

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta bezpečnostního inženýrství**

**Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva**

## **Historický vývoj sprinklerového zařízení**

**Student: Petra Ščotková**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Kučera**

**Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu**

**Datum zadání bakalářské práce: 14. října 2007**

**Termín odevzdání bakalářské práce: 30.dubna 2008**

## **Místopřísežné prohlášení**

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně.“

V Přerově dne 25. dubna 2008

.....  
Petra Ščotková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce ing. Petru Kučerovi za pomoc při jejím zpracování, za rady, poskytnuté materiály a získání nadhledu během práce.

## ANOTACE

ŠCOTKOVÁ, P. *Historický vývoj sprinklerového zařízení*. Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2008.

**Klíčová slova:** sprinklerové zařízení, vývoj, NFPA, softwarový program, projekční předpisy

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou vývoje sprinklerového zařízení. Práce je z velké části věnována samotnému vzniku a vývoji tohoto zařízení od úplného počátku do 20. století, zejména proč se sprinklerové zařízení začalo vyrábět, jaký byl jeho technický vývoj. Samostatná kapitola se věnuje vývoji sprinklerového zařízení během 20. století, ve které jsou rovněž nastíněny softwarové programy zabývající se návrhem těchto zařízení. V závěru je uveden vznik a vývoj předpisů týkajících se sprinklerů. Cílem bakalářské práce je vytvořit přehledný historický vývoj sprinklerového zařízení.

## ANNOTATION

ŠCOTKOVÁ, P. *Historical development of sprinkler system*. Bachelor work. Ostrava: VSB – TU Ostrava, Faculty of Safety Engineering, 2008.

**Keywords:** sprinkler system, development, NFPA, software program, design standards

This bachelor work deals with problems of development of sprinkler system. Major part of this work is about birth and development of this system from total origin to 20<sup>th</sup> century, especially why sprinkler system was actually produce and how its technical development was. A separate part pays to development in the 20<sup>th</sup> century, there are also performed software programs which deal with a sprinkler system calculation. There are introduced origin and development of ordinances in conclusion.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REŠERŠE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. HISTORIE HAŠENÍ .....</b>	<b>3</b>
3.1. HAŠENÍ OBECNĚ .....	3
3.2. ZNALOST DYNAMIKY TEKUTIN .....	5
<b>4. VZNIK A VÝVOJ SPRINKLERŮ .....</b>	<b>8</b>
4.1. VÝVOJ DO 20. STOLETÍ.....	8
4.1.1. Děrované potrubí.....	8
4.1.2. Funkce a nevýhody děrovaného potrubí.....	9
4.1.3. První sprinklerové hlavice.....	10
4.1.4. Pokusy se sprinklery ve Velké Británii .....	16
4.1.5. Potrubní systém .....	16
4.1.6. Řídící ventil.....	17
4.1.7. Suchý řídicí ventil.....	19
4.2. PODPORA POJIŠŤOVEN.....	19
4.3. VZNIK NFPA.....	20
4.4. VÝVOJ V PRŮBĚHU 20. STOLETÍ .....	21
4.4.1. Testování FM a UL.....	24
4.4.2. Sprinklerové hlavice ESFR.....	25
4.4.3. Bytové sprinklery.....	26
4.4.4. Potrubí.....	28
4.4.5. Technologie HI-FOG.....	28
4.4.6. Softwarové programy .....	30
<b>5. PRAVIDLA A PŘEDPISY PRO PROJEKTOVÁNÍ SPRINKLERŮ.....</b>	<b>35</b>
5.1. VÝVOJ VE SVĚTĚ .....	35
5.2. VÝVOJ V ČR.....	36
<b>6. ZÁVĚR .....</b>	<b>38</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>39</b>
<b>STRUČNÝ PŘEHLED HISTORIE.....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>43</b>

# 1. Úvod

Sprinklerové zařízení existuje již více než 150 let, přesto se o jeho vzniku a vývoji v naší republice příliš neví. A přitom má značný význam pro bezpečí osob. Narozdíl od hlásičů požáru, které „pouze“ ohlašují požár, sprinklerová zařízení dokáží požár uhasit a tím zachránit životy osob, které jsou nejvíce zranitelné a neumí rychle reagovat na poplach. Mezi tyto osoby patří děti, senioři a osoby neschopné samostatného pohybu. Kromě ochrany osob dokáže sprinklerové zařízení zabránit i velkým škodám na majetku

Bakalářská práce se dělí na několik kapitol. Nejdříve je popsáno, jaké byly důvody, že vznikla potřeba hasit požár a na jaké problémy lidé v té době naráželi. Většina práce je věnována samotnému vývoji od úplných počátků, tedy z čeho se sprinklerové zařízení vyvinulo a jaký byl průběh jeho technického rozvoje během 19. století. Následující kapitola je zaměřena na 20. století, jak sprinklery vypadají dnes, jak se zlepšilo jejich provedení, způsob návrhu, a jak se rozšířil účel jejich původního použití, který byl zaměřen hlavně na ochranu průmyslových podniků. Zjistilo se, že se sprinklerovým zařízením mohou chránit také životy osob, tedy prostory, kde se osoby vyskytují. Mezi tyto prostory patří například běžná obytná zástavby, hotely a nemocnice. V tomto období vznikly rovněž první softwarové programy, které umí vypočítat návrh sprinklerového zařízení, což je v této oblasti přínosný pokrok. Závěr práce je věnován projekčním předpisům, podle kterých se sprinklerové systémy projektují, protože se v minulosti objevil problém, že ačkoliv bylo sprinklerové zařízení funkční, bez správného návrhu a instalace postrádalo smysl.

V práci jsou shrnuty informace o počátcích, vývoji a potřebě sprinklerového zařízení. Není zde vysvětlena samotná funkce zařízení, ani celkové rozdělení, což nebylo cílem této práce.

## 2. Rešerše

Při hledání informací o vývoji sprinklerového zařízení jsem zjistila, že se v České republice o tomto tématu příliš nemluví a nejsou o něm ani velké zmínky. V cizině je naštěstí situace příznivější. Ovšem najít ucelené informace také nebylo jednoduché. Velkou část informací jsem sbírala z internetových zdrojů zahraničních firem. Jediná česká publikace, která se věnuje historii, je od autora Pavla Rybáře, který patří mezi experty v oblasti sprinklerového zařízení u nás a je také autorem většiny článků a publikací z této oblasti.

