startování hlavních čerpadel [4].



Obrázek 2 - Čerpadlo s dieselovým motorem



Obrázek 3 - Doplnovací čerpadlo a čerpadlo s elektromotorem

### 2.1.1.3 Armatury

Každá sprinklerová soustava musí mít **ventilovou stanici**, na kterou je umístěný tlakoměr [4].



**Obrázek 4 - Suchá a mokrá ventilová stanice**

**Uzavírací armatury** slouží pro uzavření dodávky vody ke sprinklerům. Musí se zavírat ve směru hodinových ručiček, dále je třeba je jasně označit ukazatelem, který oznamuje, v jaké poloze armatura je. V otevřené poloze musí být zajištěna páskou a visacím zámekem nebo jiným způsobem. Uzavírací armatura nesmí být instalována za ventilovou stanicí ve směru toku, kromě případu, kdy je monitorována [4].

Další důležitou součástí systému SHZ jsou **odvodňovací armatury**, které slouží pro odvodnění potrubí. Musí být zajištěno odvodnění bezprostředně za ventilovou stanicí, za podřízeným řídicím ventilem, za podřízenou uzavírací armaturou, mezi suchým potrubím, jakýmkoli potrubím, které nemůže být odvodněno jinou odvodňovací armaturou. Armatury se umísťují na nižším konci potrubí a výtok nesmí být výše než 3 m nad podlahou [4].

V neposlední řadě nesmí v žádné soustavě chybět **zkušební armatura**, kterou se zkouší spuštění poplachu a spuštění čerpadla. Armaturou protéká množství vody odpovídající průtoku jednoho sprinkleru [4].

## 2.1.2 Základní dělení

### 2.1.2.1 SHZ

Zásobování vodou je zajištěno ze zásobní nádrže za pomoci čerpadel. Dále se k SHZ projektuje strojovna, ve které se nachází ventilové stanice. Ventilové stanice slouží k rozdělení vody do příslušných jištěných ploch (= prostor, do kterého je navrženo příslušné hasící zařízení (HZ)) v objektu.

### 2.1.2.2 PHZ

Polostabilní HZ je většinou vodní HZ, u kterého není nádrž na vodu a čerpací zařízení. Voda se do PHZ dostává pomocí cisternové automobilové stříkačky za asistence hasičů. Do této skupiny spadají i taková SHZ, jejichž nádrž na vodu nesplňuje normové požadavky [5].

## 2.1.3 Dělení z hlediska požárního média

### 2.1.3.1 Pěnová

Pro hašení se používá voda a pěnotvorný roztok nebo pěna a funguje na principu zamezení přístupu kyslíku k povrchu. Tento typ se používá převážně pro třídy požárů B (požáry hořlavých kapalin), v prostorech sloužících pro skladování hořlavých kapalin, záchytných jímek, popřípadě skladů s pneumatikami. Po použití je třeba řádně propláchnout potrubí, neboť použité hasící médium má korozivní účinky [5].

### 2.1.3.2 Plynová a halonová

Tento typ se využívá v prostorech, kde hrozí poničení v případě použití vody (jedná se například o místnosti, kde se instaluje elektronika – serverovny) nebo v prostorech, kde hrozí klesnutí teploty pod +4 °C (například garáže). Jako hasivo se používají inertní plyny (argon, dusík, apod.), CO<sub>2</sub>, popřípadě halonové náhrady (na bázi ketonů).[5]

### 2.1.3.3 Prášková

Práškové HZ není příliš využíváno. Je vhodné pro požáry typu B a C, hořlavých látek, které se při požáru taví. Mají také více omezení, co se použitelnosti týče, například práškové SHZ nelze využít u strojů v textilních provozech a elektrických zařízeních, jelikož při překročení hraniční teploty a vlhkosti dojde k vytvoření usazenin, které mohou vytvářet korozi a hůře se odstraňují.[5]

### 2.1.3.4 Speciální

Jedná se například o aerosol, což je uznávané jako efektivní prostředek pro hašení požárů třídy A, B i C. Aerosolové SHZ funguje na principu objemového hašení. Vyplní chráněný prostor částičky aerosolu v předem určené koncentraci, kterou je nutné udržet minimálně po dobu 10 minut, z toho plyne, že je třeba zajistit dostatečnou těsnost chráněného prostoru nebo jestliže nelze dostatečně utěsnit, musí se uvažovat s vyšším množstvím hasiva. I přesto je potřeba chráněný prostor uzavřít (dveře, okna, apod.) a udržet, co největší těsnost v co nejdelším čase [6].

### 2.1.3.5 Vodní

Voda je nejrozšířenější a zároveň nejlevnějším hasicím médiem.

Ty se dále dělí na zařízení:

- sprinklerová
- sprejová
- mlhová
- s otočnými proudnicemi

## 2.2 Sprinklerová hasicí zařízení

Jedná se o zařízení sloužící k rozprašování vody s cílem potlačit či uhasit požár. Tento systém funguje na principu detekce tepla a rychlé reakce spuštění vody [7]. Řadí se mezi nejúčinnější prostředky požární ochrany. Velkou předností je, že je požár hašen lokálně a zároveň systém ohlašuje požár i prostor požářiště. Další výhodou je, že HZ funguje celoročně bez obsluhy [8].

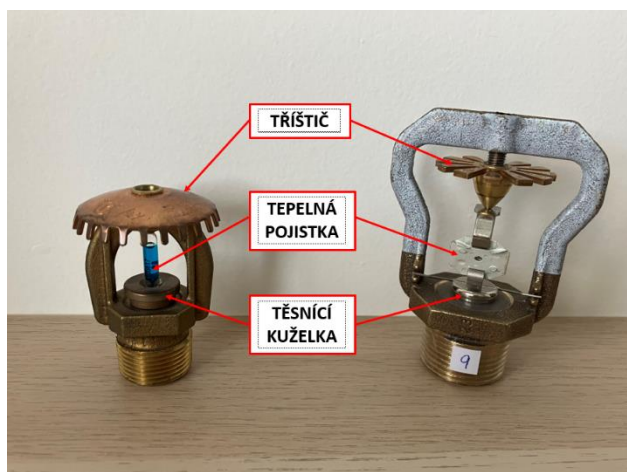


## 2.2.1 Popis činnosti

Jakmile dojde teplo z požáru až ke sprinklerové hlavici a je dosaženo otevírací teploty tepelné pojistky na sprinklerové hlavici, dojde k porušení dané pojistky a uvolnění těsnící kuželky, čímž dojde k otevření konkrétní sprinklerové hlavice. Vodě tedy nic nebrání a kompaktní proud naráží na tříšticí a vytváří se charakteristický výstřikový proud. Po uvolnění těsnící kuželky dochází k poklesu tlaku, čímž je otevřena, a tím dojde ke spuštění hlavního čerpadla, které je vždy nutné po uvedení do provozu vypnout ručně. Celý proces probíhá automaticky bez obsluhy [8].

## 2.2.2 Sprinklerové hlavice

Každá sprinklerová hlavice se skládá z tříšticí, tepelné pojistky a těsnící kuželky viz obrázek níže.



Obrázek 5 - Popis sprinklerové hlavice

## 2.2.3 Tříšticí

Tvar tříšticí má hlavní vliv na tvar výstřikové křivky (viz kapitola 2.3.1.1).



Obrázek 6 - Ukázka různých tříšticů

## 2.2.4 Tepelná pojistka

U sprinklerů se nachází dva druhy tepelných pojistek tavná a skleněná.

### 2.2.4.1 Tavné pojistky

Při dosažení otevírací teploty dojde k roztavení plíšku a k otevření konkrétní sprinklerové hlavice [4].

Otevírací teplota [C°]	Barevné označení
57 - 77	-
80 - 107	bílá
121 - 149	modrá
163 - 191	červená
204 - 246	zelená
260 - 302	oranžová
320 - 343	černá

Tabulka 1 - Značení tavné pojistky podle ČSN EN 12259-1+A1



Obrázek 7 - Ukázka sprinklerů s tavnou pojistkou

### 2.2.4.2 Skleněná pojistka

Je hojněji využívána v Evropě. Jedná se o skleněnou baňku naplněnou tekutinou, která se, při dosažení otevírací teploty, roztáhne a dojde k destrukci skla [4]. Baňky mohou mít různé průměry, které mají vliv na rychlost reakce. Čím větší průměr, tím pomalejší reakce na teplotu.

Otevírací teplota [C°]	Barevné označení
57	oranžová
68	červená
79	žlutá
93	zelená
100	
121	modrá
141	
163	světle fialová
182	
204	černá
227	
260	
286	
343	

Tabulka 2 - Značení skleněných pojistek podle ČSN EN 12259-1+A1



Obrázek 8 - Ukázka barevného značení

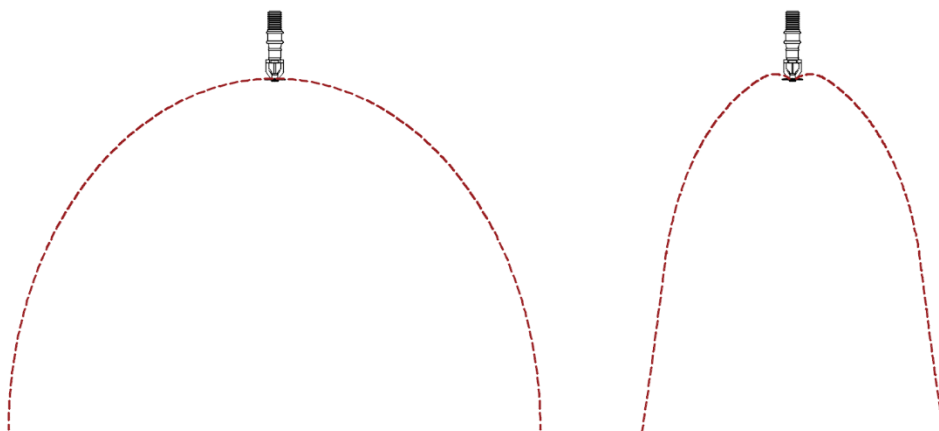


Obrázek 9 - Ukázka různých průměrů



## 2.3 Výstřiková charakteristika

Výstřiková charakteristika je tvar křivky, kterou vytváří kompaktní proud vody odražený od tříštiče (je vytvořen tzv. sprchový proud).

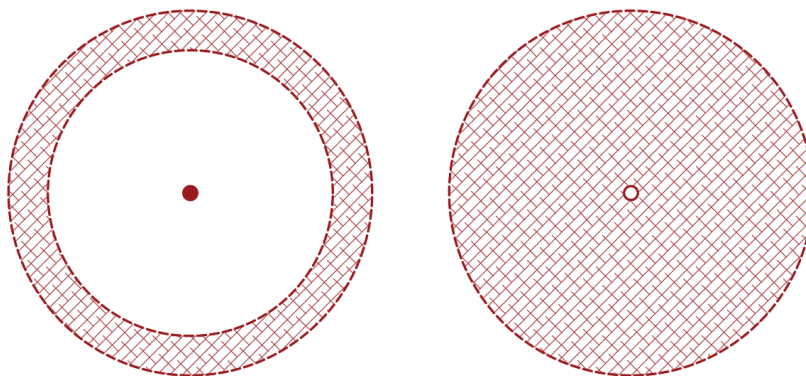


Obrázek 10 - Ukázka výstřikové křivky

### 2.3.1 Ovlivňující faktory

#### 2.3.1.1 Tříštič

Tříštič určuje, zda voda bude stříkat po celé ploše pod tříštičem, nebo se bude převážně shlukovat po jeho obvodu takzvaně vytvoří prstenec viz obrázek 7. Bude-li tříštič plný bez otvorů bude voda primárně mířená po obvodu a vznikne výše zmíněný prstenec. V případě tvarovaného tříštiče bude voda více rozvrhnutá po celé chráněné ploše.



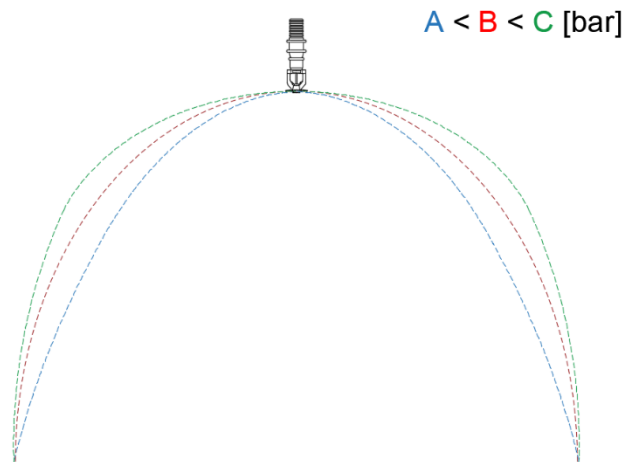
Obrázek 11 - Ukázka způsobu rozdělení vody

#### 2.3.1.2 K - faktor

K faktor, neboli průtok sprinkleru v l/min při tlaku 1 bar [9].

### 2.3.1.3 Tlak

Dále má na tvar křivky vliv i tlak vody působící na sprinkler. Čím větší tlak bude na hlavici, tím větší bude prvotní rozstřík a rychlý pád [10].



Obrázek 12 - Výstřiková křivka v závislosti na tlaku – převzato z technických listů výrobců

## 3 Experimenty

### 3.1 Experimenty obecně

Většina experimentů je prováděna ve speciálních místnostech (sprinklerových komorách). [11]



Obrázek 13 - Sprinklerová komora [9]

#### 3.1.1 Test homogenity rozptylu (kelímkový test)

Tento test spočívá v tom, že se do sprinklerové komory vloží speciální nádoby, které mají zachycovat vodu. Poté se spustí zkrápění a pomocí kamer, vah a jiných měřících přístrojů se sleduje, jakým způsobem voda vystřikuje, zda voda stříká rovnoměrně, v jakém úhlu apod. [7]

#### 3.1.2 Test kruhového rozptylu

Kruhový rozptylový papír se umístí pod sprinkler, poté se sprinkler spustí a změří se rozptyl vody na papíru. Výsledkem se získávají informace o vzdálenosti rozstříku od středu. [7]

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.1.3 Test doby rozptylu

Měří se, jak dlouho trvá, než voda dostříkne na požadovanou vzdálenost. [7]

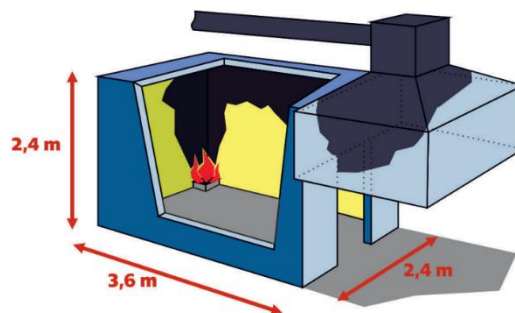
## 3.2 Experimenty v rámci diplomové práce

Pro experimenty v rámci diplomové práce byl zvolen test homogenity rozptylu, neboli kelímkový test.

### 3.2.1 EXPERIMENT 1

#### 3.2.1.1 Zkušební prostor

Jako experimentální prostor byla využita požární laboratoř v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Praze, která se nachází v Buštěhradě. Jako sprinklerová komora byl využit vnitřní prostor.



Obrázek 14 - Požární laboratoř UCEEB [12]

#### 3.2.1.2 Čerpadlo

Pro pokus bylo využito čerpadlo DAB KVC 85/120 s maximálním provozním tlakem 13 bar [12]. Tlak čerpadla nebylo možné měnit, proto byl u všech provedených testů použit tlak 13 barů.



Obrázek 15 - Experimentární čerpadlo

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.2.1.3 Sprinklerové hlavice

Pro experiment bylo vybráno pět různých sprinklerových hlavice od výrobců Viking (sprinkler 4), Tyco (sprinkler 2), Minimax (sprinklery 1 a 5), LPC (sprinkler 3). U všech se jedná o stejný typ hlavice: závěsný.



Obrázek 16 - Experimentární hlavice

## 3.3 Průběh experimentu

### 3.3.1 Příprava zkušební místnosti

Pro experiment bylo třeba vnitřní prostor požární zkušebny upravit. Na stěny se připevnila fólie, která ochránila stěny od vody.



Obrázek 17 - Montáž fólie



Obrázek 18 - Zafóliovaná pec



## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Dále se namontovala potřebná trubka, přes kterou se přiváděla voda z hadice do zkušebního sprinkleru, který se umístil doprostřed místnosti.



Obrázek 19 - Montáž trubky

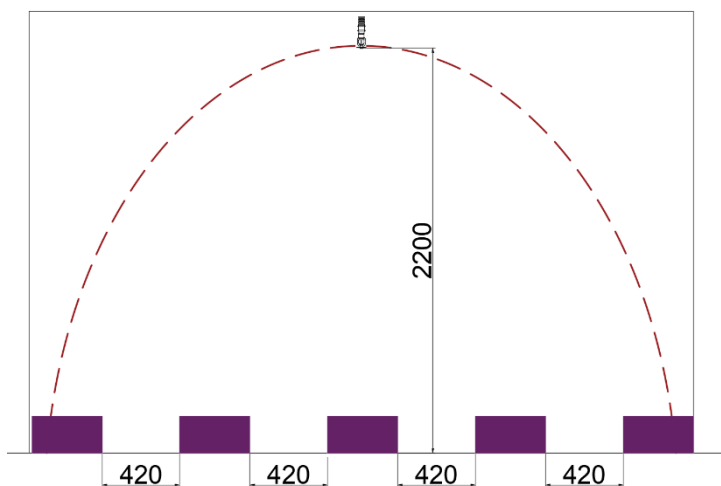


Obrázek 20 - Připojená hadice k trubce

Jako poslední se na zem umístily cementovláknité desky pro lepší stabilitu a snazší manipulaci po prostoru, aby zkoušející osoby neuklouzly nebo neprotrhly fólii. Na desky byly umístěné zachytávací nádoby, které byly rozmístěné symetricky od středu v jedné ose. Středem je považována sprinklerová hlavice, která se umístila do výšky 2,2 m k tříšti.



Obrázek 22 - Připravená zkušební místnost



Obrázek 21 - Rozmístění zachytávacích nádob

### 3.3.2 Postup měření

Na trubku byla namontována sprinklerová hlavice. Před každým spuštěním vody byly všechny zachytávací nádoby zváženy, jejich hmotnost zapsána a následně se umístily na své místo. Pro experiment bylo použito pět zachytávacích nádob označené čísly 1 – 5 pro lepší orientaci viz obrázek 22. Č. 1 a č. 5 se umísťovaly na okraje, č. 3 byla umístěna na střed přímo pod sprinklerovou hlavici a č. 2 a č. 4 se umístily mezi prostor okrajové nádoby a prostřední nádoby viz obrázek výše.



Obrázek 23 - Namontovaná sprinklerová hlavice

Po namontování sprinkleru a umístění nádob bylo spuštěno čerpadlo po dobu jedné minuty. Poté bylo vypnuto a zachytila se přebytečná voda vytékající ze sprinklerové hlavice, aby to nezkreslilo výsledek.



Obrázek 24 - Zachycení přebytečné vody

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Následně se všechny nádoby opět zvažily, výsledné hmotnosti se zapsaly a voda z nádob se vylila. Tento postup se pro každou hlavici zopakoval třikrát. Vše bylo váženo na váze s přesností na dvě desetinná místa.



Obrázek 25 - Ukázka vážení

### 3.3.3 Zkušební hlavice 1

#### 3.3.3.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy MINIMAX s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 25 mm a jeho výška činí 32 mm. Tříštič je s plným středem a paprčitým obvodem, délka krátkého paprsku je 4 mm a dlouhého 5,5 mm. Z toho plyne, že by se voda měla nejvíce shromažďovat při kraji.