**RICHARDSON, J. K. *History of fire protection engineering*. National Fire Protection Association, 2003. ISBN 0-87765-559-6.**

V bakalářské práci byla využita část Water-Based Fire Suppresion, kde autor popisuje počátky a potřebu hašení vůbec a dále se věnuje samotnému vývoji sprinklerového zařízení. Popisuje zde, jak se vyvíjely některé části zařízení a jaký vliv na vývoj měl efekt rozvoje zástavby. Autor zde poukázal i na realizované zkoušky, na jejichž základě byly materiály rozděleny do několika tříd.

**RYBÁŘ, P. *Sprinklerová hasicí zařízení*. Praha, 1992. 224 s. Knížnice požární ochrany.**

Tato publikace dává ucelený přehled o funkci sprinklerového systému a věnuje se také problematice projektování podle v té době platných předpisů. Autor se zaměřuje na návrh určitého typu zařízení ve vybraných typech objektů, jako např. hotely, nemocnice, kulturní památky, podzemní garáže. Další část věnuje autor studii účinnosti a spolehlivosti zařízení a vedení statistiky.

***Fire Sprinkler History – NFSA, NFPA & Tyco* [online]. Feb. 2005, vol. 4, iss. 1.**

**URL <[http://tyco-fire.com/TFP\\_common/StationHouse02-15\\_5.pdf](http://tyco-fire.com/TFP_common/StationHouse02-15_5.pdf) > [cit. 2008-04-01]**

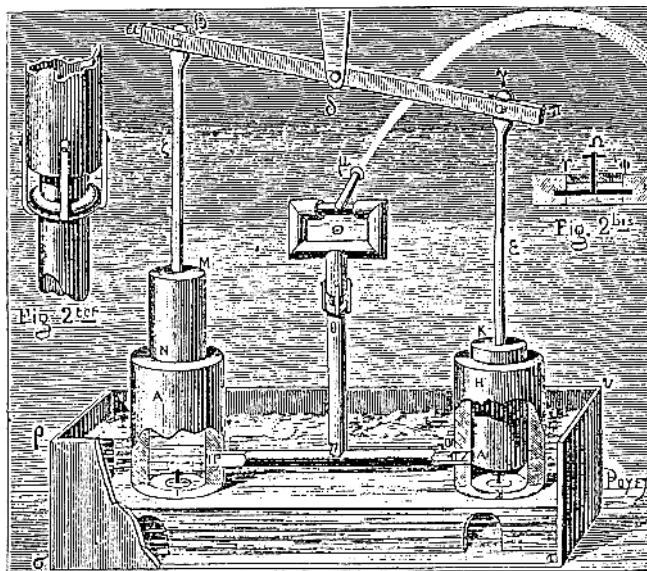
Jak již z názvu vyplývá, článek se zabývá nejen historií sprinklerového zařízení, ale také vznikem organizací NFSA a NFPA a později vzniklé společnosti Tyco Fire. Větší část článku je věnována vývoji a vzniku nových typů sprinklerových hlav v průběhu 20. století.

### 3. Historie hašení

Tato kapitola je rozdělena na dvě části. V první části je nastíněno, kdy a proč se začalo hasit a je zde uveden nejzákladnější historický přehled o zařízení na hašení požárů. V další části je představen vývoj oboru dynamiky tekutin, protože tento obor je důležitý pro znalost proudění vody v potrubí.

#### 3.1. Hašení obecně

Antické státy Řecko a Řím byly první civilizace, které aktivně vyvíjely zařízení na hašení. Nejstarší známá vodní pumpa (obr. 3.1) byla vynalezena *Ctesibiem z Alexandrie* kolem roku 200 před naším letopočtem [1]. Pumpa se skládala ze dvou válců s písty, kdy střídavě jeden z válců nasával vodu a druhý válec tlačil vodu do výtlačného potrubí. Pohyb válců zajišťovala vodní pára. Vynález této vodní pumpy se osvědčil, a proto sloužil pro sestavení první požární stříkačky, která se kdy dala do provozu. Ctesibiova pumpa byla pozoruhodná a ačkoliv uplynuly dvě tisíciletí, požární čerpadla používaná v Anglii a Americe v 18. století se jí hodně podobala.



Obr 3.1 - Ctesibiova pumpa [1]

Římští císaři měli strach z požárů ve svých rozlehlých městech. Proto císař Augustus vytvořil první obdobu předchůdců hasičských sborů. Ovšem již s nástupem dalšího císaře Tiberia byly tyto sbory rozpuštěny.



Během renesance začali učenci v západní Evropě překládat práce starověké literatury. Kromě překladů antických zákonných, historických a náboženských dokumentů se pořizovaly také překlady občanských dokumentů ukazujících mnoho rysů ze života starověkých měst, zvláště pak starověkého Řecka a Říma. Během tohoto období byly znovu odkryvány takové starověké vynálezy jako Ctesibiova pumpa včetně detailních informací týkajících se římského systému zásobování vodou a protipožárních opatření. Ačkoliv byly k dispozici znalosti řeckých a římských technologií potlačující požár, nebylo do konce první poloviny 17. století využíváno žádné zařízení na hašení. Poté již byla sestavena nová zařízení jako třeba Lucarova pojízdná stříkačka a Hautschova požární stříkačka. Obě tyto stříkačky se v praxi neujaly a bylo na ně rychle zapomenuto.

Vše se změnilo 2. září 1666, kdy vypuknul obrovský požár v Londýně. Hasiči zjistili, že existující protipožární zařízení bylo nedostatečné, a že nebylo možné postavit se požáru. Zprávy o londýnském požáru se rozšířily do celé Evropy a Ameriky a s tím přišel také zájem o moderní zařízení na hašení. Od začátku 18. století získalo mnoho velkých měst v Evropě a Americe přístroje na boj s požárem. Bohužel obzvláště v Americe bylo dostupné protipožární vybavení příliš nedostatečné, aby dokázalo zastavit požár.



*Obr. 3.2 – Londýnský požár v roce 1666 [11]*

Zvyšující se požadavky na požární zařízení vedly k vytvoření první společnosti specializující se na výrobu požárních stříkaček. Společnost byla vytvořena anglickým inženýrem, vynálezcem a majitelem průmyslového závodu na výrobu knoflíků **Richardem Newshamem**. Americká města začala dovážet Newshamovy požární stříkačky na začátku 30. let 18. století. Newshamova požární stříkačka měla několik nových konstrukčních provedení, požární stříkačka používala dlouhou dřevěnou kulatinou podél obou stran přístroje umožňující čtyřem nebo více hasičům na každé straně čerpat vodu, čímž se zvyšoval tlak a množství dodávané vody.



*Obr. 3.3 – Newshamova požární stříkačka z 18. století [12]*

### **3.2. Znalost dynamiky tekutin**

Potřeba znalosti dynamiky tekutin je důležitá, protože pro dopravu vody se používá potrubí, ve kterém dochází k různým ztrátám. Aby bylo dosaženo požadovaného tlaku a množství dodávané vody, bylo nutné umět tyto ztráty vypočítat. Také technické požadavky pro dopravu vody pro obytnou zástavbu a pro požární ochranu byly rozdílné. Obytná zástavba vyžaduje velké množství vody s rozumným tlakem, narozdíl požární ochrana potřebuje vysoký tlak vody v potrubí.

**Daniel Bernoulli** v roce 1738 položil základy novodobé dynamiky tekutin v jeho pojednání „Hydrodynamika“, ve kterém rozpracoval Bernoulliho princip [1]. Na začátku 19. století se Bernoulliho práce dostala do popředí zájmu kvůli potřebě navrhovat rozsáhlé vodárny pro průmysl a z důvodu ochrany staveb před povodněmi. Tato práce byla podnětem k zavedení technické hydrodynamiky, která dokáže definovat průtok vody v kanálech a dalších otevřených potrubích. Přesto podrobný výzkum pohybu tekutin v potrubí byl proveden až v polovině 19. století.

Klíčové práce Bernoulliho nástupců *Reynoldse*, *Brandta*, *Chezyho*, *Fanninga* a dalších poskytly číselné rovnice a vztahy (např. často užívané Reynoldsovo číslo), které objasňují zákonitosti pohybu tekutin při různých průtokových rychlostech v potrubí nebo jiných typech vedení. **G. S. Williams a Allen Hazen** vyvinuli Hazen-Williamsův vztah (1), který je důležitým vztahem pro výpočet vodního toku v potrubí [19]:

$$v = 0,85 \cdot c \cdot R^{0,63} \cdot i^{0,54}, \quad (1)$$

kde  $v$  ... je rychlost proudění kapaliny v potrubí,

$c$  ... je Hazen-Williamsův koeficient,

$R$  ... je hydraulický poloměr [m]

$i$ ... je hydraulický sklon čáry energie.

Na začátku 20. století byl analytický výpočet pro dodávku vody omezen na proud, který má poměrně velmi nízké Reynoldsovo číslo (<100 000), a byl založený na experimentech vedených *Saphem* a *Schoderem* v Německu. V roce 1913 německý vědec **Blasius** uvedl vzorec (2) používající Saphova a Schoderova experimentální data na výpočet tření při toku vody v hladkém potrubí [1]:

$$f = 0,3164 / Re^{0,35}, \quad (2)$$

kde  $f$  ... je třecí faktor trubky,

$Re$  ... je Reynoldsovo číslo.

Ačkoliv byla Blasiova práce široce využívána, bohužel nebyly přesně známy třecí ztráty vody v požárním potrubí. Nedostatek v jednotnosti byl hlavním důvodem, že **Freeman** a ostatní vědci doporučovali navrhovat konzervativní požadavky pro sprinklerová zařízení.

V roce 1914 *Stanton* a *Purnell* rozšířili použití upravené verze Blasiova vzorce (2) tak, aby průtok vody měl Reynoldovo číslo vyšší než 400 000 a opravili předchozí chyby. Díky začínající 1. světové válce nebyla však jejich práci po mnoho let věnována žádná pozornost. Nakonec v roce 1921 jeden z předních světových vědců věnujících se dynamice tekutin, **von Kramár**, zveřejnil rovnici založenou na teoretickém modelu Brandta, který poskytl základ pro výpočet třecích ztát a rozdělení rychlosti pro pohyb v hladkém potrubí pro určitý rozsah Reynoldsova čísla [1]. V roce 1930 von Kramár rozšířil svůj dřívější vztah na obecnou rovnici, která počítala třecí faktor a rozdělení rychlosti pro různé druhy potrubí nebo Reynoldsovo číslo nad 70 000 za předpokladu, že drsnost byla známa.

V roce 1941, několik let po smrti Freemana, byla poprvé uveřejněna jeho pozůstalost, kompletní experimentální data, soubor pokusů a jejich výpočty vedené v roce 1892. Tyto pokusy měly okamžitý účinek při navrhování požárních trysek, sprinklerového zařízení a potrubí, a staly se v podstatě standardem pro požární inženýrství pro následujících 40 let. Freemanova práce slouží jako základ při projektování moderní požární ochrany během celého 20. století a zůstává rozhodující i pro vývoj moderního požárního inženýrství na začátku 21. století.

## 4. Vznik a vývoj sprinklerů

### 4.1. Vývoj do 20. století

Na počátku 19. století vzrůstala potřeba vytvořit zařízení pro požární ochranu budov, které by spolehlivě fungovalo i bez zásahu lidského činitele. Jednalo se hlavně o průmyslové závody, ve kterých se požár šířil velmi rychle díky prachovému a papírovému materiálu a odpadu. Průmyslové podniky začaly využívat systém děrovaného potrubí potlačující požár. Ačkoliv byl děrovaný potrubní systém pokrokový nad ručním hašením, uvažovalo se nad vývojem mnohem efektivnějšího a účinnějšího zařízení, čímž později vzniklo sprinklerové hasící zařízení.

Jako první samočinné vodní hasící zařízení, o kterém máme záznam, vynalezl **Ambros Godfrey**, slavný chemik pocházející z USA, který si nechal v roce 1723 patentovat systém, jehož podstatou byl sud s hasební kapalinou a cínová schránka se střelným prachem [25]. Ta byla spojena se soustavou zápalných pojistek, které se v případě požáru zapálily a následně došlo k výbuchu střelného prachu a rozprášení náplně sudu.