Obrázek 26 - Tříštič zkušebního sprinkleru 1



## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.3.3.2 Ukázka ze zkoušení



Obrázek 28 - První spustění testu A1



Obrázek 27 - Zachycení přebytečné vody A1

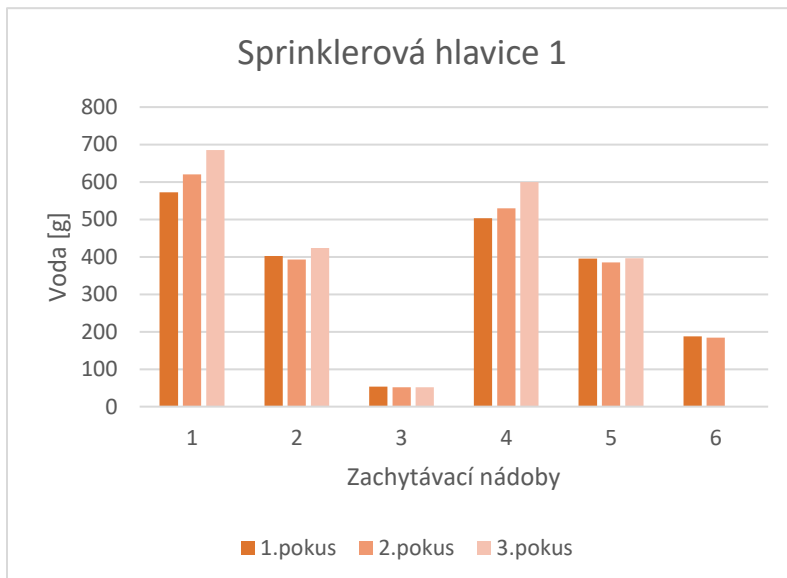


Obrázek 29 - Třetí test A3

## 3.3.3.3 Výsledky

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce níže, kdy 1-5 jsou zachytávací nádoby a 6 je zbytková voda, která ještě vyteče z potrubí po vypnutí čerpadla. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „PŘED“ je hmotnost nádoby před zkouškou, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a PŘED a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

SPRINKLER 1			
POKUS 1	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	328	900	572
2	330	732	402
3	332	385	53
4	330	833	503
5	330	725	395
6	4	192	188
POKUS 2	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	325	945	620
2	330	723	393
3	330	382	52
4	328	858	530
5	328	713	385
6	4	188	184
POKUS 3	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	326	1011	685
2	331	755	424
3	332	384	52
4	331	931	600
5	330	726	396
6	4	-	-



Graf 1 - Sprinklerová hlavice 1

Tabulka 3 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 1

## 3.3.3.4 Zhodnocení

Při posledním testování se bohužel vylilo množství přebytečné vody (nádobka č. 6), takže nebylo možné jej zvážit a tím ho započítat do výsledků. Z grafů je vidět, že přímo pod tříštičem se voda prakticky vůbec neshromažďuje, což potvrzuje teorii uvedenou v odstavci 3.3.3.1. Nejvíce vody se zachytilo v nádobě č. 1, která byla umístěna u vchodu do požární pece.

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.3.4 Zkušební hlavice 2

#### 3.3.4.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy TYCO s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 29 mm a jeho výška činí 37 mm. Tříštič je s plným středem a 12 paprsky po obvodu o délce 6 mm, z toho plyne, že by se voda měla nejvíce shromažďovat při kraji.



Obrázek 30 - Tříštič zkušebního sprinkleru 2

#### 3.3.4.2 Ukázka ze zkoušení



Obrázek 31 – Namontovaná hlavice



Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice



**Obrázek 32 – Před spuštěním čerpadla**



**Obrázek 33 – Při spuštění čerpadla**

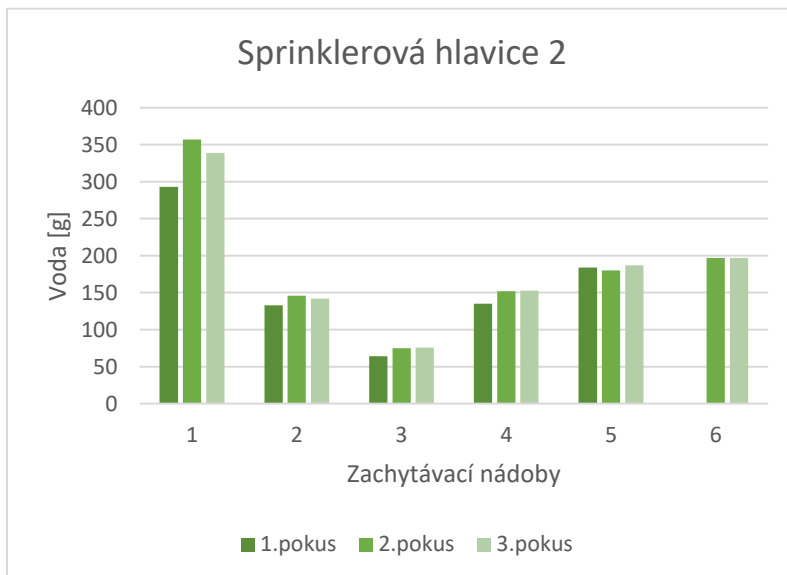


**Obrázek 34 - Při plném rozstříku**

## 3.3.4.3 Výsledky

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce níže, kdy 1-5 jsou zachytávací nádoby a 6 je zbytková voda, která ještě vyteče z potrubí po vypnutí čerpadla. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „PŘED“ je hmotnost nádoby před zkouškou, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a PŘED a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

SPRINKLER 2			
POKUS 1	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	324	617	293
2	328	461	133
3	330	394	64
4	327	462	135
5	324	508	184
6	4	0	0
POKUS 2	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	327	684	357
2	332	478	146
3	333	408	75
4	331	483	152
5	325	505	180
6	4	201	197
POKUS 3	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	326	665	339
2	334	476	142
3	332	408	76
4	332	485	153
5	328	515	187
6	4	201	197



Graf 2 - Sprinklerová hlavice 2

Tabulka 4 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 2

## 3.3.4.4 Zhodnocení

Z grafu je opět patrné, že nejvíce vody bylo zachyceno do nádoby č. 1. Nejméně vody se nashromáždilo přímo pod sprinklerem. Při prvním testování po vypnutí čerpadla nevytekla žádná zbytková voda, z toho důvodu je v tabulce u 1. pokusu u nádoby č. 6 hodnota nula.

### 3.3.5 Zkušební hlavice 3

#### 3.3.5.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy LPC s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 31 mm a jeho výška činí 32 mm. Tříštič je s plným středem a po obvodu se nachází 16 paprsků, krátké paprsky měří 6,5 mm a dlouhé 8,5 mm. Z toho plyne, že by se voda měla nejvíce shromažďovat při kraji.



Obrázek 35 - Tříštič zkušebního sprinkleru 3

#### 3.3.5.2 Ukázka ze zkoušky



Obrázek 37 - První spustění testu C1



Obrázek 36 - Zachycení přebytečné vody C2





Obrázek 38 - Druhý test C2

### 3.3.5.3 Výsledky

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce níže, kdy 1-5 jsou zachytávací nádoby a 6 je zbytková voda, která ještě vyteče z potrubí po vypnutí čerpadla. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „PŘED“ je hmotnost nádoby před zkouškou, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a PŘED a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

SPRINKLER 3			
POKUS 1	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	326	472	146
2	330	403	73
3	327	384	57
4	330	471	141
5	328	466	138
6	4	179	175
POKUS 2	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	322	469	147
2	325	405	80
3	328	378	50
4	327	471	144
5	332	472	140
6	4	193	189
POKUS 3	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	322	470	148
2	329	405	76
3	327	377	50
4	326	475	149
5	328	474	146
6	4	16	12



Graf 2 - Sprinklerová hlavice 3

Tabulka 5 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 3



## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.3.5.4 Zhodnocení

Po zhodnocení výsledků je viditelné, že voda se převážně hromadí po obvodu chráněné plochy. Opět se nejvíce množství navážilo v nádobě č. 1, ale jedná se o zanedbatelný rozdíl oproti nádobám č. 4 a 5. Nejméně vody se nachází pod sprinklerem.

### 3.3.6 Zkušební hlavice 4

#### 3.3.6.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy VIKING s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 31 mm a jeho výška činí 39 mm. Tříštič je tvořen plným středem a 16 paprsky po obvodu, krátké paprsky měří 6 mm a dlouhé 8 mm. Z toho plyne, že by se voda měla nejvíce shromažďovat při kraji.



Obrázek 39 - Tříštič zkušebního sprinkleru 4

#### 3.3.6.2 Ukázka ze zkoušky



Obrázek 41 – Vážení



Obrázek 40 – Průběh testu D2

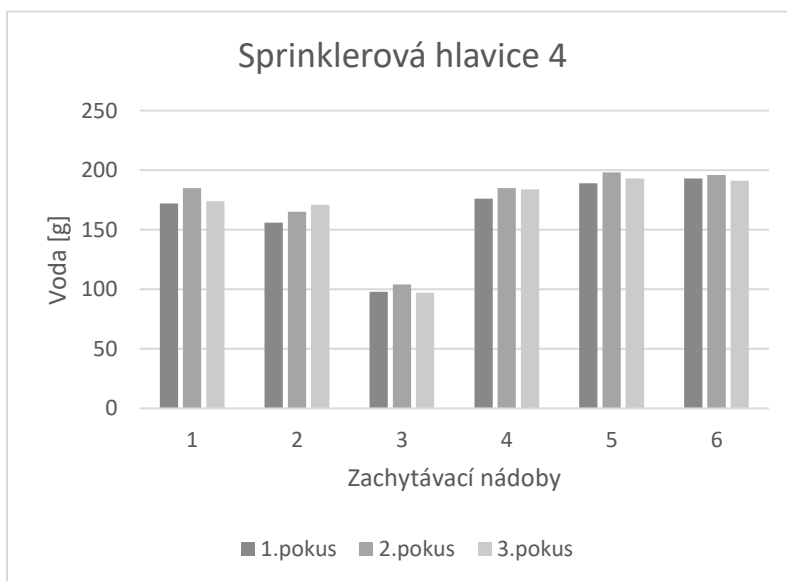


Obrázek 42 – Kapky

### 3.3.6.3 Výsledky

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce níže, kdy 1-5 jsou zachytávací nádoby a 6 je zbytková voda, která ještě vyteče z potrubí po vypnutí čerpadla. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „PŘED“ je hmotnost nádoby před zkouškou, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a PŘED a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

SPRINKLER 4			
POKUS 1	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	329	501	172
2	327	483	156
3	327	425	98
4	325	501	176
5	329	518	189
6	4	197	193
POKUS 2	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	321	506	185
2	328	493	165
3	327	431	104
4	325	510	185
5	327	525	198
6	4	200	196
POKUS 3	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	323	497	174
2	328	499	171
3	327	424	97
4	326	510	184
5	326	519	193
6	4	195	191



Graf 2 - Sprinklerová hlavice 4

Tabulka 6 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 4

### 3.3.6.4 Zhodnocení

Po prozkoumání výsledků se zjistilo, že se voda shromažďuje převážně po obvodu chráněné plochy. Ale oproti předchozím sprinklerům je voda více rovnoměrně rozdělena po ploše. Nádoby 1, 2, 4 a 5 mají zhruba podobné množství vody. Nádoba č. 3, která je umístěná pod sprinklerem zachytila vody nejméně a rozdíl oproti nádobám 1, 2, 4 a 5 je znatelný.

### 3.3.7 Zkušební hlavice 5

#### 3.3.7.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy MINIMAX s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 24 mm a jeho výška činí 32 mm. Tříštič je s tvořen plným kruhem s 10 menšími zářezy po obvodu a s 6 kruhovými otvory. Z toho plyne, že by nejvíce vody mělo být přímo pod hlavicí.



Obrázek 43 - Tříštič zkušebního sprinkleru 5

#### 3.3.7.2 Ukázka ze zkoušky



Obrázek 44 - První spuštění testu A1a





Obrázek 45 - Zachycená voda



Obrázek 46 - Průběh testu A2b

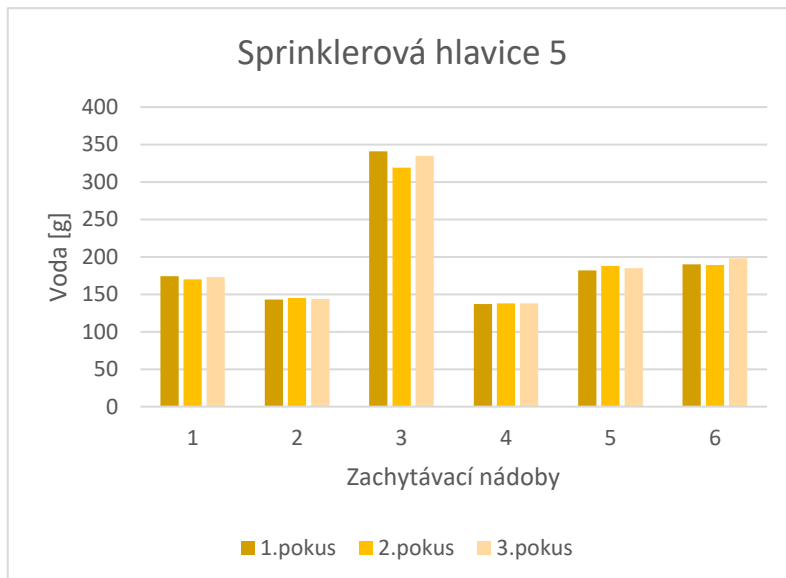


Obrázek 47 - Výstřik testu A2b

## 3.3.7.3 Výsledky

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce níže, kdy 1-5 jsou zachytávací nádoby a 6 je zbytková voda, která ještě vyteče z potrubí po vypnutí čerpadla. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „PŘED“ je hmotnost nádoby před zkouškou, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a PŘED a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

SPRINKLER 5			
POKUS 1	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	319	493	174
2	324	467	143
3	321	662	341
4	322	459	137
5	325	507	182
6	4	194	190
POKUS 2	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	320	490	170
2	326	471	145
3	328	647	319
4	327	465	138
5	329	517	188
6	4	193	189
POKUS 3	PŘED [g]	PO [g]	VODA [g]
1	325	498	173
2	330	474	144
3	328	663	335
4	329	467	138
5	329	514	185
6	4	202	198



Graf 2 - Sprinklerová hlavice 5

Tabulka 7 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice 5

## 3.3.7.4 Zhodnocení

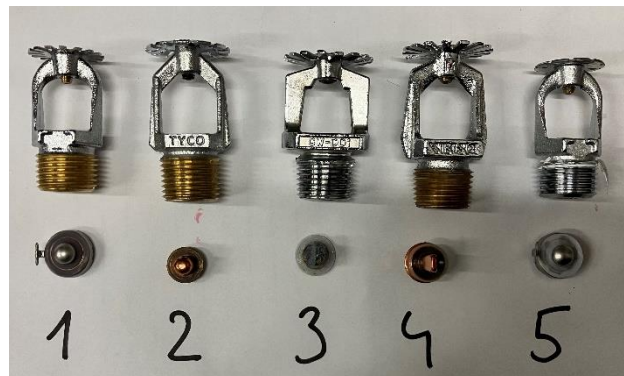
Na základě výsledků je patrné, že největší množství vody se nachází přímo pod sprinklerovou hlavicí, což je s největší pravděpodobností způsobené otvory v plném tříštiči, což potvrzuje teorii v odstavci 3.3.7.1. Oproti předchozím sprinklerům je voda rozložena více symetricky. Nádoby 1 a 5, které byly umístěny po okraji mají podobné množství a nádoby 2 a 4 se od sebe také nijak extrémně neliší.

### 3.3.8 Závěr

V rámci této diplomové práce bylo otestováno 5 sprinklerových hlavice stejného typu: podhledové hlavice. Lišily se výrobcem, velikostí a tvarem tříštiče. Test byl z hlediska statické relevantnosti pro každou hlavici zopakován třikrát. Na obrázcích 49 a 50 jsou zobrazeny zkoušené sprinklerové hlavice zleva MINIMAX, TYCO, LPC, VIKING a MINIMAX. Pod hlavicemi jsou zobrazeny i těsnící kuželky. Jak je z obrázků patrné i tyto těsnící kuželky jsou u různých výrobců odlišné.



Obrázek 49 - Experimentální sprinklery - tříštiče

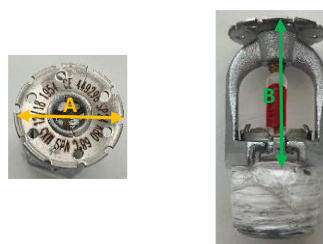


Obrázek 48 - Experimentální sprinklery

V Tabulce 8 můžeme porovnat jednotlivé testované hlavice, kdy rozměrově nejmenší hlavicí je od firmy MINIMAX hlavice č. 5 a rozměrově největší je hlavice č. 4 od firmy VIKING.

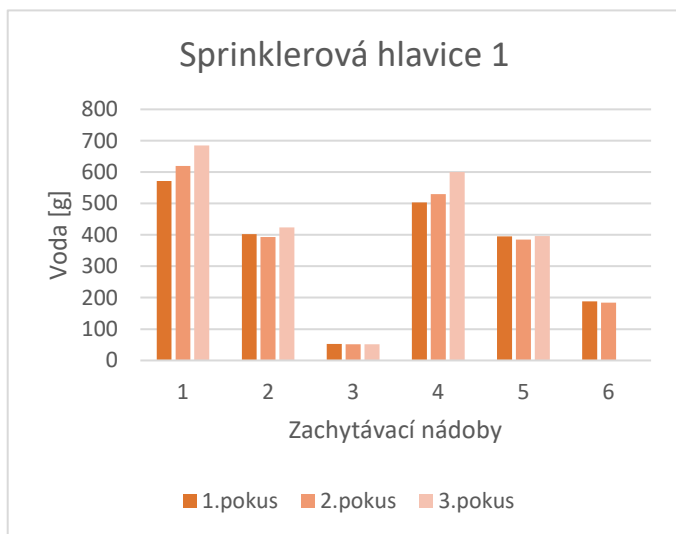
ZNAČENÍ	VÝROBCE	ROZMĚRY [mm]	
		průměr A	výška B
1	MINIMAX	25	32
2	TYCO	29	37
3	LPC	31	32
4	VIKING	31	39
5	MINIMAX	24	32

Tabulka 8 - Souhrnný popis testovaných sprinklerů

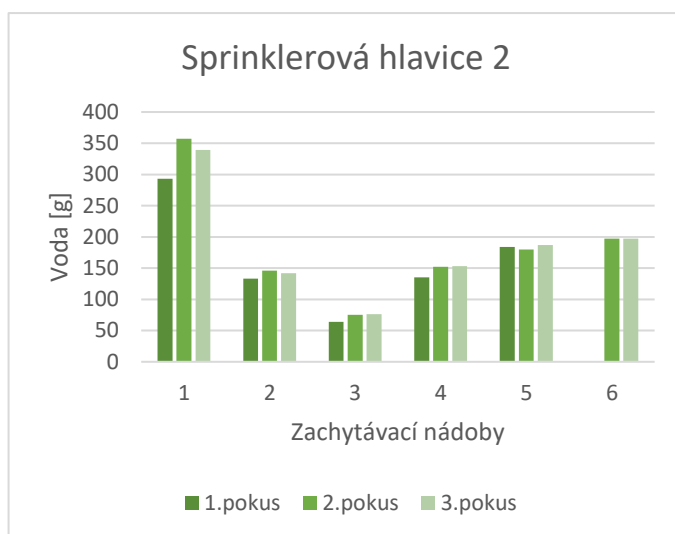


Obrázek 50 - Tabulkové rozměry

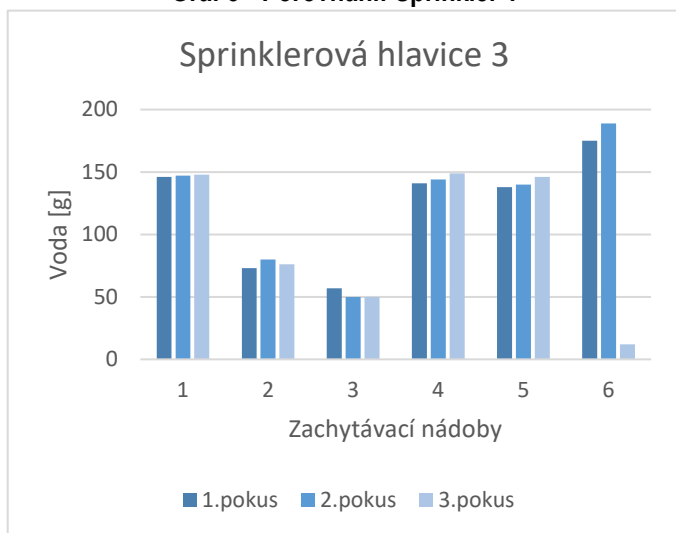
Na další stránce jsou umístěny veškeré grafy z testování pro přehledné porovnání mezi sebou. Na první pohled je zřejmé, že tříštiče s paprsky (plný střed a paprscitý obvod) způsobují shromažďování vody po obvodu, zatímco tříštič bez paprsků s plným kruhem a otvory nejvíce vody shromažďuje na středu chráněné plochy. Dále je z grafů patrné, že hlavice č. 4 a 5 shromažďují vodu symetricky podobně, což znamená, že množství vody v nádobách č. 1 a 5 a č. 2 a 4 je podobné, nicméně množstvím vody zachycené v nádobě č. 3 se výrazně liší. U sprinklerové hlavice č. 1 a č. 2 je výrazně vyšší množství zachycené vody v nádobě č. 1, což bylo pravděpodobně způsobeno naklopením potrubí s hlavicí. K naklopení došlo vlivem tlaku vody a provizorního uchycení testovacího potrubí s hlavicí v komoře požární zkušebny.