#### 4.1.1. Děrované potrubí

Ačkoliv se mluví jako o počátku vývoje sprinklerového hasícího zařízení hlavně ve spojitosti s USA, první hasící zařízení s potrubním rozvodem navrhl v roce 1806 Angličan **John Carey** [28]. U tohoto zařízení byly použity hubice připojené na rozvodné potrubí napájené z gravitační nádrže. V přívodním potrubí od nádrže byl zařazen ventil ovládaný spouštěcím zařízením sestávajícím z provazu a závaží. Přehořením provazu došlo k uvolnění závaží a otevření uzavíracího ventilu. Toto zařízení nebylo údajně příliš spolehlivé, jelikož provaz se časem protahoval, což způsobovalo samovolné otevírání ventilu. Tento systém byl postupně zdokonalován například tím, že potrubní rozvod byl opatřen připojovací armaturou pro přívod vody z vodovodu nebo požární stříkačky. V roce 1812 byl zaměněn provaz za jiný druh pojistky, reagující na teplotu 71 °C [2]. A tento systém byl také poprvé opatřen poplachovým ventilem. Zvukový výstražný signál byl vyvozen padajícím závažím.

Jeden z prvních systémů byl navržený také Angličanem **Williamem Congresem** a byl instalován v divadle Theatre Royal v Drury Lane v roce 1812 [25]. Skládal se z válcovité

vzduchotěsné nádrže, která měla 400 velkých podzemních sudů v zadní části budovy a plnila se z vodovodu. Potrubní děrovaný systém byl veden skrz celou budovu divadla. Jako tlakový zdroj byla použita parní stříkačka s výkonem 75 000 koňských sil (koňská síla = 735,49875 W), která byla uvedena do chodu do 20 minut od vyhlášení poplachu. Výtlačné potrubí bylo opatřeno ručně ovládanými ventily, kterými se přiváděl přívod vody do jednotlivých sekcí budovy.

V polovině 19. století se kvůli častým krutým požárům v průmyslových závodech v USA objevil rovněž zájem o hasicí systém, který by se nad požárem spustil automaticky. Navíc by tento systém eliminoval nejistotu vznikající při lidském spouštění systému v době poplachu. Také bylo třeba dodávat vodu hlavně do oblasti hoření, aby se snížily škody způsobené vodou. Společnosti *Providence Steam a Gas Company*, z kterých se později stala společnost *Grinnel Company* (založená r. 1850), se ujaly vedení v požární ochraně instalující děrovaný potrubní systém v průmyslových areálech v Nové Anglii.

Existovalo ještě několik patentů děrovaného potrubního systému jako např. Francis System, Whiting System, Grinnell System a Hall System. Každý z nich měl ale podstatný problém. Například u Hall Systemu byly děrované trubky z ocelového plechu. Ty byly připojeny k napájecímu potrubí tepaným železem. To sice umožňovalo levnou instalaci, ale potrubí z ocelového plechu nebylo schopno odolávat korozi a vysokému tlaku. Mnoho spojů se pod tlakem vytáhlo, a proto se od tohoto systému brzy upustilo. Veškeré nedostatky byly popudem k dalšímu vývoji v oblasti požární ochrany, která se ubírala směrem k samočinné sprinklerové hlavici.

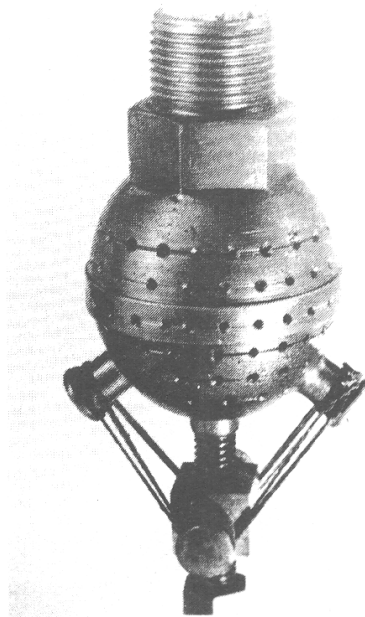
#### **4.1.2. Funkce a nevýhody děrovaného potrubí**

Hasicí zařízení s děrovaným potrubím sestávalo z přívodního potrubí, stoupaček a rozváděcího potrubí. Každé poschodí mělo svůj ventil a stoupačku. Ventily byly umístěny pohromadě a označeny číslem chráněné sekce. Funkce popsaných zařízení byla relativně jednoduchá. Při vzniku požáru obsluha otevřela příslušný ventil a tím byl zajištěn přívod vody do rozváděcího potrubí v požadovaném patře budovy. Nejdříve došlo ke smáčení stropu a následně k zaplavování podlahy. U některých instalací se umísťovaly ventily ve zvláštní místnosti a potrubní rozvod měl přípojku pro napájení z vnějšího zdroje.

Nevýhody těchto hasicích zařízení byly zřejmé. Voda se přiváděla nejen na místo, kde požár vznikl, ale na celou chráněnou plochu. To mělo za následek velké ztráty způsobené hasicí vodou. Tyto ztráty vznikaly i při přezkušování průchodnosti potrubí, případně při otevření nesprávného ventilu. Problematická byla i údržba potrubí. Docházelo k zanášení výstřikových otvorů barvou, mechanickými nečistotami a korozi. Systém nemohl být testovaný bez velkých škod způsobených vodou. Kromě toho byl systém závislý výlučně na lidském činiteli, a to ať již jde o včasné zjištění požáru nebo otevření správného ventilu. Ale děrovaný systém trubek byl při uvádění požáru pod kontrolu úspěšný a to zajistilo, že tento bezpečnostní systém nebyl zcela zamítnutý.

#### **4.1.3. První sprinklerové hlavice**

Podle literárních zdrojů [2,25] první samočinnou sprinklerovou hlavici (obr. 4.1) světu poskytl *A. Stewart Harrison* v Londýně v roce 1864. Jeho sprinklerová hlavice byla ve skutečnosti dokonalejší než mnohé, které byly navrženy později. Harrisonův sprinkler měl vzhled duté děrované mosazné koule o průměru 2 – 3 palců. Uvnitř procházel čep, který přitlačoval k sedlu v horní části hlavice talíř z měkké pryže. Čep zajišťovala pojistka ve formě kovové krytky připájené ke spodní straně hlavice. Roztavením pájky došlo k uvolnění čepu a samočinnému otevření hlavice. Voda pod tlakem byla rozstříkována otvory ve všech směrech kolem hlavice. Samozřejmě pouze v místě požáru, což byl pokrok. Jak myšlenka, tak i její realizace byly dobré a to zejména proto, že tavná pojistka se nacházela v místě výskytu zvýšené teploty, přičemž teplo, potřebné k přetavení pojistky se nepřivádělo do tělesa hlavice ani do vody. Harrisonova hlavice byla citlivější než pozdější typy hlavice. Přesto, z důvodu v té době probíhající občanské války v Americe a nedocenením ochrany majetku sprinklerovými zařízeními, nevzbudila větší pozornost.

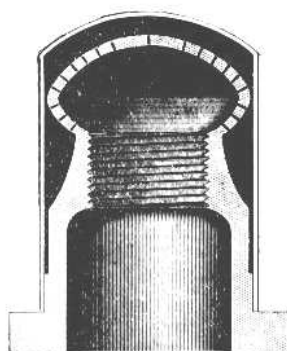


*Obr. 4.1 - Sprinklerová hlavice Harrison [2]*

První praktické sprinklerové hasicí zařízení, které označujeme jako počátek sprinklerového průmyslu, patentoval **Henry S. Parmelee** z New Haven, Connecticut, 11. srpna 1874 [17]. Henry Parmelee chtěl navýšit cenu pojistky své továrny na výrobu pián po požárech v letech 1871 v Chicagu a 1872 v Bostonu. První Parmeleeho sprinklery se skládaly z mosazného rámu, který držel děrovaný rozvaděč, a ventilu, který byl držen v poloze pomocí hřídeli a páky. Páka byla přichycená k osazení silnou tryskou a tavnými částmi, které byly navrženy tak, aby se při požáru roztavily a umožnily ventilu se otevřít a stříkat vodu. První Parmeleeho sprinkler byl velmi složitý a nikdy se nezačal používat.

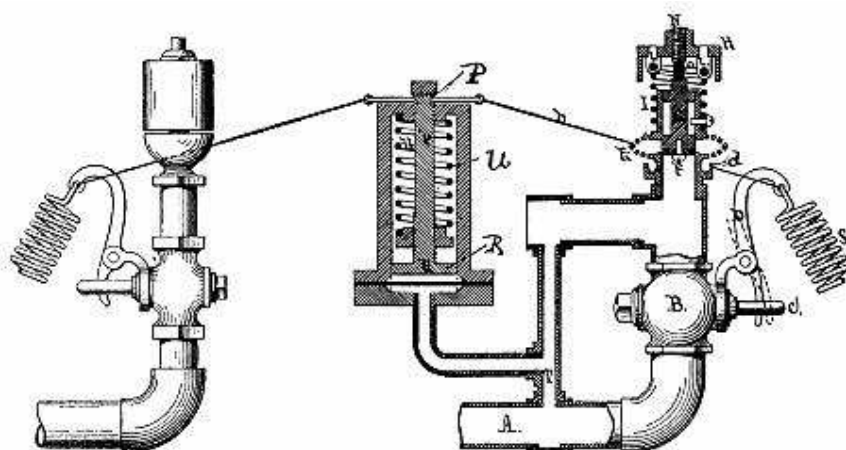
V roce 1875 Parmelee patentoval svou druhou sprinklerovou hlavici (obr. 4.2), která se od první lišila tím, že měla přes děrovaný rozvaděč upevněnou čepičkou, která byla uchycena tavitelnou pájkou s bodem tavení 71 °C. Při roztavení pájky čepička tlakem vody odpadla a uvolnila průchod hasící vodě. Trvalo několik minut, než byla tato hlavice uvedena do činnosti, protože teplo nutné k roztavení slitiny bylo odváděno do tělesa hlavice a její vodní náplně.



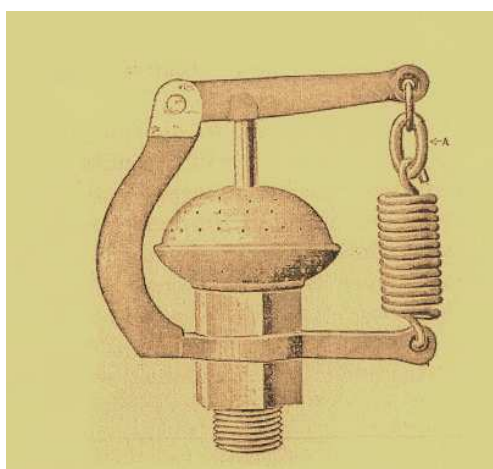


Obr. 4.2 – Druhá Parmeleeho sprinklerová hlavice z roku 1875 [17]

Parmeleeho sprinklerový systém obsahoval dokonce i funkční poplachové zařízení a řídicí ventil (obr. 4.3). A toto sprinklerové zařízení s upraveným typem sprinklerové hlavice (obr. 4.4) instaloval ve své vlastní továrně.

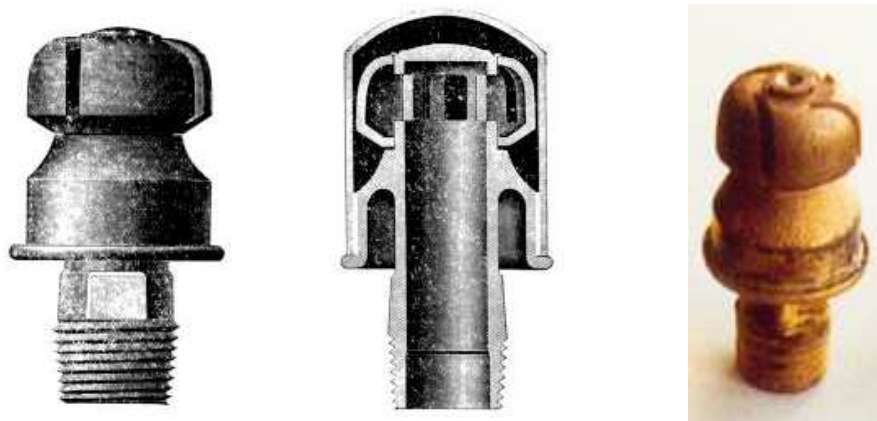


Obr. 4.3 – První Parmelleho sprinklerové zařízení z roku 1874 [17]



Obr. 4.4 - Upravený typ Parmeleeho sprinkleru ze 70. let 19. století [1]

V roce 1878 uvedl Parmelee svou pátou sprinklerovou hlavici (obr. 4.5). Během následujících tří let se instalovalo asi 200 000 těchto hlavice. Montáž prováděla firma Providence Steam a Gas Pipe Company. Tato vylepšená hlavice dodávala vodu do otočné koncovky se štěrbinami, která se při průchodu vody reakční silou roztočila a tím se zlepšilo její rozstřikování.