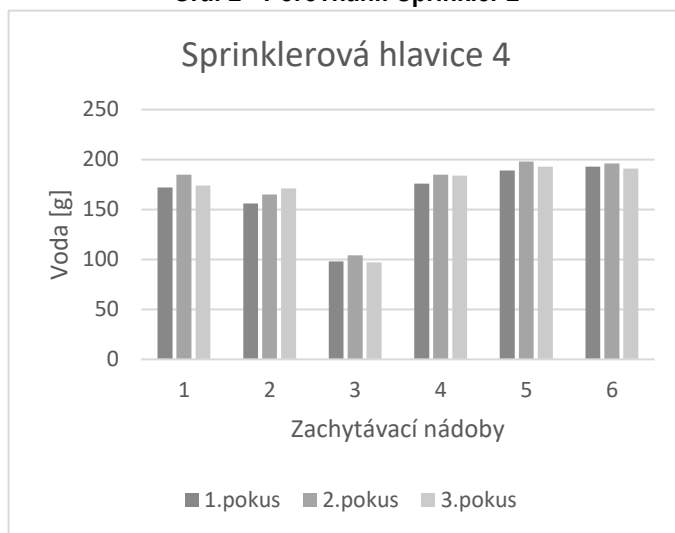
Graf 3 - Porovnání: Sprinkler 1



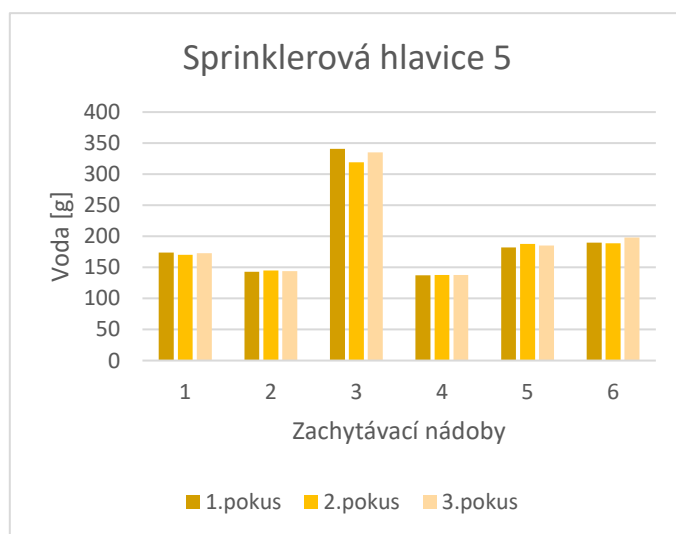
Graf 2 - Porovnání: Sprinkler 2



Graf 5 - Porovnání: Sprinkler 3



Graf 4 - Porovnání: Sprinkler 4



Graf 6 - Porovnání: Sprinkler 5

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Níže v tabulce jsou zprůměrované hodnoty ze všech tří zkoušek pro každou sprinklerovou hlavici a pro každou nádobu. Následně byly hodnoty vloženy do grafu pro lepší porovnání mezi sebou. Z grafu vychází, že během testů sprinklerové hlavice č. 1 a pro dané rozložení zachytávacích nádob bylo zachyceno největší množství vody.

Sprinklery 1-4 mají principově stejný tvar tříštiče (plný střed s paprscitým obvodem). Přesto výsledky těchto sprinklerů nevycházejí principově stejně.

**Sprinkler č. 1** má rozložení vody následovně (od největšího množství po nejmenší) nádoby č. **1, 4, 2, 5 a 3.**

**Sprinkler č. 2** má rozložení vody následovně (od největšího množství po nejmenší) nádoby č. **1, 5, 4, 2 a 3.**

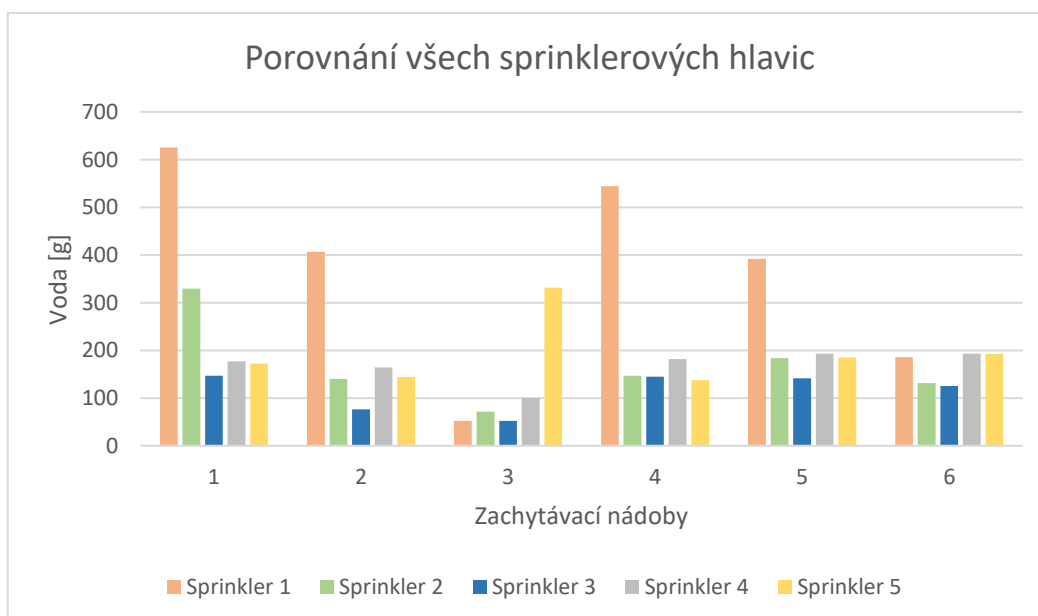
**Sprinkler č. 3** má rozložení vody následovně (od největšího množství po nejmenší) nádoby č. **1, 4, 5, 2 a 3.**

**Sprinkler č. 4** má rozložení vody následovně (od největšího množství po nejmenší) nádoby č. **5, 4, 1, 2 a 3.**

**Sprinkler č. 5** má rozložení vody následovně (od největšího množství po nejmenší) nádoby č. **3, 5, 1, 2 a 4.**

Průměrné hodnoty					
Nádoba	Sprinkler 1	Sprinkler 2	Sprinkler 3	Sprinkler 4	Sprinkler 5
	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]
1	626	330	147	177	172
2	406	140	76	164	144
3	52	72	52	100	332
4	544	147	145	182	138
5	392	184	141	193	185
6	186	131	125	193	192

Tabulka 9 - Průměrné hodnoty zachycené vody



Graf 7 - Souhrnné výsledky průměrných hodnot zachycené vody při všech testech



Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.3.9 EXPERIMENT 2

#### 3.3.9.1 Zkušební prostor

Pro tento experiment byl využit prostor Vodohospodářského experimentálního centra, který se nachází na Fakultě stavební ČVUT v Praze.

#### 3.3.9.2 Mobilní dešťový simulátor

Pro montáž jednotlivých hlavic a zachytávání vody sloužil mobilní dešťový simulátor, který je součástí vybavení experimentálního centra.



Obrázek 51 - Mobilní dešťový simulátor

#### 3.3.9.3 Čerpadlo

Pro druhý experiment bylo využito elektrické čerpadlo EEM 20 s maximální kapacitou 28 l/min. Tlak čerpadla byl upravován v průběhu experimentu viz odstavec 3.4.2.



Obrázek 52 - Štítek na čerpadle

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.3.9.4 Sprinklerové hlavice

Pro experiment byly vybrány tři různé sprinklerové hlavice od výrobce Minimax. U všech se jedná o stejný typ hlavice: závěsný. Dva totožné typy byly použity již v experimentu 1.



Obrázek 53 - Experimentální hlavice pro druhý experiment

## 3.4 Průběh experimentu

### 3.4.1 Příprava zkušební místnosti

Pro experiment nebylo třeba větších příprav jako to bylo u prvního experimentu, neboť experimentální centrum je připraveno na práci s vodou. Po obvodu stanu, ve kterém je namontovaný dešťový simulátor, se natáhly plachty.

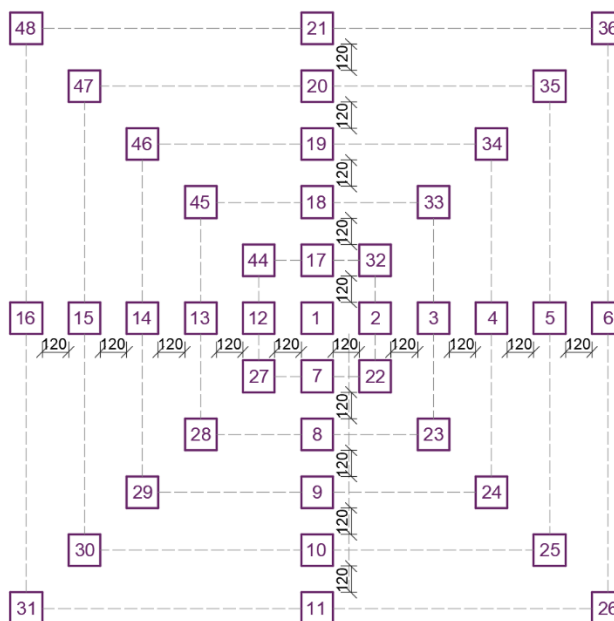


Obrázek 54 - Mobilní dešťový simulátor

A následně se na zem rozmístily zachytávací nádoby, oproti prvnímu experimentu jich bylo více (celkem 45 nádob), byly menší a rozmístěné po celé ploše, avšak symetrie byla zachována. Středem je považována sprinklerová hlavice, která se umístila do výšky zhruba 1,9 m od podlahy k tříšticí.



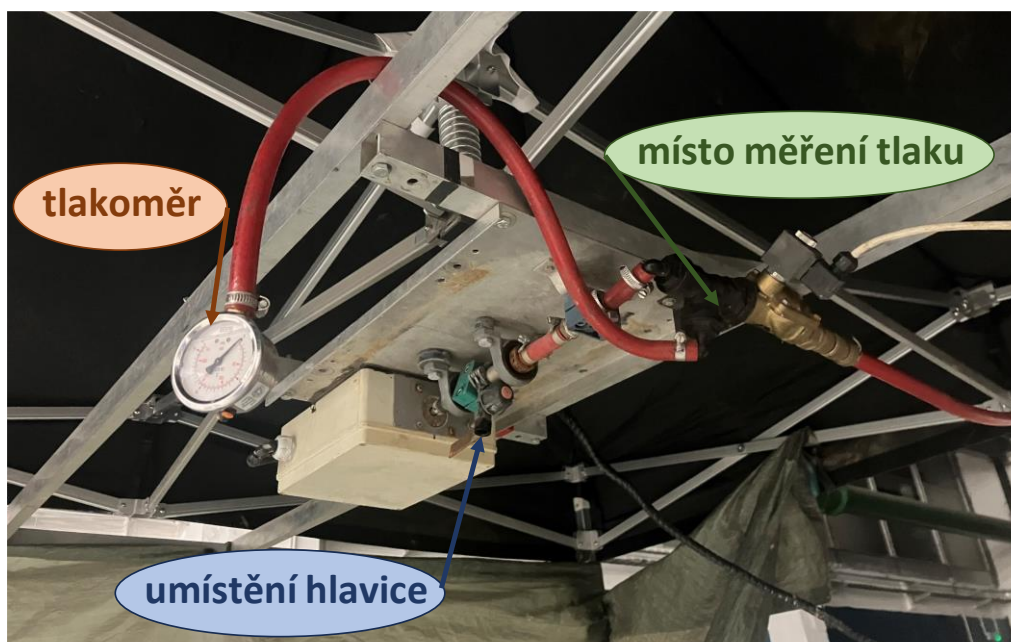
Obrázek 56 – Připravený prostor



Obrázek 55 - Rozmístění zachytávacích nádob pro druhý experiment

### 3.4.2 Postup měření

Do simulátoru byla namontována sprinklerová hlavice. Před každým zahájením testu byly umístěné nádoby viz obrázek výše, poté se vzala trubka, do které se zastrčila sprinklerová hlavice, spustilo se čerpadlo, až dosáhl průtok vody požadovaného tlaku 2,5 baru, který se měřil zhruba 40 cm před sprinklerovou hlavicí, trubka byla odejmuta a spustil se čas. Trubka bránila v rozstříku vody do zachytávacích nádob před dosažením požadovaného tlaku. Průběh jednoho testu trval 3 min.



Obrázek 57 – Dešťový simulátor popis



## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Po uplynutí 3 min byla voda vypnuta a následně se všechny nádoby zvážily, výsledné hmotnosti se zapsaly a voda z nádob se vylila. Tato zkouška se pro každou hlavici zopakoval třikrát. Vše bylo váženo na váze s přesností na čtyři desetinná místa (hodnota uváděná v gramech).



Obrázek 58 – Použitá trubka a váha

### 3.4.3 Zkušební hlavice A

#### 3.4.3.1 Popis

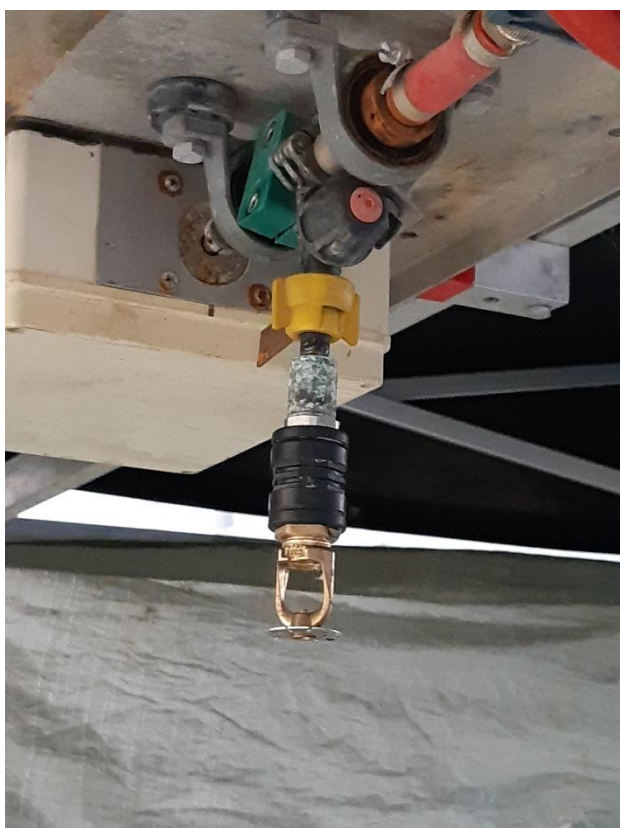
Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy MINIMAX s K – faktorem 57. Průměr tříštiče je 30 mm a jeho výška činí 33 mm. Tříštič je s plným středem a jeho obvod tvoří 10 širokých paprsků o délce 5,5 mm, dále se na tříštiči nachází 2 otvory. Voda by se tedy měla nejvíce shromažďovat při kraji chráněné plochy. Umístění tříštiče bylo 1,91 m od podlahy.