Obr. 4.5 - Parmeleeho hlavice z roku 1878 s otočným rozvaděčem [17]

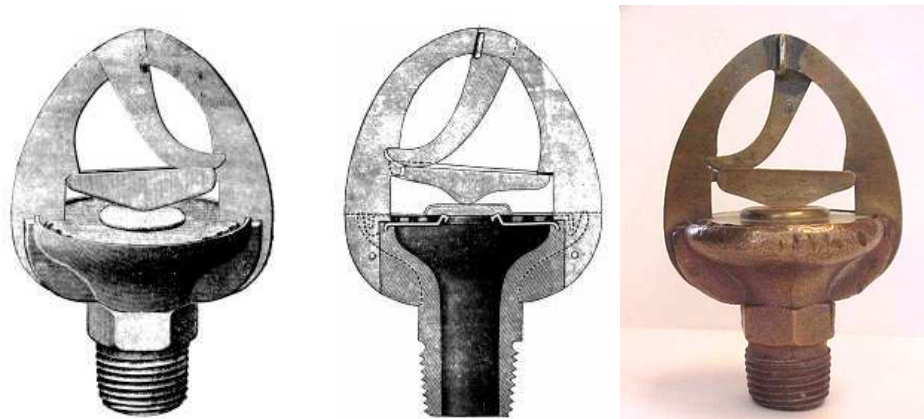
Pojistka běžně používaná v dřívějších sprinklerech měla podobu spojky a páky (obr. 4.6). Pojistka držela v předpjatém stavu díky pákovému uzavíracímu mechanismu, který přitlačoval uzavírací ventil k sedlu ventilu. Páky byly drženy díky spájenému spojení.



Obr 4.6 – Sprinkler používající pákového uzavíracího mechanismu ze 70. let 19. století [1]

**Federrick Grinnell** provedl několik zkoušek a došel k závěru, že je třeba zapracovat na citlivosti sprinklerů, zvláště v průmyslových závodech, kde by se požár šířil velmi rychle. Následkem toho se pustil do vývoje nového typu sprinklerů a 21. října 1881 si Grinnell nechal patentovat svůj první sprinkler [17]. Grinnellův sprinkler používal mnohem šetrnější pájky,

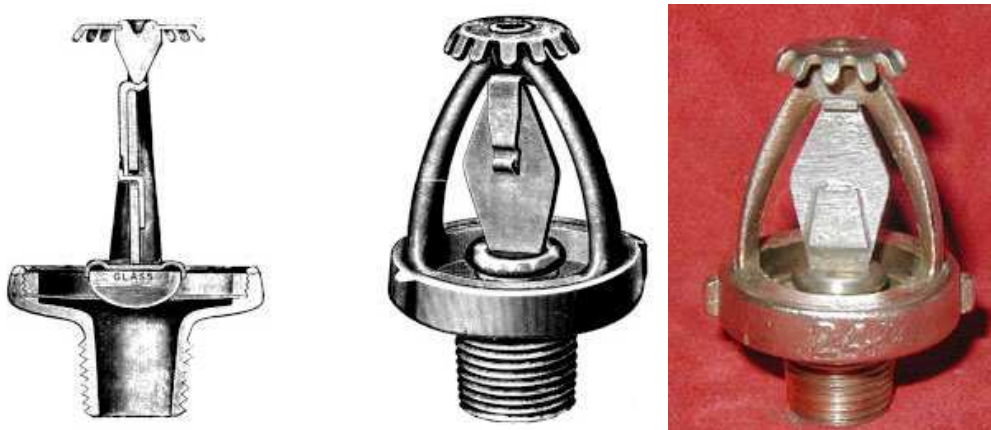
kteřá zrychlila dobu odpovědi zařízení a tento sprinkler se stal známý jako „první citlivý sprinkler“ (obr. 4.7).



Obr. 4.7 - „První citlivý sprinkler“ vynalezený Frederickem Grinnellem z roku 1881 [17]

V roce 1883 *William Mather* navštívil v Providence *Frederika Grinnella*. Mather získal práva na Grinnellovy sprinklerové hlavice na celé východní polokouli, včetně Evropy, Austrálie a Indie. W. Mather byl spoluzakladatelem společnosti Mather a Platt, která zůstala důležitou součástí požárního průmyslu v Evropě až do 80. letech 20. století, kdy byla tato společnost odkoupena *Johnem Wormaldem* z Austrálie. I přes Matherovo úsilí jsou sprinklerové hlavice označované jako „Grinnells“.

Ačkoliv Grinnellův citlivý sprinkler dosahoval komerčních úspěchů, začal opět pracovat na zlepšení. Zjistil, že by bylo lepší nekovové sedlo ventilu, protože by nedocházelo ke korozi a vzájemnému slevování kovových povrchů. Navíc pevný deflektor byl pro rozvod vody vhodnější než pohyblivý, protože na pohyblivém deflektoru se mohly ukládat nečistoty, prach a špína, což by mohlo způsobit nefunkčnost sprinklerů. Grinnell předvedl zlepšený sprinkler, kde byla těsnící kuželka držena skleněným ventilem (obr. 4.8). Po roce 1891 se tedy začaly vyrábět sprinklerové hlavice Grinnell v provedení se skleněným ventilem [17]. Byly to první sprinklerové hlavice, které připomínaly sprinklery používající se nyní. Skleněný ventil, respektive talíř, byl na jedné straně plochý, na druhé zaoblený. Zaoblenou stranou byl tlačěn do 1/2 palcového otvoru (palec = 24,5 mm) v pružné destičce pomocí svislé vzpěry a dvou ramen. Vzájemně byly tyto díly spojeny pájkou. Při požáru došlo k roztavení pájky, přídržovací vzpěra a ramena odpadly a ventil se otevřel. Výstřikový kompaktní proud dopadal na tříštič připevněný na konce ramen hlavice a vytvářel sprchový proud.



*Obr. 4.8 – Grinnellův sprinkler se skleněným ventilem z roku 1890 [17]*

Zajímavou konstrukci měla sprinklerová hlavice (obr. 4.9), u které byl používán důmyslný spouštěcí systém, sestávající ze šňůry z hořlavého materiálu a malé nádrčky s hořlavinou [2]. Při zapálení a následném prohoření šňůry napojené na nádobku s hořlavinou došlo k malé explozi a tou byl otevřen ventil sprinklerové hlavice. Dokonce bylo možno přes den vytáhnout šňůru ke stropu a tím vyřadit hlavici z činnosti a v noci naopak šňůru spustit k podlaze a uvést hlavici do pohotovostního stavu.



*Obr. 4.9 – Sprinklerová hlavice se zápalnou šňůrou [25]*

Dalších 30 let Henry Parmelee, Charles Buell a další pokračovali ve vývoji patentů, které se nezabývaly pouze efektivností sprinklerů, ale snažili se snižovat cenu, zvyšovat životnost zařízení, a také usilovali, aby zařízení poskytovalo stálou požární ochranu s nenáročnou údržbou.

Vyráběly se také sprinklery pro speciální prostory, jako třeba výtahové šachty a pro ochranu neobvyklého vybavení. Ručně ovládané okenní sprinklerové systémy byly vyvíjeny proto, aby poskytovaly ochranu proti vnějšímu působení požárů z lesa a otevřených skladů. Ačkoliv specializované provedení zůstalo v provozu, převážná část sprinklerů měla dva základní modely. Nejběžnější model sprinkleru byl *stojatý typ*, který byl instalován v chráněném prostoru mezi stropní trámy. Protože byla většina střech zkonstruována z dřevěných prken, sprinklery stříkaly velkou část vody na strop nebo střechu budovy. Druhým typem byl *závěsný sprinkler*, jehož použití bylo omezeno jen do prostoru, kde byl buď nevyhnutelně nutný nebo vhodnější. Závěsný sprinkler se také používal na ochranu sloupů stavební konstrukce a později také chladících prostorů. Do roku 1911 průzkum Factory Mutual ukázal [1], že víc jak 100 000 budov se vybavovaly sprinklery v době samotné výstavby nebo byly dodatečně vybaveny při renovaci.

#### **4.1.4. Pokusy se sprinklery ve Velké Británii**

Počátkem roku 1881 *George F. Parmelee* přijel z Ameriky do Manchesteru a přivezl s sebou sprinklerovou hlavici navrženou jeho bratrem Henrym v roce 1874. Parmeleeho sprinklerová hlavice dosáhla v USA mnoha úspěchů. A při prvních ukázkách její funkce vzbudila velký zájem i v Anglii. Pro tento účel G. F. Parmelee nechal postavit dřevěnou boudu 20 x 30 stop (stopa = 0,3048 m), kterou vybavil 6 sprinklerovými hlavicemi. Podlahu posypali množstvím pilin, hoblin a mazivem, vše bylo dobře nasáklé petrolejem. Tento hořlavý soubor na třech místech zapálili. Okamžitě propukl ohromný požár. Za 1 minutu a 20 sekund se otevřel první sprinkler, následně ještě 2 další a za krátký čas byl požár zlikvidován.

O týden později se konal v té samé budově druhý test. Ale v tomto případě se palivo skládalo z velkého množství na kousky nalámaných starých dřevěných kočárů smíchaných s dřevěnými hoblinami. Zpráva v novinách *Bolton Evening News* ze dne 30. června 1881 uvedla: „Oheň byl založen na hořlavém materiálu na 5 místech a za 58 sekund se otevřel první sprinkler. Za 3 minuty byl požár téměř potlačen“ [28].

#### **4.1.5. Potrubní systém**

Do konce 19. století nebyl ještě zcela znám hydraulický výpočet, takže konstrukce potrubí neumožňovala více než 6 sprinklerů na jedné větvi. Veškeré uspořádání potrubí mělo stromový charakter. Aby se mohl určit rozměr potrubí, které mohlo dodávat vodu

sprinklerům, bylo nezbytné rozumět hydraulickým vlastnostem vodního proudu, tj. následným třecím ztrátám v potrubí a místním ztrátám v armaturách a délce potrubí. Permelee a Grinnell vynalezli první „stromový“ systém, ve kterém se ze širšího potrubí dodávala voda do užšího potrubí, které bylo opatřeno sprinklery.

*Freeman* a *Charles Woodbury* z *Factory Mutual* a *Crane Company* vypracovali návrh pro výpočet vodního toku skrz armatury, kolena, odbočky a křížení. U výpočtu používali stejnou délku potrubí. Protože byl výpočet třecích ztrát obtížný a zdlouhavý, projektanti vyvíjeli návrhy potrubí s omezeným počtem sprinklerů.

V tabulce 4.1 jsou uvedeny původní a *Freemanovy* návrhy sprinklerů, jejichž počty byly upraveny určitým průměrem potrubí. Z tabulky je patrné, že se počet sprinklerů napájených určitým rozměrem potrubí v průběhu doby snižoval, protože postupným vývojem se účinnost sprinklerů zvyšovala.

Tab 4.1 – Dřívější návrh počtu sprinklerů pro určitý průměr potrubí [1]

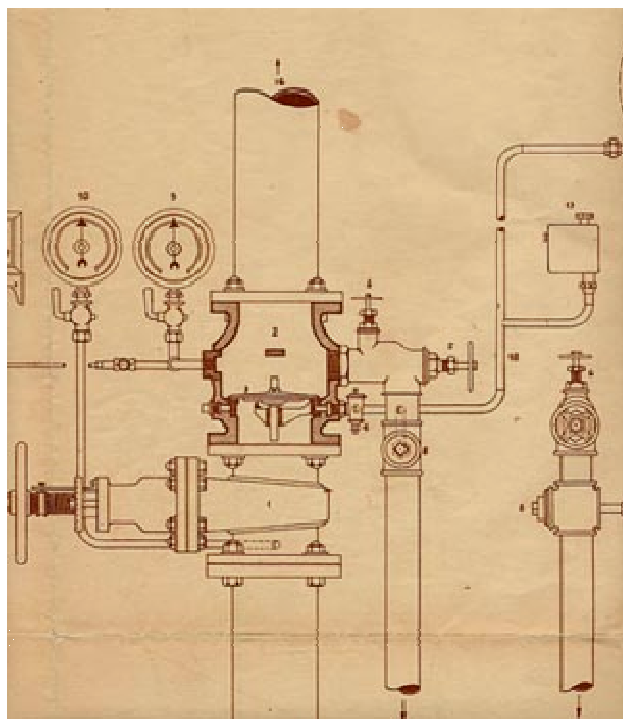
Největší povolený počet sprinklerů											
Velikost potrubí(mm)	19,1	25,4	31,8	38,1	50,8	63,5	76,2	88,9	101,6	127,0	152,4
Původní	1	3	6	10	18	28	48	78	115	-	-
Freeman 1892	1	2	3	5	10	20	40	60	100	150	300
Freeman 1895	1	2	3	5	10	20	36	55	80	140	200