Obrázek 59 - Tříštič zkušebního sprinkleru A

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.4.3.2 Ukázka ze zkoušky



Obrázek 60 - Namontovaný sprinkler A



Obrázek 61 - První spuštění testu A1



Obrázek 63 - Fotka z vážení



Obrázek 62 - Ukázka test A2





Obrázek 64 - Třetí test A3



Obrázek 65 - Ukázka z testu A3

## 3.4.3.3 Výsledky

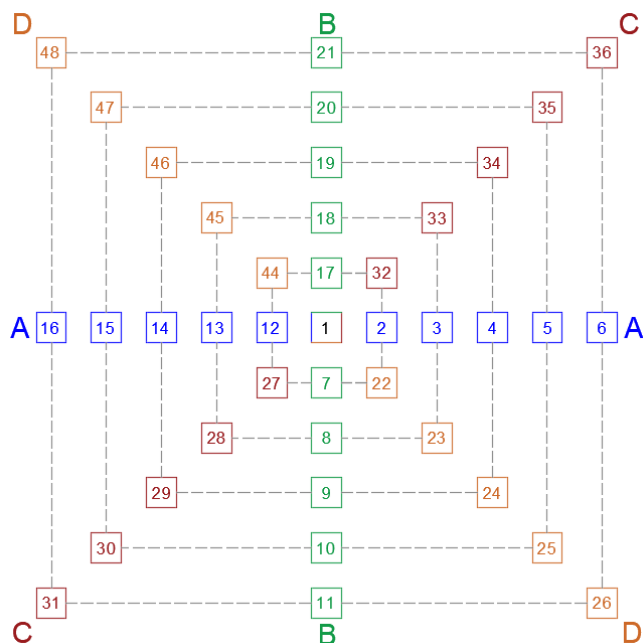
SPRINKLER A							
NÁDOBA	NÁDOBA [g]	POKUS 1		POKUS 2		POKUS 3	
		PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]
1	85,0	151,5	<b>66,5</b>	120,5	<b>35,5</b>	148,5	<b>63,5</b>
2	85,0	106,0	<b>21,0</b>	115,0	<b>30,0</b>	158,5	<b>73,5</b>
3	85,0	152,5	<b>67,5</b>	149,5	<b>64,5</b>	206,0	<b>121,0</b>
4	85,0	172,0	<b>87,0</b>	178,0	<b>93,0</b>	112,5	<b>27,5</b>
5	85,0	308,0	<b>223,0</b>	278,5	<b>193,5</b>	321,0	<b>236,0</b>
6	85,0	186,5	<b>101,5</b>	171,5	<b>86,5</b>	154,0	<b>69,0</b>
7	85,0	98,5	<b>13,5</b>	96,5	<b>11,5</b>	101,0	<b>16,0</b>
8	85,0	104,5	<b>19,5</b>	100,5	<b>15,5</b>	107,0	<b>22,0</b>
9	85,0	124,0	<b>39,0</b>	121,0	<b>36,0</b>	145,5	<b>60,5</b>
10	85,0	315,0	<b>230,0</b>	315,0	<b>230,0</b>	486,0	<b>401,0</b>
11	85,0	372,5	<b>287,5</b>	454,5	<b>369,5</b>	225,0	<b>140,0</b>
12	85,0	100,5	<b>15,5</b>	99,0	<b>14,0</b>	101,0	<b>16,0</b>
13	85,0	182,0	<b>97,0</b>	145,0	<b>60,0</b>	147,0	<b>62,0</b>
14	85,0	226,0	<b>141,0</b>	228,0	<b>143,0</b>	260,5	<b>175,5</b>
15	85,0	261,5	<b>176,5</b>	245,0	<b>160,0</b>	286,0	<b>201,0</b>
16	85,0	151,0	<b>66,0</b>	156,0	<b>71,0</b>	176,5	<b>91,5</b>
17	85,0	106,0	<b>21,0</b>	100,5	<b>15,5</b>	111,0	<b>26,0</b>
18	85,0	107,5	<b>22,5</b>	102,0	<b>17,0</b>	108,0	<b>23,0</b>
19	85,0	136,5	<b>51,5</b>	140,0	<b>55,0</b>	166,0	<b>81,0</b>
20	85,0	472,0	<b>387,0</b>	442,0	<b>357,0</b>	589,5	<b>504,5</b>
21	85,0	302,5	<b>217,5</b>	334,0	<b>249,0</b>	266,0	<b>181,0</b>
22	85,0	96,0	<b>11,0</b>	94,5	<b>9,5</b>	103,5	<b>18,5</b>
23	85,0	125,0	<b>40,0</b>	117,0	<b>32,0</b>	131,5	<b>46,5</b>
24	85,0	407,0	<b>322,0</b>	385,5	<b>300,5</b>	421,0	<b>336,0</b>
25	85,0	133,5	<b>48,5</b>	154,5	<b>69,5</b>	140,0	<b>55,0</b>
26	85,0	98,5	<b>13,5</b>	97,0	<b>12,0</b>	100,0	<b>15,0</b>
27	85,0	118,0	<b>33,0</b>	115,5	<b>30,5</b>	120,5	<b>35,5</b>
28	85,0	469,5	<b>384,5</b>	335,0	<b>250,0</b>	463,5	<b>378,5</b>
29	85,0	168,5	<b>83,5</b>	179,5	<b>94,5</b>	168,0	<b>83,0</b>
30	85,0	112,0	<b>27,0</b>	108,0	<b>23,0</b>	113,0	<b>28,0</b>
31	85,0	92,0	<b>7,0</b>	92,0	<b>7,0</b>	93,0	<b>8,0</b>
32	85,0	136,0	<b>51,0</b>	146,0	<b>61,0</b>	140,0	<b>55,0</b>
33	85,0	560,5	<b>475,5</b>	411,0	<b>326,0</b>	762,5	<b>677,5</b>
34	85,0	184,5	<b>99,5</b>	220,0	<b>135,0</b>	193,5	<b>108,5</b>
35	85,0	99,0	<b>14,0</b>	103,5	<b>18,5</b>	102,5	<b>17,5</b>
36	85,0	89,5	<b>4,5</b>	89,5	<b>4,5</b>	90,5	<b>5,5</b>
44	85,0	96,0	<b>11,0</b>	95,5	<b>10,5</b>	100,0	<b>15,0</b>
45	85,0	132,0	<b>47,0</b>	124,5	<b>39,5</b>	142,0	<b>57,0</b>
46	85,0	428,0	<b>343,0</b>	419,5	<b>334,5</b>	473,0	<b>388,0</b>
47	85,0	132,5	<b>47,5</b>	161,0	<b>76,0</b>	152,0	<b>67,0</b>
48	85,0	92,0	<b>7,0</b>	95,5	<b>10,5</b>	96,0	<b>11,0</b>

Tabulka 10 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice A

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce výše, kdy ve sloupci „NÁDOBY“ jsou zachytávací nádoby, jejichž rozmístění je znázorněné na obrázku níže. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „NÁDOBA“ je hmotnost nádoby do které se chytala voda, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a NÁDOBA a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

Dále jsou na obrázku níže zvýrazněné osy, které budou pro lepší přehlednost samostatně zhodnoceny a vyobrazeny v grafech.



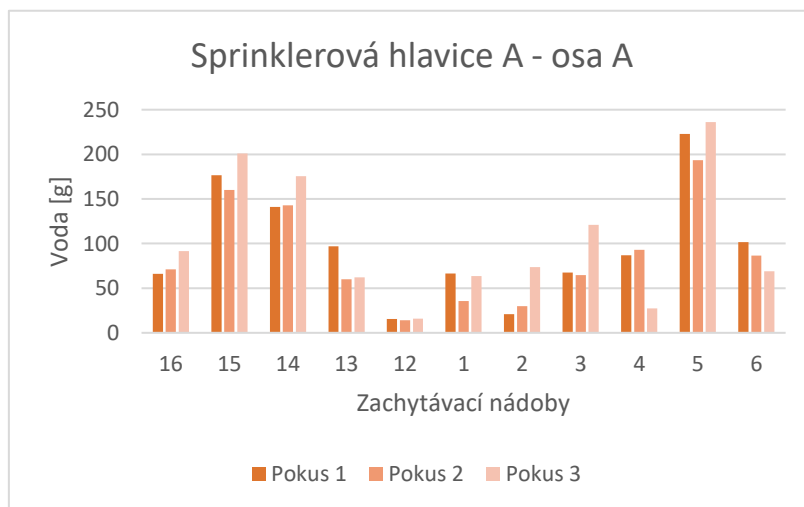
Obrázek 66 - Osy

### ➤ Osa A

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se naměřilo při obvodě, konkrétně se jedná o nádoby č. 5 a 15, které byly půdorysně umístěny 1,06 m od průmětu středu sprinkleru. Přímo pod sprinklerem se musí uvažovat se zvýšeným množstvím vody z důvodu, že v tomto experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA A			
Pozice	1	2	3
16	66,0	71,0	91,5
15	176,5	160,0	201,0
14	141,0	143,0	175,5
13	97,0	60,0	62,0
12	15,5	14,0	16,0
1	66,5	35,5	63,5
2	21,0	30,0	73,5
3	67,5	64,5	121,0
4	87,0	93,0	27,5
5	223,0	193,5	236,0
6	101,5	86,5	69,0

Tabulka 11 - Sprinkler A výsledky pro osu A



Graf 8 - Sprinklerová hlavice A – osa A

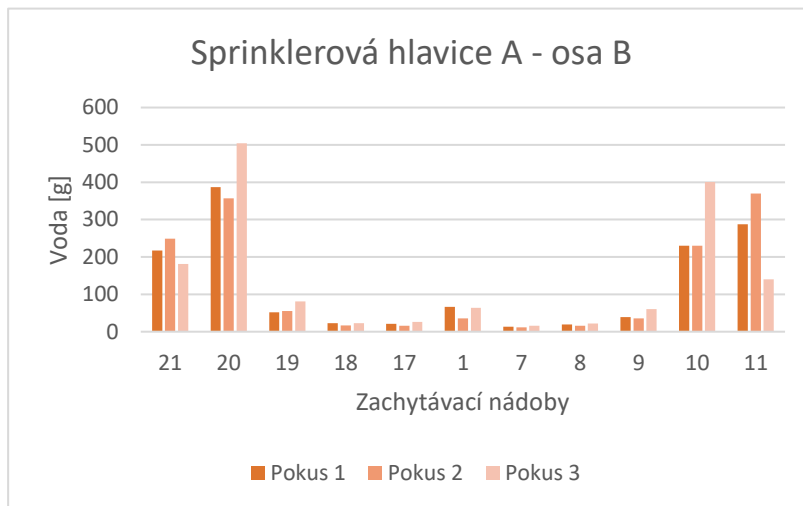
## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### ➤ Osa B

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se naměřilo při obvodě. Přímo pod sprinklerem je patrné mírné navýšení množství vody nejspíše z důvodu, že v tomto experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA B			
Pozice	1	2	3
21	217,5	249,0	181,0
20	387,0	357,0	504,5
19	51,5	55,0	81,0
18	22,5	17,0	23,0
17	21,0	15,5	26,0
1	66,5	35,5	63,5
7	13,5	11,5	16,0
8	19,5	15,5	22,0
9	39,0	36,0	60,5
10	230,0	230,0	401,0
11	287,5	369,5	140,0

Tabulka 12 - Sprinkler A výsledky pro osu B



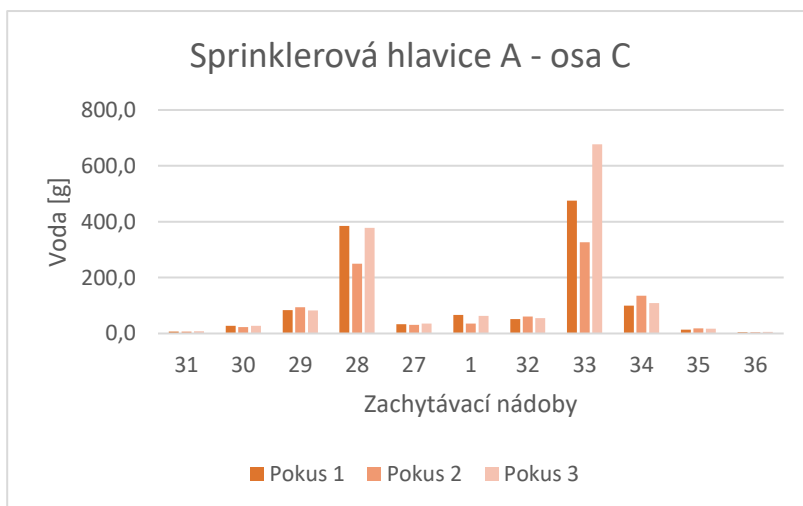
Graf 9 - Sprinklerová hlavice A – osa B

### ➤ Osa C

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se naměřilo v nádobách č. 28 a 33, které se nacházejí uvnitř chráněné plochy, příčinou budou s největší pravděpodobností dva otvory v tříštiči, které byli ve stejné ose. Přímo pod sprinklerem se musí uvažovat se zvýšeným množstvím vody z důvodu, že v tomto experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA C			
Pozice	1	2	3
31	7,0	7,0	8,0
30	27,0	23,0	28,0
29	83,5	94,5	83,0
28	384,5	250,0	378,5
27	33,0	30,5	35,5
1	66,5	35,5	63,5
32	51,0	61,0	55,0
33	475,5	326,0	677,5
34	99,5	135,0	108,5
35	14,0	18,5	17,5
36	4,5	4,5	5,5

Tabulka 13 - Sprinkler A výsledky pro osu C



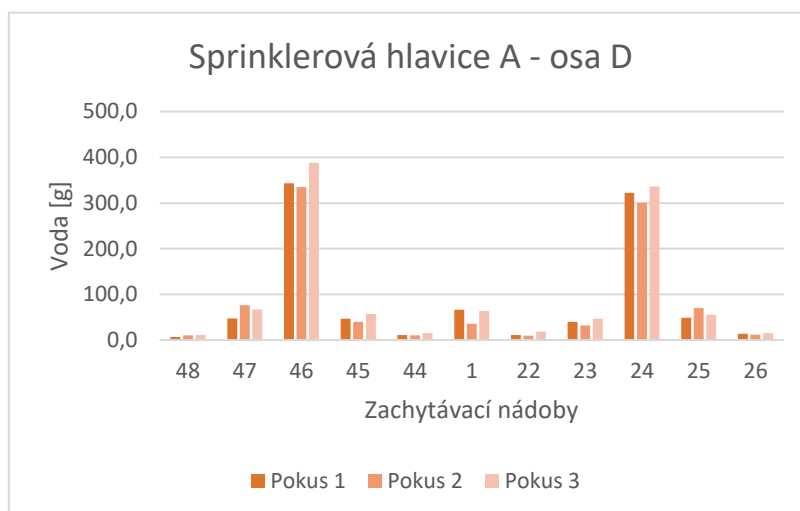
Graf 10 - Sprinklerová hlavice A – osa C

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### ➤ Osa D

Největší množství vody bylo zachyceno v nádobách č. 46 a 24, které se nacházejí ve vzdálenosti 1,125 m od půdorysného středu tříštiče. Přímou pod sprinklerem je větší množství vody nejspíše z důvodu, že v tomto experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA D			
Pozice	1	2	3
48	7,0	10,5	11,0
47	47,5	76,0	67,0
46	343,0	334,5	388,0
45	47,0	39,5	57,0
44	11,0	10,5	15,0
1	66,5	35,5	63,5
22	11,0	9,5	18,5
23	40,0	32,0	46,5
24	322,0	300,5	336,0
25	48,5	69,5	55,0
26	13,5	12,0	15,0



Tabulka 14 - Sprinkler A výsledky pro osu D

Graf 11 - Sprinklerová hlavice A – osa D

### 3.4.4 Zkušební hlavice B

#### 3.4.4.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy MINIMAX s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 24 mm a jeho výška činí 32 mm. Tříštič je s tvořen plným kruhem s 10 menšími zářezy po obvodu a s 6 kruhovými otvory. Z toho plyne, že by nejvíce vody mělo být přímo pod hlavici. Umístění tříštiče bylo 1,92 m od podlahy.



Obrázek 67 - Tříštič zkušebního sprinkleru B

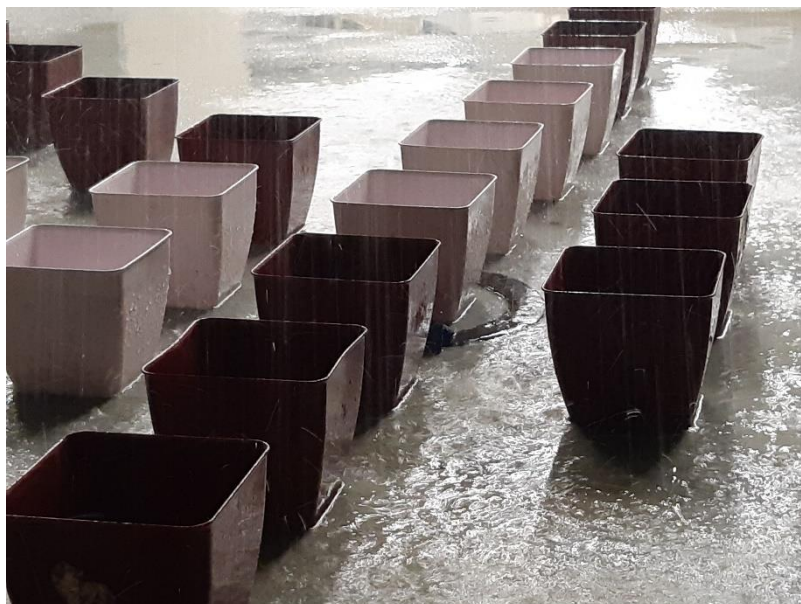


## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.4.4.2 Ukázka ze zkoušky



**Obrázek 68 - První spuštění testu B1**



**Obrázek 69 – Chytání zkrápějící vody do nádob**

Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice



Obrázek 70 – Zkouška B2



Obrázek 71 - Zkouška B3

## 3.4.4.3 Výsledky

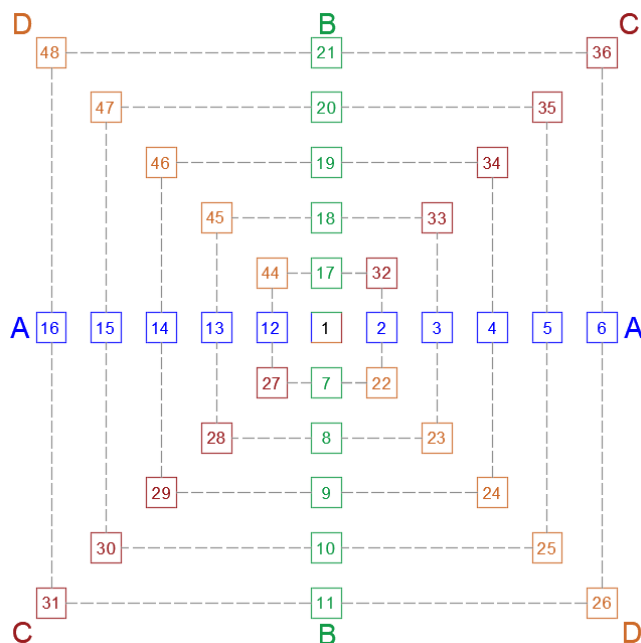
SPRINKLER B							
NÁDOBA	NÁDOBA [g]	POKUS 1		POKUS 2		POKUS 3	
		PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]
1	85,0	296,5	<b>211,5</b>	291,0	<b>206,0</b>	381,5	<b>296,5</b>
2	85,0	131,5	<b>46,5</b>	129,0	<b>44,0</b>	287,5	<b>202,5</b>
3	85,0	333,5	<b>248,5</b>	431,0	<b>346,0</b>	316,0	<b>231,0</b>
4	85,0	266,0	<b>181,0</b>	221,0	<b>136,0</b>	267,0	<b>182,0</b>
5	85,0	115,5	<b>30,5</b>	113,5	<b>28,5</b>	129,5	<b>44,5</b>
6	85,0	96,0	<b>11,0</b>	95,0	<b>10,0</b>	99,0	<b>14,0</b>
7	85,0	243,0	<b>158,0</b>	236,5	<b>151,5</b>	517,5	<b>432,5</b>
8	85,0	241,0	<b>156,0</b>	290,0	<b>205,0</b>	168,5	<b>83,5</b>
9	85,0	693,0	<b>608,0</b>	677,0	<b>592,0</b>	667,0	<b>582,0</b>
10	85,0	174,5	<b>89,5</b>	159,0	<b>74,0</b>	246,0	<b>161,0</b>
11	85,0	103,0	<b>18,0</b>	102,0	<b>17,0</b>	118,0	<b>33,0</b>
12	85,0	228,5	<b>143,5</b>	248,5	<b>163,5</b>	127,5	<b>42,5</b>
13	85,0	267,5	<b>182,5</b>	207,5	<b>122,5</b>	229,0	<b>144,0</b>
14	85,0	270,5	<b>185,5</b>	296,0	<b>211,0</b>	279,0	<b>194,0</b>
15	85,0	113,5	<b>28,5</b>	117,0	<b>32,0</b>	109,0	<b>24,0</b>
16	85,0	95,5	<b>10,5</b>	95,5	<b>10,5</b>	94,0	<b>9,0</b>
17	85,0	496,5	<b>411,5</b>	500,0	<b>415,0</b>	208,5	<b>123,5</b>
18	85,0	166,0	<b>81,0</b>	172,5	<b>87,5</b>	304,0	<b>219,0</b>
19	85,0	583,0	<b>498,0</b>	629,5	<b>544,5</b>	611,0	<b>526,0</b>
20	85,0	263,0	<b>178,0</b>	226,0	<b>141,0</b>	153,0	<b>68,0</b>
21	85,0	109,0	<b>24,0</b>	109,5	<b>24,5</b>	96,0	<b>11,0</b>
22	85,0	139,5	<b>54,5</b>	144,5	<b>59,5</b>	131,5	<b>46,5</b>
23	85,0	501,5	<b>416,5</b>	444,5	<b>359,5</b>	429,5	<b>344,5</b>
24	85,0	135,0	<b>50,0</b>	128,5	<b>43,5</b>	135,5	<b>50,5</b>
25	85,0	89,5	<b>4,5</b>	100,0	<b>15,0</b>	103,0	<b>18,0</b>
26	85,0	89,5	<b>4,5</b>	98,0	<b>13,0</b>	95,5	<b>10,5</b>
27	85,0	232,0	<b>147,0</b>	225,0	<b>140,0</b>	328,5	<b>243,5</b>
28	85,0	567,0	<b>482,0</b>	543,0	<b>458,0</b>	478,0	<b>393,0</b>
29	85,0	239,0	<b>154,0</b>	204,0	<b>119,0</b>	225,0	<b>140,0</b>
30	85,0	103,0	<b>18,0</b>	96,0	<b>11,0</b>	106,0	<b>21,0</b>
31	85,0	89,0	<b>4,0</b>	89,0	<b>4,0</b>	90,5	<b>5,5</b>
32	85,0	376,0	<b>291,0</b>	331,0	<b>246,0</b>	189,0	<b>104,0</b>
33	85,0	504,0	<b>419,0</b>	592,0	<b>507,0</b>	649,5	<b>564,5</b>
34	85,0	259,0	<b>174,0</b>	209,5	<b>124,5</b>	198,5	<b>113,5</b>
35	85,0	102,0	<b>17,0</b>	97,5	<b>12,5</b>	98,0	<b>13,0</b>
36	85,0	88,5	<b>3,5</b>	88,0	<b>3,0</b>	88,0	<b>3,0</b>
44	85,0	132,0	<b>47,0</b>	136,5	<b>51,5</b>	148,5	<b>63,5</b>
45	85,0	441,5	<b>356,5</b>	421,0	<b>336,0</b>	486,0	<b>401,0</b>
46	85,0	129,5	<b>44,5</b>	126,5	<b>41,5</b>	130,0	<b>45,0</b>
47	85,0	95,5	<b>10,5</b>	94,5	<b>9,5</b>	91,5	<b>6,5</b>
48	85,0	89,5	<b>4,5</b>	87,5	<b>2,5</b>	87,0	<b>2,0</b>

Tabulka 15 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice B

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce výše, kdy ve sloupci „NÁDOBY“ jsou zachytávací nádoby, jejichž rozmístění je znázorněné na obrázku níže. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „NÁDOBA“ je hmotnost nádoby do které se chytala voda, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a NÁDOBA a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

Dále jsou na obrázku níže zvýrazněné osy, které budou pro lepší přehlednost samostatně zhodnoceny a vyobrazeny v grafech

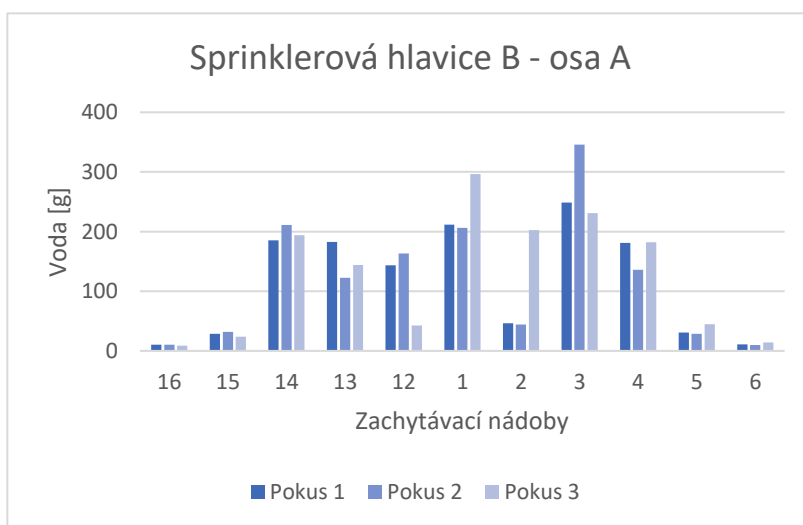


Obrázek 72 - Osy

### ➤ Osa A

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se shromáždilo na středu a do vzdálenosti 0,795 m od půdorysného průmětu středu sprinkleru. Největší množství vody bylo naměřeno v nádobě č. 3. Rovnoměrnější pokrytí plochy je pravděpodobně způsobeno otvory v tříštiči. Přimo pod sprinklerem se musí uvažovat s větším množstvím vody z důvodu, že v tomhle experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA A			
Pozice	1	2	3
16	10,5	10,5	9,0
15	28,5	32,0	24,0
14	185,5	211,0	194,0
13	182,5	122,5	144,0
12	143,5	163,5	42,5
1	211,5	206,0	296,5
2	46,5	44,0	202,5
3	248,5	346,0	231,0
4	181,0	136,0	182,0
5	30,5	28,5	44,5
6	11,0	10,0	14,0



Tabulka 16 - Sprinkler B výsledky pro osu A

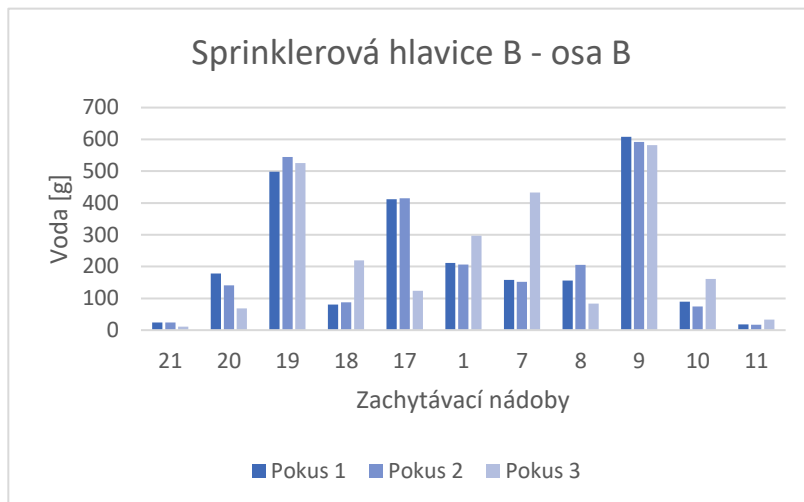
Graf 12 - Sprinklerová hlavice B – osa A

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### ➤ Osa B

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se shromáždilo uvnitř chráněné plochy. Rapidní skok naměřeného množství vody v nádobách č. 19 a 9 bude způsobené otvory v tříštiči. Přímo pod sprinklerem se musí uvažovat s větším množstvím vody z důvodu, že v tomhle experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA B			
Pozice	1	2	3
21	24,0	24,5	11,0
20	178,0	141,0	68,0
19	498,0	544,5	526,0
18	81,0	87,5	219,0
17	411,5	415,0	123,5
1	211,5	206,0	296,5
7	158,0	151,5	432,5
8	156,0	205,0	83,5
9	608,0	592,0	582,0
10	89,5	74,0	161,0
11	18,0	17,0	33,0

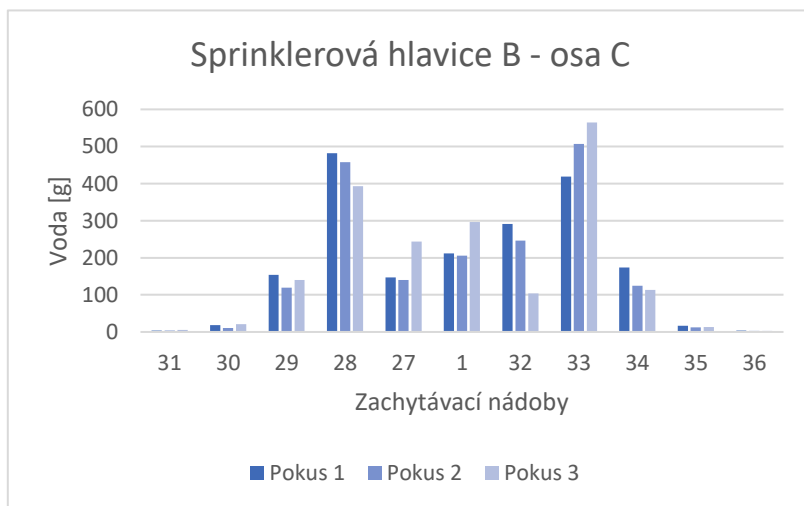


Tabulka 17 - Sprinkler B výsledky pro osu B

### ➤ Osa C

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se shromáždilo převážně uvnitř chráněné plochy. Větší množství naměřené vody v nádobách č. 28 a 33 bude způsobené otvory v tříštiči. Přímo pod sprinklerem se musí uvažovat s větším množstvím vody z důvodu, že v tomhle experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA C			
Pozice	1	2	3
31	4,0	4,0	5,5
30	18,0	11,0	21,0
29	154,0	119,0	140,0
28	482,0	458,0	393,0
27	147,0	140,0	243,5
1	211,5	206,0	296,5
32	291,0	246,0	104,0
33	419,0	507,0	564,5
34	174,0	124,5	113,5
35	17,0	12,5	13,0
36	3,5	3,0	3,0



Tabulka 18 - Sprinkler B výsledky pro osu C

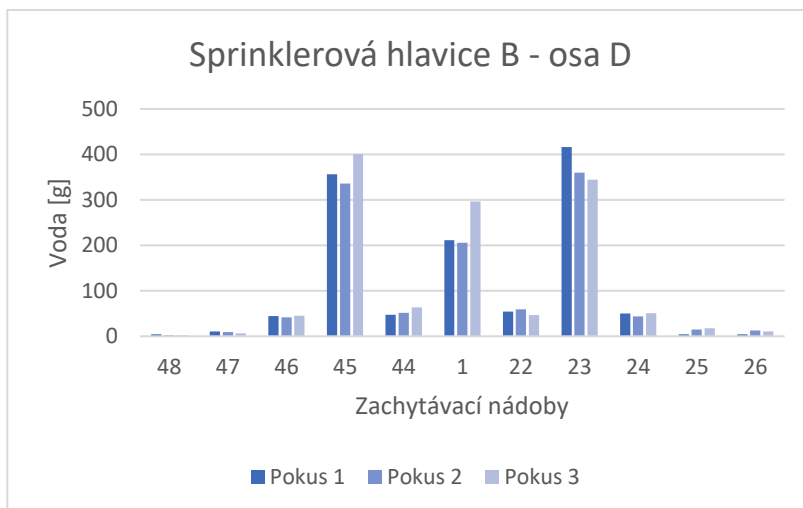
Graf 14 - Sprinklerová hlavice B – osa C



➤ Osa D

Z grafu je viditelné, že nejvíce vody se shromáždilo převážně uvnitř chráněné plochy. Přímo pod sprinklerem je větší množství vody nejspíše z důvodu, že v tomto experimentu se nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla. Dále je zajímavé, že na této ose není voda rozložena lineárně (postupně klesající od středu), ale že hodnoty v jednotlivých nádobách skákalí. V nádobách č. 45, 1 a 23 jsou extrémní hodnoty oproti sousedícím nádobám 46, 44, 22 a 24. Větší množství vody v nádobách na pozici 45 a 23 je pravděpodobně způsobeno otvory v tříštiči.

OSA D			
Pozice	1	2	3
48	4,5	2,5	2,0
47	10,5	9,5	6,5
46	44,5	41,5	45,0
45	356,5	336,0	401,0
44	47,0	51,5	63,5
1	211,5	206,0	296,5
22	54,5	59,5	46,5
23	416,5	359,5	344,5
24	50,0	43,5	50,5
25	4,5	15,0	18,0
26	4,5	13,0	10,5



Tabulka 19 - Sprinkler B výsledky pro osu D

Graf 15 - Sprinklerová hlavice B – osa D

### 3.4.5 Zkušební hlavice C

#### 3.4.5.1 Popis

Jedná se o závěsnou sprinklerovou hlavici od firmy MINIMAX s K – faktorem 80. Průměr tříštiče je 25 mm a jeho výška činí 32 mm. Tříštič je s plným středem a paprscitým obvodem, délka krátkého paprsku je 4 mm a dlouhého 5,5 mm. Z toho plyne, že by se voda měla nejvíce shromažďovat při kraji. Umístění tříštiče bylo 1,91 m od podlahy.



Obrázek 73 - Tříštič zkušebního sprinkleru B

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### 3.4.5.2 Ukázka ze zkoušky



Obrázek 74 – Namontovaný sprinkler C



Obrázek 75 - Ukázka použití trubky



Obrázek 76 - První spuštění testu C1



Obrázek 77 - Ukázka z vážení



Obrázek 78 - Ukázka test C3

## 3.4.5.3 Výsledky

SPRINKLER C							
NÁDOBA	NÁDOBA [g]	POKUS 1		POKUS 2		POKUS 3	
		PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]	PO [g]	VODA [g]
1	85,0	122,5	<b>37,5</b>	122,5	<b>37,5</b>	120,0	<b>35,0</b>
2	85,0	118,0	<b>33,0</b>	123,0	<b>38,0</b>	118,5	<b>33,5</b>
3	85,0	1367,0	<b>1282,0</b>	1481,0	<b>1396,0</b>	1373,0	<b>1288,0</b>
4	85,0	449,5	<b>364,5</b>	353,0	<b>268,0</b>	549,0	<b>464,0</b>
5	85,0	108,5	<b>23,5</b>	107,0	<b>22,0</b>	113,5	<b>28,5</b>
6	85,0	93,5	<b>8,5</b>	94,0	<b>9,0</b>	93,5	<b>8,5</b>
7	85,0	102,5	<b>17,5</b>	112,0	<b>27,0</b>	103,5	<b>18,5</b>
8	85,0	141,5	<b>56,5</b>	305,0	<b>220,0</b>	155,0	<b>70,0</b>
9	85,0	644,0	<b>559,0</b>	619,0	<b>534,0</b>	714,0	<b>629,0</b>
10	85,0	229,0	<b>144,0</b>	134,0	<b>49,0</b>	219,0	<b>134,0</b>
11	85,0	107,5	<b>22,5</b>	99,5	<b>14,5</b>	107,5	<b>22,5</b>
12	85,0	110,5	<b>25,5</b>	115,5	<b>30,5</b>	111,0	<b>26,0</b>
13	85,0	339,5	<b>254,5</b>	828,5	<b>743,5</b>	781,5	<b>696,5</b>
14	85,0	502,0	<b>417,0</b>	641,5	<b>556,5</b>	776,0	<b>691,0</b>
15	85,0	121,5	<b>36,5</b>	116,0	<b>31,0</b>	137,5	<b>52,5</b>
16	85,0	96,5	<b>11,5</b>	94,5	<b>9,5</b>	96,5	<b>11,5</b>
17	85,0	102,0	<b>17,0</b>	101,5	<b>16,5</b>	100,5	<b>15,5</b>
18	85,0	219,0	<b>134,0</b>	155,5	<b>70,5</b>	173,0	<b>88,0</b>
19	85,0	752,5	<b>667,5</b>	778,0	<b>693,0</b>	750,0	<b>665,0</b>
20	85,0	140,5	<b>55,5</b>	200,5	<b>115,5</b>	172,5	<b>87,5</b>
21	85,0	93,0	<b>8,0</b>	96,0	<b>11,0</b>	94,5	<b>9,5</b>
22	85,0	119,0	<b>34,0</b>	148,0	<b>63,0</b>	121,5	<b>36,5</b>
23	85,0	697,5	<b>612,5</b>	942,5	<b>857,5</b>	749,5	<b>664,5</b>
24	85,0	168,5	<b>83,5</b>	138,0	<b>53,0</b>	166,5	<b>81,5</b>
25	85,0	104,5	<b>19,5</b>	109,0	<b>24,0</b>	94,0	<b>9,0</b>
26	85,0	89,0	<b>4,0</b>	96,0	<b>11,0</b>	89,5	<b>4,5</b>
27	85,0	117,5	<b>32,5</b>	131,0	<b>46,0</b>	116,0	<b>31,0</b>
28	85,0	350,5	<b>265,5</b>	622,5	<b>537,5</b>	435,0	<b>350,0</b>
29	85,0	189,0	<b>104,0</b>	127,0	<b>42,0</b>	194,5	<b>109,5</b>
30	85,0	99,5	<b>14,5</b>	95,5	<b>10,5</b>	99,0	<b>14,0</b>
31	85,0	91,5	<b>6,5</b>	89,0	<b>4,0</b>	90,5	<b>5,5</b>
32	85,0	127,0	<b>42,0</b>	121,5	<b>36,5</b>	119,0	<b>34,0</b>
33	85,0	502,5	<b>417,5</b>	397,5	<b>312,5</b>	552,0	<b>467,0</b>
34	85,0	124,0	<b>39,0</b>	153,5	<b>68,5</b>	131,0	<b>46,0</b>
35	85,0	91,5	<b>6,5</b>	91,5	<b>6,5</b>	93,0	<b>8,0</b>
36	85,0	87,0	<b>2,0</b>	87,5	<b>2,5</b>	87,0	<b>2,0</b>
44	85,0	113,0	<b>28,0</b>	113,5	<b>28,5</b>	114,0	<b>29,0</b>
45	85,0	677,5	<b>592,5</b>	442,0	<b>357,0</b>	580,0	<b>495,0</b>
46	85,0	199,5	<b>114,5</b>	168,5	<b>83,5</b>	171,0	<b>86,0</b>
47	85,0	94,0	<b>9,0</b>	93,0	<b>8,0</b>	93,0	<b>8,0</b>
48	85,0	88,0	<b>3,0</b>	87,5	<b>2,5</b>	87,5	<b>2,5</b>

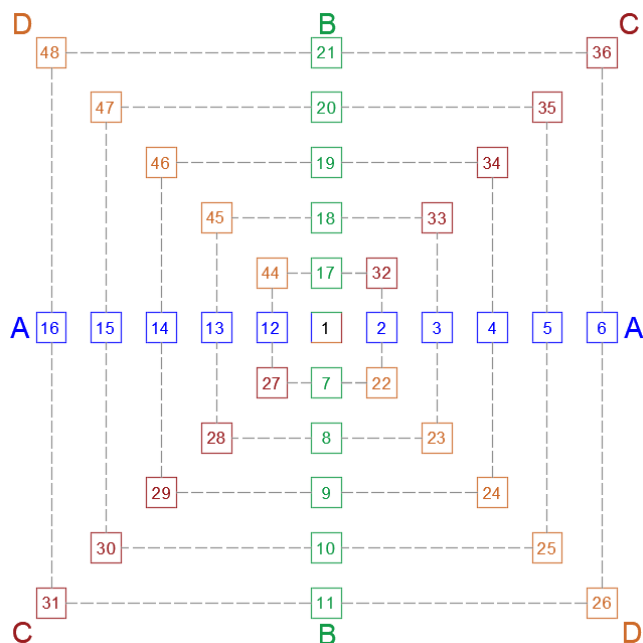
Tabulka 20 - Výsledky ze zkoušky sprinklerové hlavice C



## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Výsledky jsou zaznamenány v tabulce výše, kdy ve sloupci „NÁDOBY“ jsou zachytávací nádoby, jejichž rozmístění je znázorněné na obrázku níže. Hodnoty uvedené v tabulce jsou v gramech. „NÁDOBA“ je hmotnost nádoby do které se chytala voda, „PO“ je hmotnost nádoby s vodou po zkoušce a „VODA“ je rozdíl mezi PO a NÁDOBA a jedná se o výsledné množství vody v gramech.

Dále jsou na obrázku níže zvýrazněné osy, které budou pro lepší přehlednost samostatně zhodnoceny a vyobrazeny v grafech.



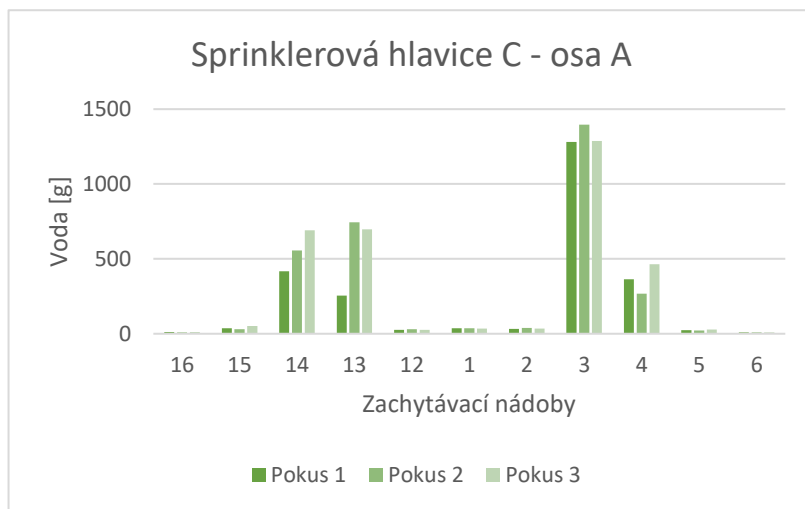
Obrázek 79 - Osy

### ➤ Osa A

Z grafu je viditelné, že nejvíce voda se shromáždila spíše po obvodu. Nejvíce ve vzdálenosti 0,53 od půdorysného středu sprinkleru. Přímo pod sprinklerem je zachycené množství vody malé, ale oproti nádobám 12 a 2 lze vypořadovat lehký nárůst, což bylo pravděpodobně zapříčiněno tím, že se v tomto experimentu nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA A			
Pozice	1	2	3
16	11,5	9,5	11,5
15	36,5	31,0	52,5
14	417,0	556,5	691,0
13	254,5	743,5	696,5
12	25,5	30,5	26,0
1	37,5	37,5	35,0
2	33,0	38,0	33,5
3	1282,0	1396,0	1288,0
4	364,5	268,0	464,0
5	23,5	22,0	28,5
6	8,5	9,0	8,5

Tabulka 21 - Sprinkler C výsledky pro osu A



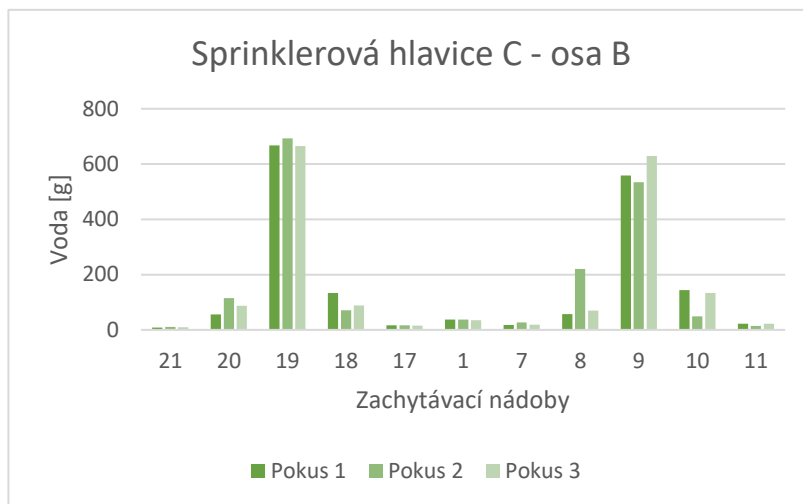
Graf 16 - Sprinklerová hlavice C – osa A

➤ Osa B

Z grafu je viditelné, že nejvíce voda se shromáždila spíše po obvodu. Konkrétně se jedná o nádoby č. 19 a 9, které byly umístěny ve vzdálenosti 0,795 m od půdorysného středu pod sprinklerem. Přímo pod sprinklerem je zachycené množství vody malé, ale oproti nádobám 17 a 7 lze vypočítat lehký nárůst, což bylo pravděpodobně zapříčiněno tím, že se v tomto experimentu nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA B			
Pozice	1	2	3
21	8,0	11,0	9,5
20	55,5	115,5	87,5
19	667,5	693,0	665,0
18	134,0	70,5	88,0
17	17,0	16,5	15,5
1	37,5	37,5	35,0
7	17,5	27,0	18,5
8	56,5	220,0	70,0
9	559,0	534,0	629,0
10	144,0	49,0	134,0
11	22,5	14,5	22,5

Tabulka 22 - Sprinkler C výsledky pro osu B



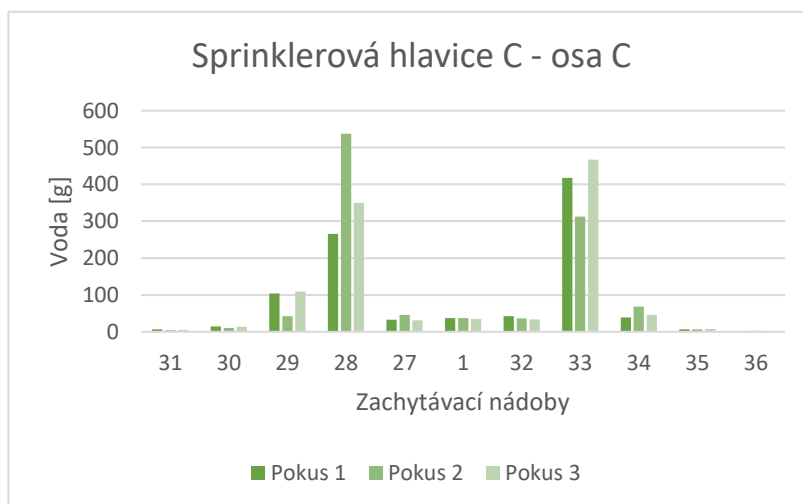
Graf 17 - Sprinklerová hlavice C – osa B

➤ Osa C

Z grafu je viditelné, že nejvíce voda se shromáždila hlavně v nádobách 28 a 33, které byly umístěny ve vzdálenosti 0,75 m od půdorysného středu pod sprinklerem. Přímo pod sprinklerem je zachycené množství vody malé, ale oproti nádobám 27 a 32 lze vypočítat lehký nárůst, což bylo pravděpodobně zapříčiněno tím, že se v tomto experimentu nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA C			
Pozice	1	2	3
31	6,5	4,0	5,5
30	14,5	10,5	14,0
29	104,0	42,0	109,5
28	265,5	537,5	350,0
27	32,5	46,0	31,0
1	37,5	37,5	35,0
32	42,0	36,5	34,0
33	417,5	312,5	467,0
34	39,0	68,5	46,0
35	6,5	6,5	8,0
36	2,0	2,5	2,0

Tabulka 23 - Sprinkler C výsledky pro osu C



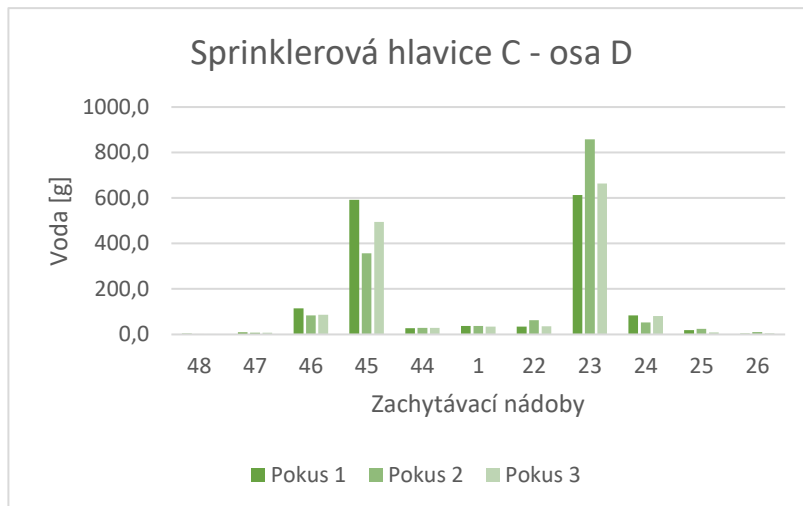
Graf 18 - Sprinklerová hlavice C – osa C

➤ Osa D

Z grafu je viditelné, že nejvíce voda se shromáždilo v nádobách č. 45 a 23, které byly umístěny ve vzdálenosti 0,75 m od půdorysného středu pod sprinklerem. Přimo pod sprinklerem je zachycené množství vody malé, ale oproti nádobám 44 a 22 lze vypočítat lehký nárůst, což bylo pravděpodobně zapříčiněno tím, že se v tomto experimentu nezachytávala zbytková voda po vypnutí čerpadla.

OSA D			
Pozice	1	2	3
48	3,0	2,5	2,5
47	9,0	8,0	8,0
46	114,5	83,5	86,0
45	592,5	357,0	495,0
44	28,0	28,5	29,0
1	37,5	37,5	35,0
22	34,0	63,0	36,5
23	612,5	857,5	664,5
24	83,5	53,0	81,5
25	19,5	24,0	9,0
26	4,0	11,0	4,5

Tabulka 24 - Sprinkler C výsledky pro osu D



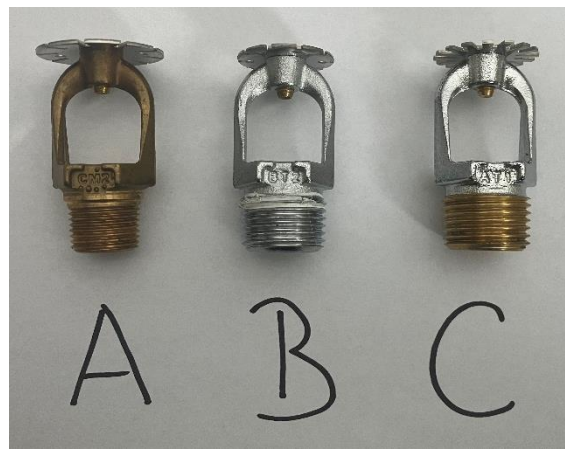
Graf 19 - Sprinklerová hlavice C – osa D

### 3.4.6 Závěr

V rámci této diplomové práce a druhého experimentu byly otestovány 3 sprinklerové hlavice stejného typu: podhledové hlavice. Lišily se velikostí a tvarem tříštiče. Test byl z hlediska statistické relevantnosti pro každou hlavici zopakován třikrát. Na obrázcích níže jsou zobrazeny zkoušené sprinklerové hlavice od stejného výrobce MINIMAX s K-faktorem 50 a 80.

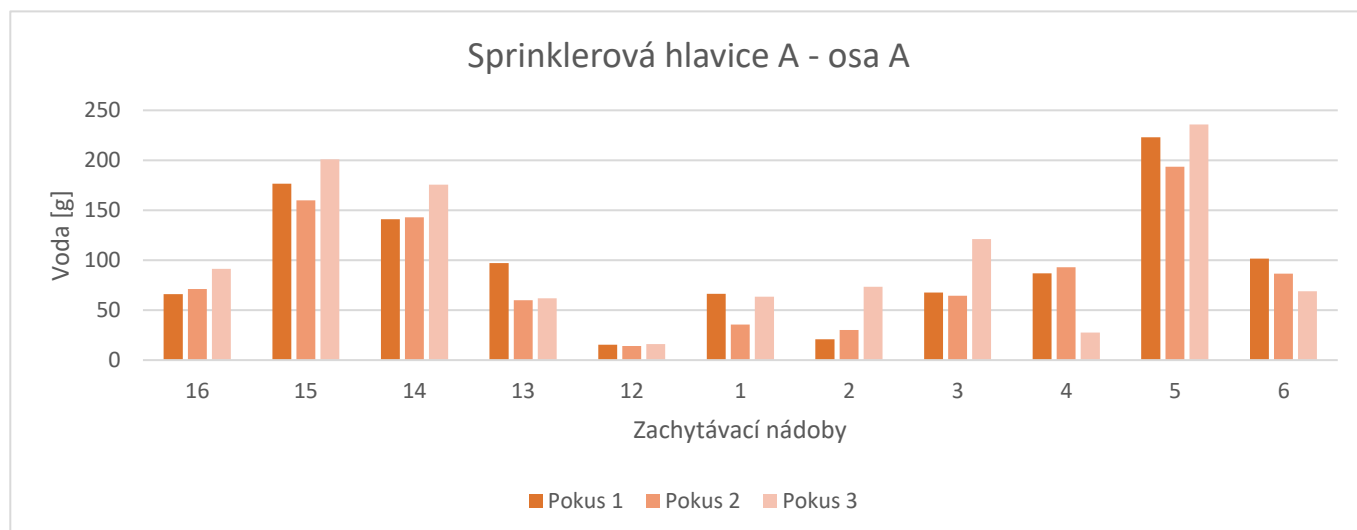


Obrázek 81 - Experimentální sprinklery 2 - tříštiče

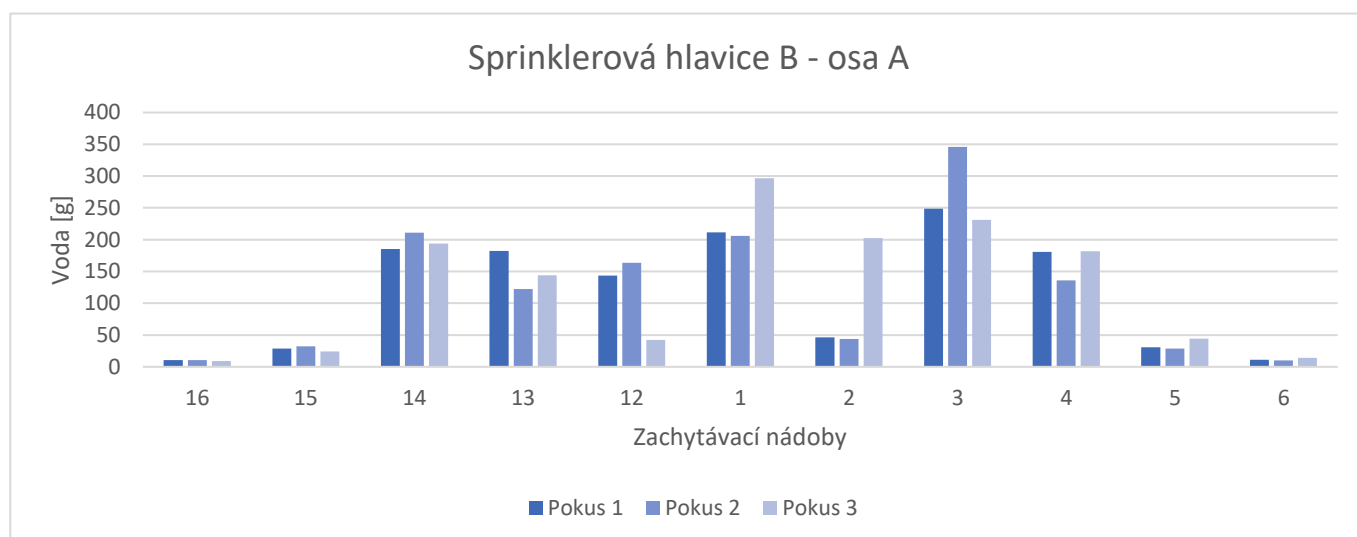


Obrázek 80 - Experimentální sprinklery 2

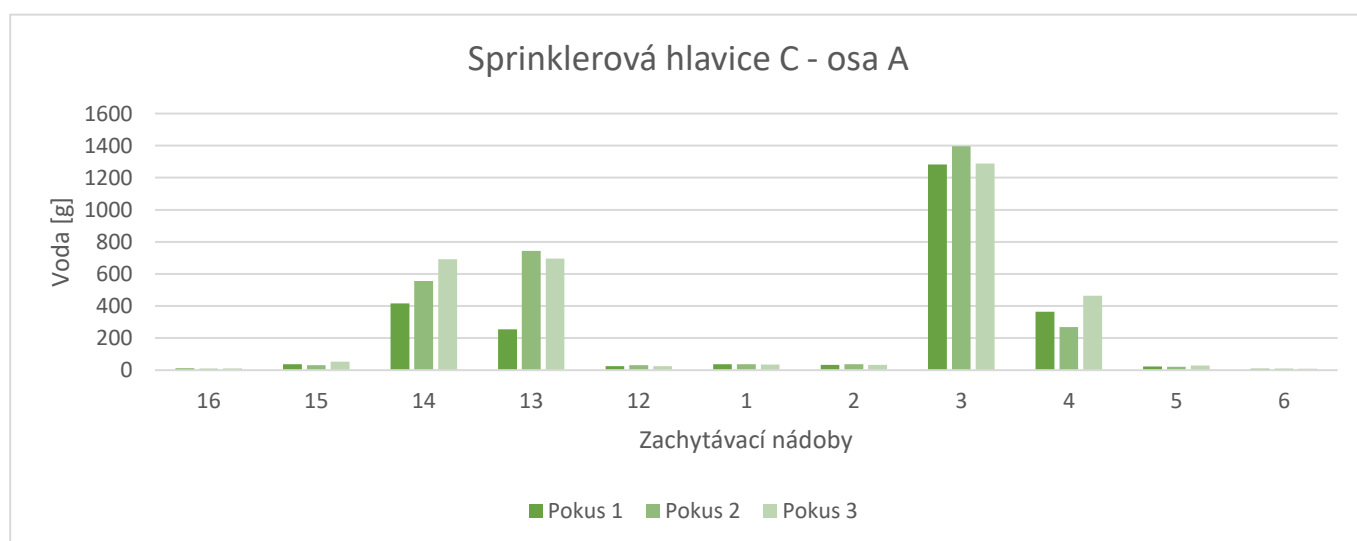
Na další stránkách (jedna stránka = jedna osa všech testovaných sprinklerů) jsou umístěny veškeré grafy z testování pro přehledné porovnání mezi sebou. Na první pohled je zřejmé, že tříštiče s paprsky (plný střed a paprscitý obvod) způsobují shromažďování vody spíše po obvodě, zatímco tříštič bez paprsků s plným kruhem a otvory nejvíce vody shromažďuje na středu chráněné plochy. Také je zajímavé, že výsledky jsou více symetrické oproti experimentu 1, což může být také způsobeno detailnější analýzou skrápěného povrchu prostřednictvím více menších zachytávacích nádob.



**Graf 20 - Porovnání: Sprinkler A – osa A**

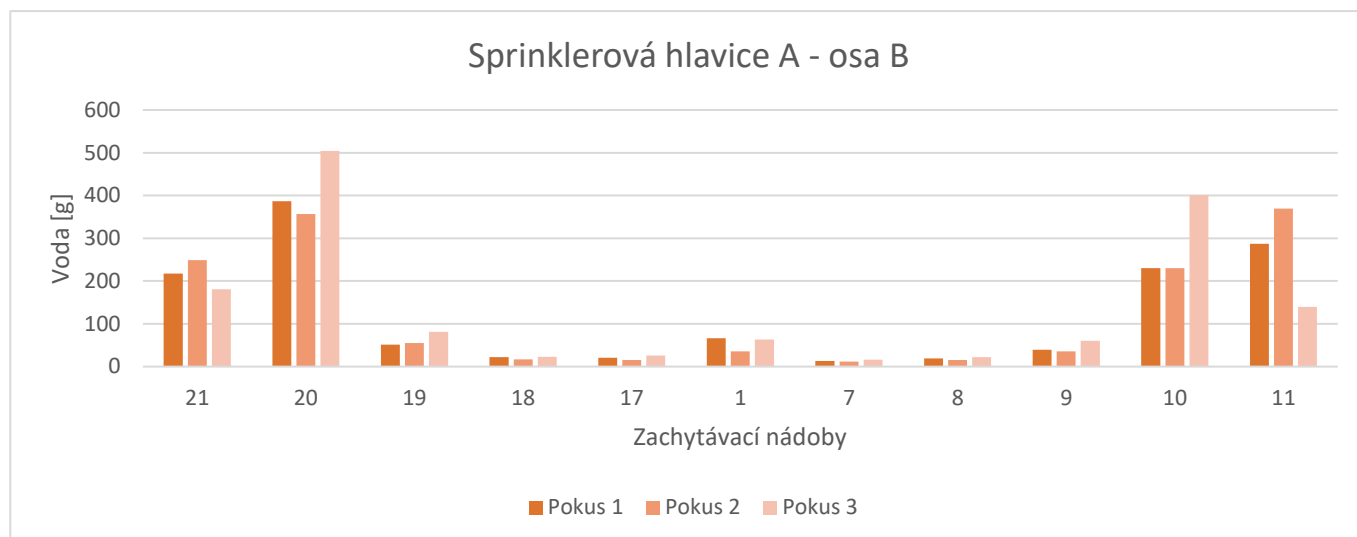


**Graf 21 - Porovnání: Sprinkler B – osa A**

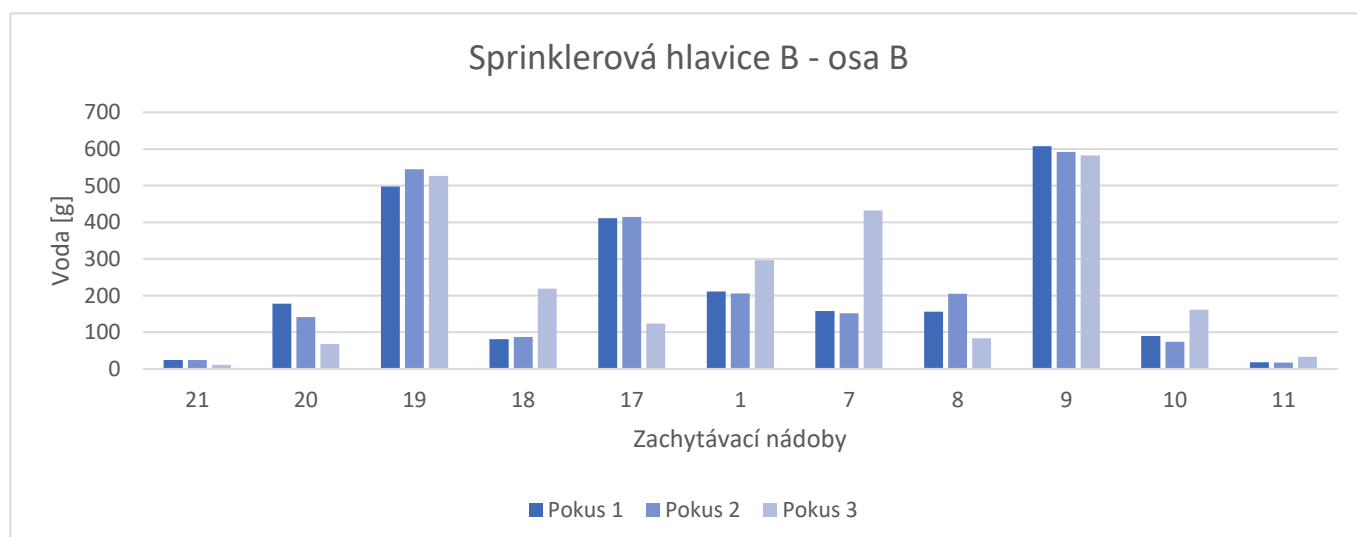


**Graf 22 - Porovnání: Sprinkler C – osa A**

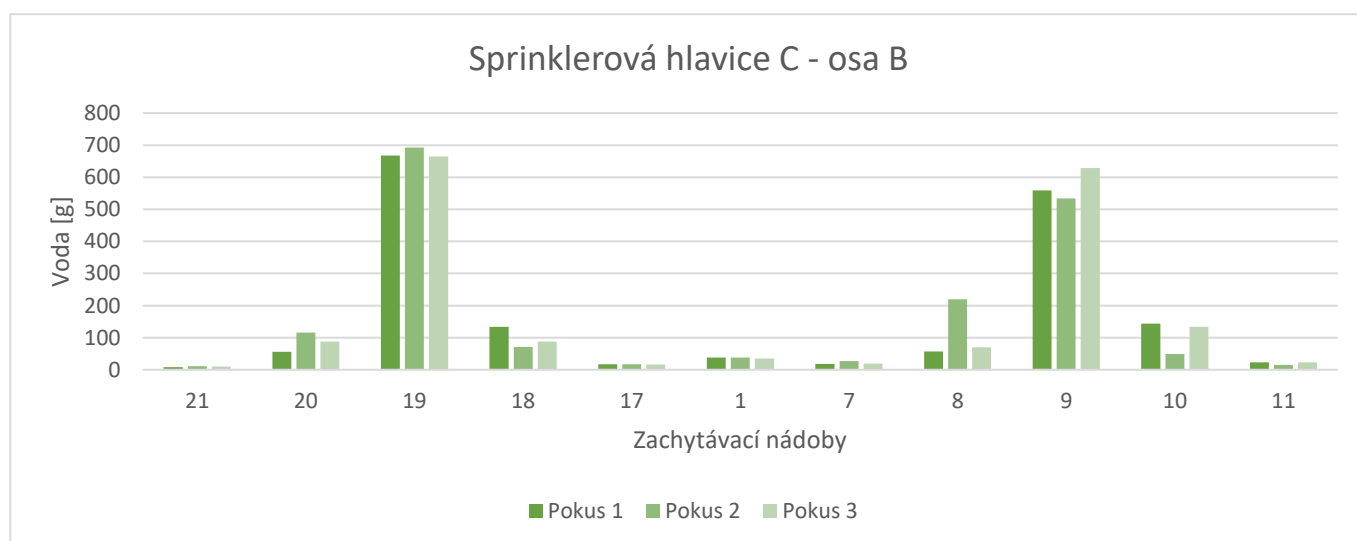




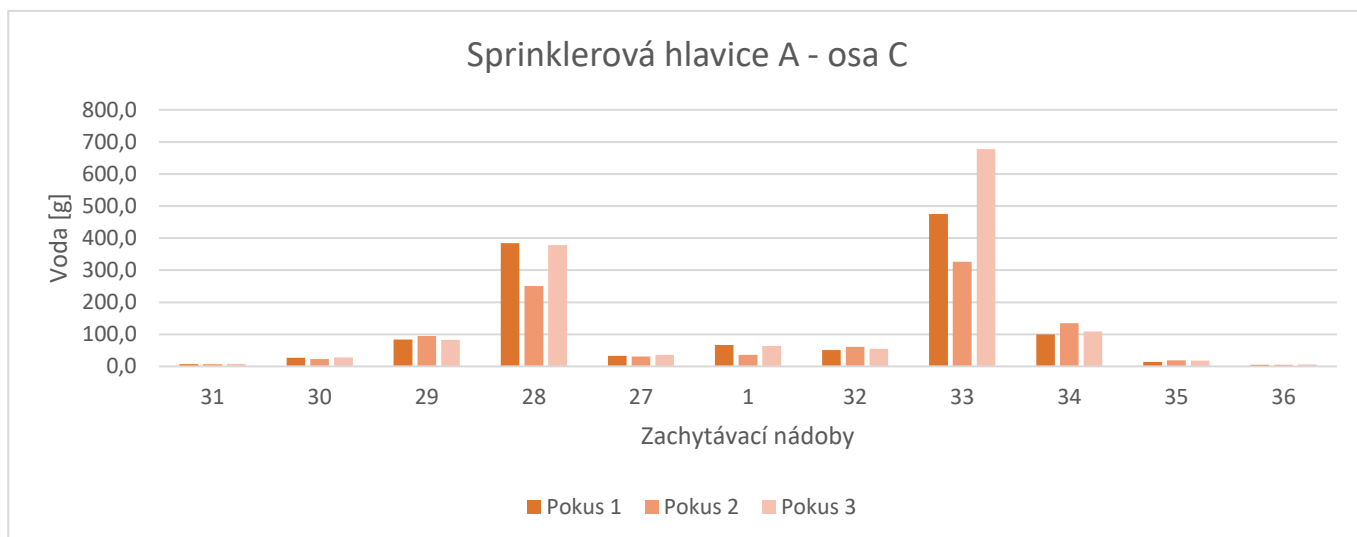
**Graf 23 - Porovnání: Sprinkler A – osa B**



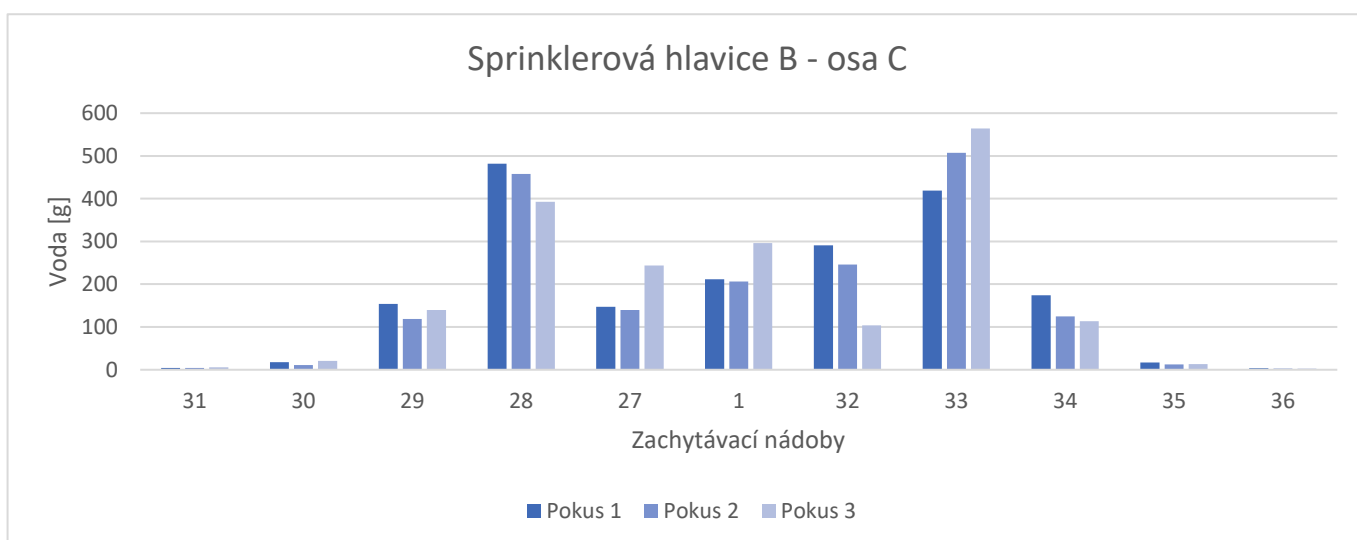
**Graf 24 - Porovnání: Sprinkler B – osa B**



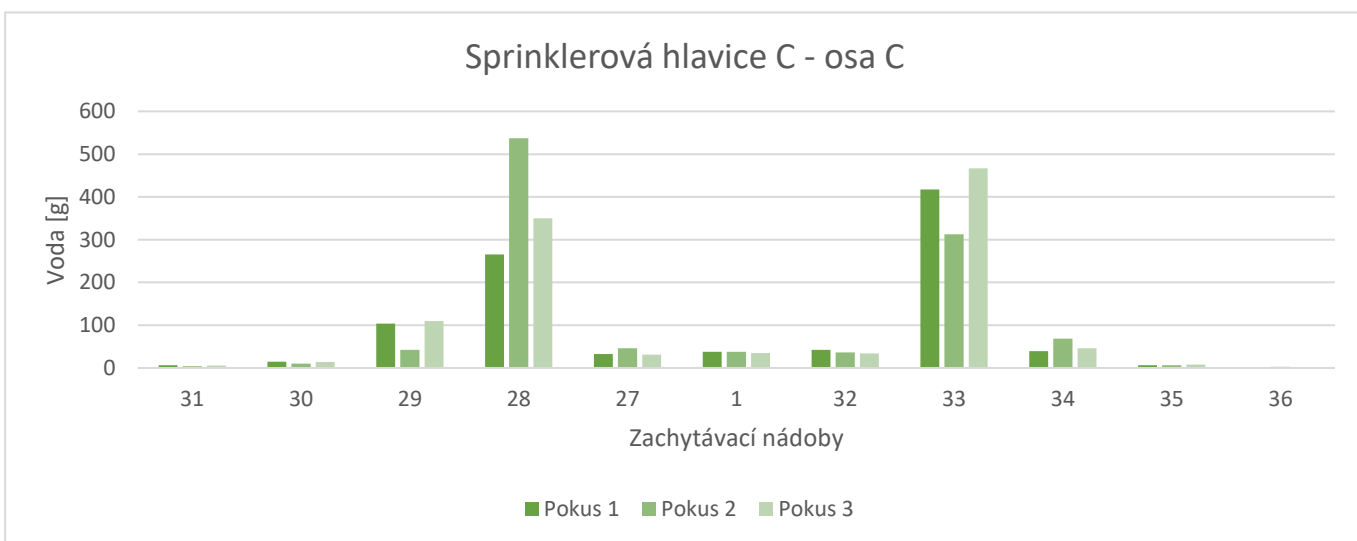
**Graf 25 - Porovnání: Sprinkler C – osa B**



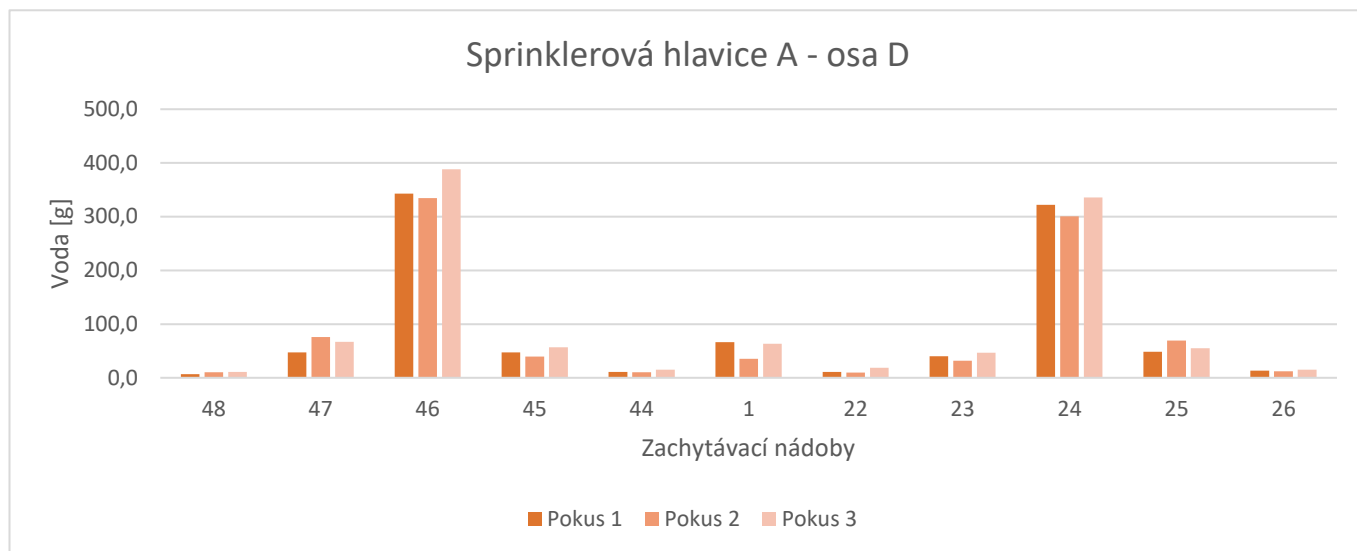
**Graf 26 - Porovnání: Sprinkler A – osa C**



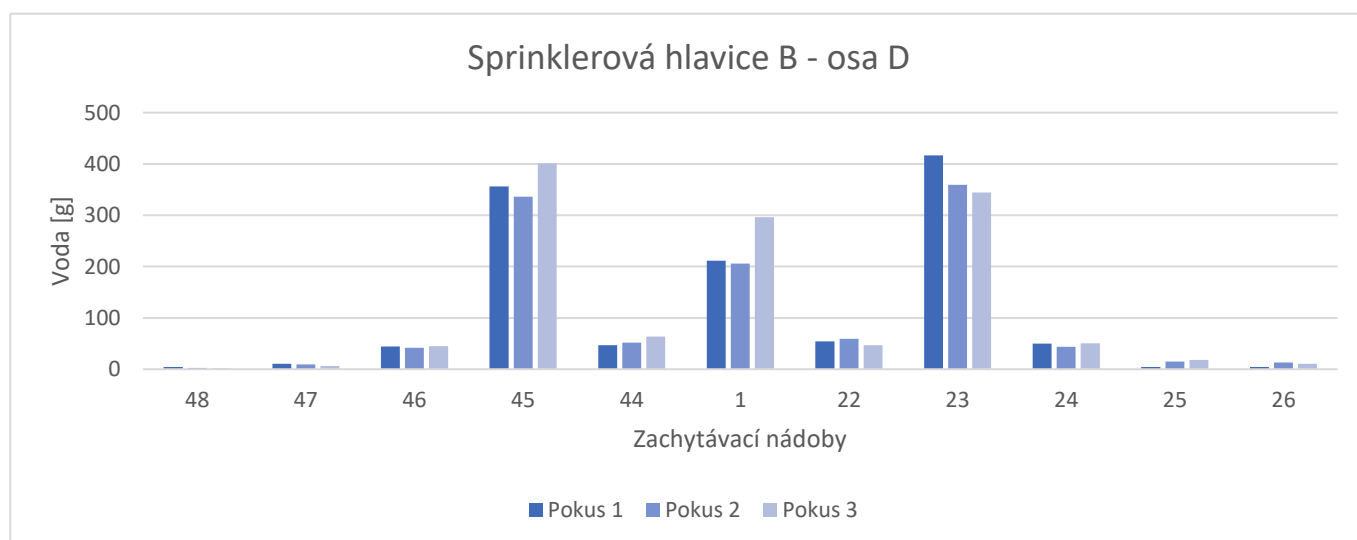
**Graf 27 - Porovnání: Sprinkler B – osa C**



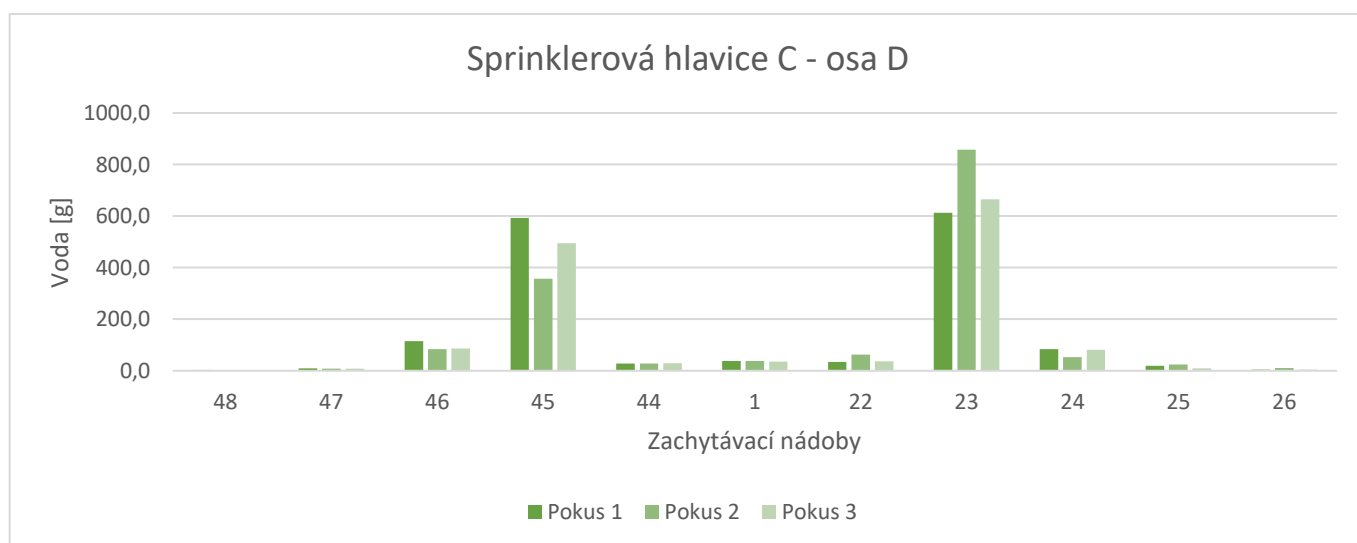
**Graf 28 - Porovnání: Sprinkler C – osa C**



**Graf 29 - Porovnání: Sprinkler A – osa D**



**Graf 30 - Porovnání: Sprinkler B – osa D**



**Graf 31 - Porovnání: Sprinkler C – osa D**

## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

Níže v tabulkách jsou zprůměrované hodnoty ze všech tří zkoušek po jednotlivých osách pro každou sprinklerovou hlavici a pro každou nádobu. Následně byly hodnoty vloženy do grafu pro lepší porovnání mezi sebou.

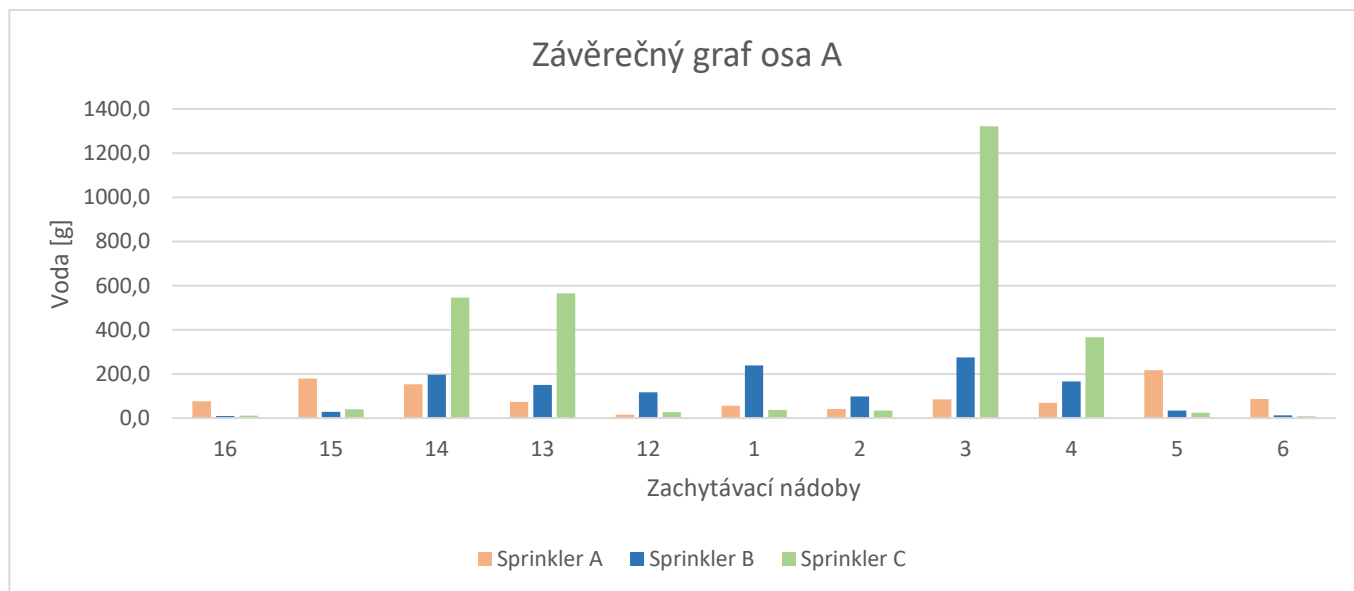
Sprinklery A a C mají principově stejný tvar tříštiče (plný střed s paprčitým obvodem). Přesto výsledky těchto sprinklerů nevycházejí principově stejně.

### ➤ Osa A

Sprinklerová hlavice B (plný tříštič s otvory) rozptyluje vodu převážně uvnitř chráněné plochy. Největší odchylky má v tomto porovnání sprinkler C, nádoba č. 3 zachytila největší množství vody.

OSA A			
Pozice	SPRINKLER A [g]	SPRINKLER B [g]	SPRINKLER C [g]
16	76,2	10,0	10,8
15	179,2	28,2	40,0
14	153,2	196,8	546,2
13	73,0	149,7	564,8
12	15,2	116,5	27,3
1	55,2	238,0	36,7
2	41,5	97,7	34,8
3	84,3	275,2	1322,0
4	69,2	166,3	365,5
5	217,5	34,5	24,7
6	85,7	11,7	8,7

Tabulka 25 - Zprůměrované hodnoty osy A



Graf 32 - Souhrnné výsledky průměrných hodnot zachycené vody při všech testech – osa A



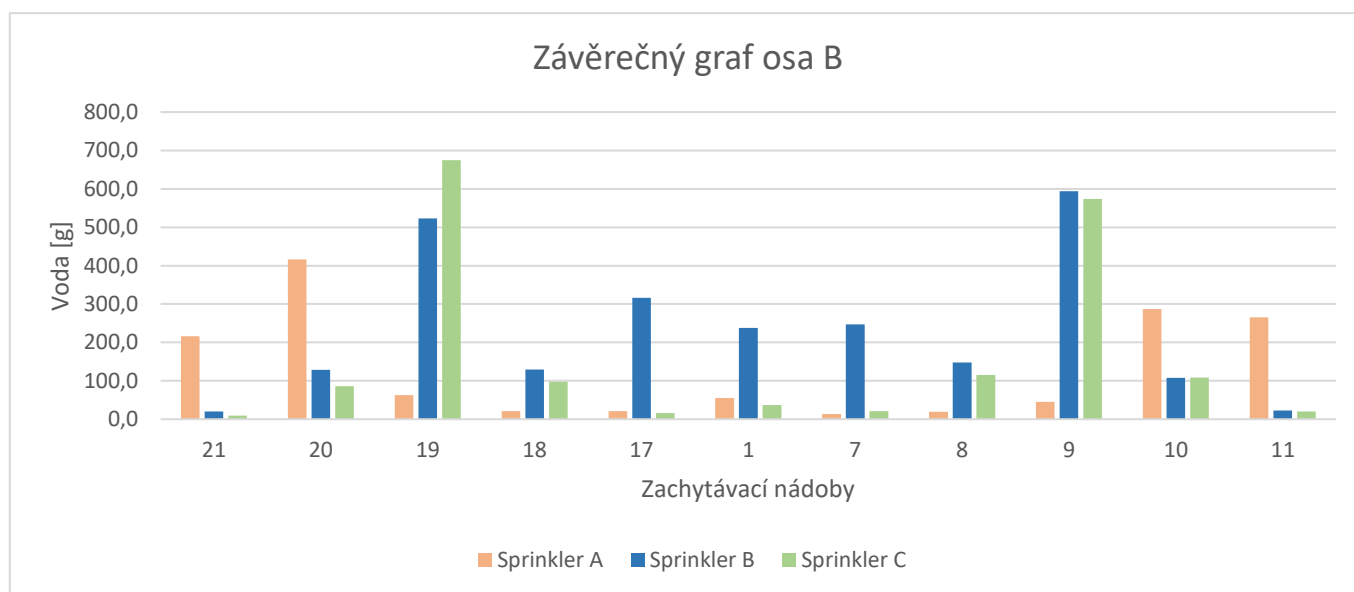
## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### ➤ Osa B

I v tomto srovnání jde vidět, že sprinklerová hlavice B (plný tříštič s otvory) rozptyluje vodu převážně uvnitř chráněné plochy. Ale největší zachycené množství vody mají společně sprinkler B a C v nádobách č. 19 a 9. Sprinkler A zaznamenal nejmenší množství zachycené vody a oproti sprinklerům B a C se voda shromáždila po úplném obvodu.

OSA B			
Pozice	SPRINKLER A [g]	SPRINKLER B [g]	SPRINKLER C [g]
21	215,8	19,8	9,5
20	416,2	129,0	86,2
19	62,5	522,8	675,2
18	20,8	129,2	97,5
17	20,8	316,7	16,3
1	55,2	238,0	36,7
7	13,7	247,3	21,0
8	19,0	148,2	115,5
9	45,2	594,0	574,0
10	287,0	108,2	109,0
11	265,7	22,7	19,8

Tabulka 27 - Zprůměrované hodnoty osy B



Graf 33 - Souhrnné výsledky průměrných hodnot zachycené vody při všech testech – osa B

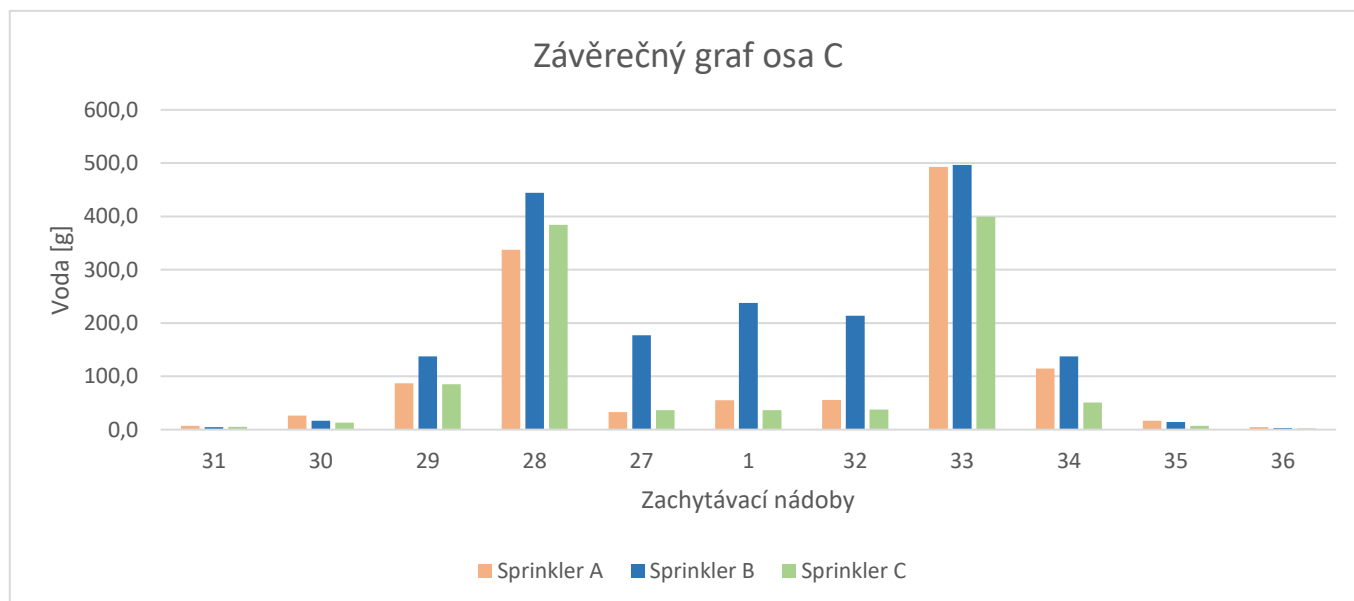
## Ověření výstřikové charakteristiky sprinklerové hlavice

### ➤ Osa C

Při prozkoumání výsledků jde vidět, že sprinklerová hlavice B (plný tříštič s otvory) rozptyluje vodu převážně uvnitř chráněné plochy. V této ose už mají všechny tři hlavice společné nádoby, kde se naměřilo největší množství vody, jedná se o nádoby č. 28 a 33. Při obvodu se u všech tří hlavic zachytilo vody nejméně.

OSA C			
Pozice	SPRINKLER A [g]	SPRINKLER B [g]	SPRINKLER C [g]
31	7,3	4,5	5,3
30	26,0	16,7	13,0
29	87,0	137,7	85,2
28	337,7	444,3	384,3
27	33,0	176,8	36,5
1	55,2	238,0	36,7
32	55,7	213,7	37,5
33	493,0	496,8	399,0
34	114,3	137,3	51,2
35	16,7	14,2	7,0
36	4,8	3,2	2,2

Tabulka 28 - Zprůměrované hodnoty osy C



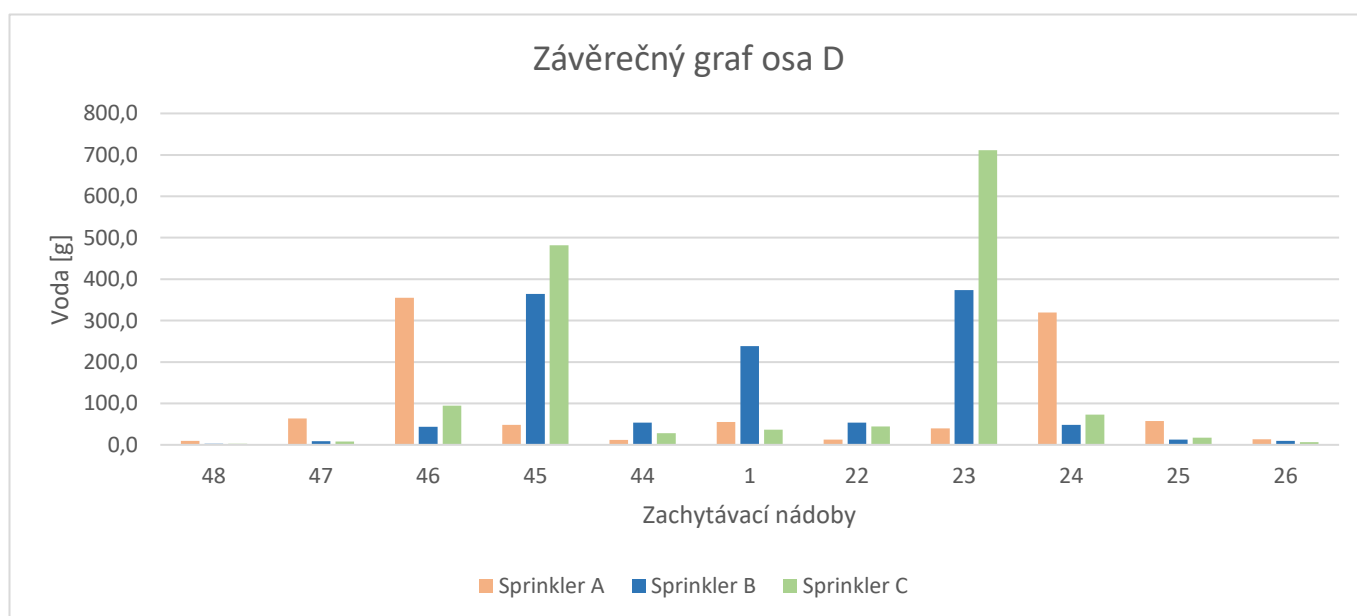
Graf 35 - Souhrnné výsledky průměrných hodnot zachycené vody při všech testech – osa C

➤ Osa D

V této ose je zajímavé, že sprinklerová hlavice B (plný tříštic s otvory) nerozptyluje vodu zhruba rovnoměrně uvnitř chráněné plochy, ale jsou tam patrné značné výkyvy, jak je vidět z grafu. V nádobách č. 45, 1 a 23 se nachytilo výrazně větší množství vody než v nádobách č. 44 a 22, které jsou umístěné mezi nádobami 45, 1 a 23. V této ose se opět nenahromadilo větší množství vody žádnému ze tří testovaných sprinklerů. Největší množství vody se zachytilo pro sprinkler B a C v nádobách č. 45 a 23 a pro sprinkler A v nádobách č. 46 a 24.

OSA D			
Pozice	SPRINKLER A [g]	SPRINKLER B [g]	SPRINKLER C [g]
48	9,5	3,0	2,7
47	63,5	8,8	8,3
46	355,2	43,7	94,7
45	47,8	364,5	481,5
44	12,2	54,0	28,5
1	55,2	238,0	36,7
22	13,0	53,5	44,5
23	39,5	373,5	711,5
24	319,5	48,0	72,7
25	57,7	12,5	17,5
26	13,5	9,3	6,5

Tabulka 29 - Zprůměrované hodnoty osy D



Graf 36 - Souhrnné výsledky průměrných hodnot zachycené vody při všech testech – osa D

## 4 Závěr diplomové práce

V rámci této diplomové byly provedeny 2 experimenty. Oba experimenty byly provedeny principově stejně (kelímkové testování), ale každý byl proveden v jiném prostoru. Každý prostor umožňoval jiné podmínky pro experiment a tím pádem jsou odlišné výsledky z měření.

**První experiment** byl uskutečněn v požární laboratoři v UCEEB ČVUT, kde byly ztížené podmínky. Byl zde omezený prostor a musel se upravit pro práci s vodou, neboť je laboratoř přizpůsobená na práci s ohněm a teplem. Během experimentu bylo otestováno 5 sprinklerových hlavice, každá hlavice byla otestována třikrát. Pro tento experiment byla zvolena pouze jedna osa měření, kde bylo umístěno 5 větších nádob k zachycení vody.

**Druhý experiment** byl uskutečněn v prostoru Vodohospodářského experimentálního centra, který se nachází na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Tento prostor je již přizpůsobený na práci s vodou a nachází se zde dešťový simulátor. Během experimentu byly otestovány 3 sprinklerové hlavice, každá hlavice byla otestována třikrát. Pro tento experiment byly zvoleny čtyři osy měření, kde v každé ose bylo umístěno 11 menších nádob.

V obou experimentech byly otestovány dvě totožné sprinklerové hlavice viz obrázek níže.



Obrázek 82 - Totožné sprinklery

Z obou experimentů je zřejmé, že tříšticí s paprsky (plný střed a paprscitý obvod) způsobují shromažďování vody spíše po obvodě, zatímco tříšticí bez paprsků s plným kruhem a otvory nejvíce vody shromažďuje na středu a v blízkosti středu chráněné plochy. Také je zajímavé, že výsledky z experimentu 2 jsou více symetrické oproti experimentu 1, což může být způsobeno detailnější analýzou skrápěného povrchu prostřednictvím více menších zachytávacích nádob.



## Literatura

- [1] Aktivní a pasivní systémy protipožární ochrany. *TZB-info* [online]. [vid.2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/113216-aktivni-a-pasivni-systemy-protipozarni-ochrany>
- [2] INFO@AION.CZ, AION CS-. 246/2001 Sb. Vyhláška o požární prevenci. *Zákony pro lidi* [online]. [vid. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246>
- [3] *Popis systému - schématický i slovní popis SHZ - TPI Česká republika s.r.o. - Specialista na hasicí systémy* [online]. [vid. 2023-10-15]. Dostupné z: <http://www.tpicr.cz/Popis-systemu/>
- [4] *ČSN EN 12259-1+A1 - Stabilní hasicí zařízení - Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení - Část 1: Sprinklery*. ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 2002.
- [5] ING. PAVEL RYBÁŘ. 6 STABILNÍ HASICÍ ZAŘÍZENÍ. In: [online]. 2007. Dostupné z: [https://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni\\_odolnost/e-text/technici/6/6-6-SHZ.pdf](https://people.fsv.cvut.cz/www/wald/Pozarni_odolnost/e-text/technici/6/6-6-SHZ.pdf)
- [6] *Zařízení aerosolového hašení požárů* / [www.kbkfire.cz](http://www.kbkfire.cz) [online]. [vid.2023-10-21]. Dostupné z: <https://www.kbkfire.cz/produkty/zarizeni-aerosoloveho-haseni-pozaru/>
- [7] *Umělá inteligence* [online]. Dostupné z: <https://chat.openai.com/chat>
- [8] Požární bezpečnost (I) - Sprinklerové hasicí zařízení. *TZB-info* [online]. [vid.2023-04-01]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/2017-pozarni-bezpecnost-i-sprinklerove-hasici-zarizeni>
- [9] Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - I. díl. *TZB-info* [online]. [vid.2023-04-23]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
- [10] SHEPPARD, David Thomas. *Spray Characteristics of Fire Sprinklers*. B.m., nedatováno. Northwestern University.
- [11] ING. THOMITZEK, Adam. *Simulace procesů hašení pomocí počítačového modelování*. 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava-Poruba, 2022. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [12] *UCEEB ČVUT - Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT v Praze - Požární bezpečnost* [online]. [vid. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.uceeb.cz/cz/pozarni-bezpecnost/#vybaveni-902>