#### 4.1.6. Řídící ventil

Nejprve se na děrované potrubí a samočinné sprinklerové zařízení používaly obyčejné průmyslové ventily. Protože samočinné sprinklerové systémy nepožadovaly při vzniklém požáru lidský zásah, objevila se obava, že by se o požáru v opuštěných chráněných prostorech nemusel nikdo dozvědět. Další obava ohledně samočinných sprinklerů byla v množství škod

způsobených vodou potřebnou pro uhašení požáru, proto bylo nutné, aby se o požáru co nejdříve dozvěděli příslušné osoby. Také bylo třeba vyřešit problém, aby se voda ze sprinklerů nevracela do veřejné vodovodní sítě, musela se navrhnout zpětná klapka. Všechny tyto nedostatky vedly k vytvoření současného řídicího ventilu.

V roce 1881 *J. C. Meloon* z Providence Steam a Gas Pipe Company v Provincence na Rhode Island získal první patent pro řídicí ventil. *Buell* patentoval další ventil v roce 1884. První řídicí ventil, který se široce ujal, byl vyvinutý v Anglii a patentovaný ve Spojených státech v roce 1888 *Ralphem Dowsonem* a *Johnem Taylorem* (obr 4.10).



Obr. 4.10 – První řídicí ventil vynalezený *R. Dowsonem* a *J. Taylorem* v roce 1888 [26]

V normálním provozním stavu drží klapku řídicího ventilu v uzavřeném stavu tlak vody nad ventilem, který je vždy vyšší než pod ním. V případě otevření sprinklerové hlavice se tlak nad ventilem sníží a řídicí ventil se otevře. Při otevření řídicího ventilu začne proudit voda do poplachového potrubí a rozezní se poplachový zvon.

Taylorův řídicí ventil byl vedle Grinnellových spirnklerových hlavice nejdůležitějším pokrokem ve vývoji sprinklerového systému.

#### **4.1.7. Suchý řídicí ventil**

Budovy v dřevařském průmyslu, mlýny a podobné podniky byly často buď nevytopené nebo část budovy musela být otevřená kvůli potřebě přinést suroviny dovnitř nebo odnést hotové výrobky ven z budovy. Mnohá sprinklerová zařízení byla proto během zimních měsíců zavřená, aby se předešlo zamrznutí a následnému rozbití potrubí. Tato skutečnost také vedla k tomu, že četnost požárů byla často v zimě vyšší díky používání teplometů a umělého osvětlení. Návrh suchého sprinklerového zařízení byl proto pokrokový. První diferenciální suchý řídicí ventil vynalezl *Grinnell* v roce 1885 [10].

U suchého systému uzavírací talíř řídicího ventilu odděluje hlavní přívodní potrubí naplněné vodou od suché potrubní soustavy naplněné tlakovým vzduchem. Pokud se nějaký sprinkler otevře, uniká nejprve vzduch a teprve po úniku vzduchu se otevírá suchý řídicí ventil, čímž se prodlouží reakční doba oproti mokrému systému. Kvůli této prodlevě byly později vyvinuty rychlootvírače a rychloodvzdušňovače, které dokáží reakční dobu zkrátit. Při netěsnostech v potrubí může dojít k poklesu tlaku a nechtěnému otevření suchého řídicího ventilu a také k činnosti poplachového zařízení. K výstřiku vody však nedojde, protože sprinklerové hlavice zůstávají zavřené. Ovšem i přes tento významný objev se použití suchého systému rozšířilo až ve 30. letech 20. století. Dnes jsou již suché systémy běžné a zůstávají důležitou volbou při ochraně nevytopěných budov, mrazáků a další chladných prostorů.

## **4.2. Podpora pojišťoven**

Henry Parmelee si uvědomil, že většina lidí si instalaci sprinklerového zařízení nemůže dovolit. A tak se Parmelee na počátku roku 1882 dal na dráhu vzdělávání pojišťovací společnosti Insurance Company, která měla ohodnotit samočinné sprinklerové zařízení jako prostředku ke snížení podílu škod. Uvědomil si, že musí zástupce pojišťoven přesvědčit o výhodách instalace sprinklerových zařízení. V této souvislosti měl Parmelee štěstí, protože získal přízeň dvou mužů, kteří měli značný vliv v pojišťovacím světě.

V roce 1880 americká pojišťovna Factory Mutual (FM) začala svým pojištěncům doporučovat, aby si nechali instalovat sprinklerové systémy a nabízela cenové výhody těm, kteří je již měli. Dokonce novým zájemcům FM umožnila vyzkoušet a nechat si schválit



přesný model sprinklerového zařízení ve svých speciálních prostorech. Pojistné pokrytí bylo rozšířeno a zahrnovalo pokrytí škod způsobených předčasným nebo nevhodným otevřením sprinklerů, což byl další povzbuzující jev pro jejich instalaci v době, kdy se sprinklery rozšířily do Kanady a Evropy. V Anglii se samočinné sprinklery začaly používat v roce 1883 a v Kanadě v roce 1889. Sprinklerový průmysl získal mezinárodní uznání a ocenil se význam pojištění a určitých pravidel v požární ochraně.

### 4.3. Vznik NFPA

Z počátku se sprinklerová zařízení instalovala různými způsoby, čímž se nedala zcela zaručit jejich spolehlivost. V roce 1895 se začaly objevovat stížnosti na nevhodné návrhy sprinklerového zařízení a jejich montáž. A tak se Frederick Grinnell a představitelé 5 pojišťovacích společností 20. listopadu 1896 setkali v New York City a založili organizaci *National Fire Protection Association (NFPA)* [17]. Počáteční členství zahrnovalo 20 společností (tab. 4.2). NFPA je mezinárodní nezisková organizace, která se snaží pomocí předpisů, výzkumů a vzdělávání snížit vznik mimořádných událostí včetně jejich následných škod. Díky úsilí NFPA se požadavky na instalaci sprinklerů ve Spojených státech a v Kanadě do roku 1899 zcela sjednotily. Na několika schůzkách členové NFPA sepsali pravidla pro instalaci sprinklerů: „*Report of Committee on Automatic Sprinkler Protection*“, zvaných „*NFPA 13*“. Tento předpis obsahuje pravidla pro návrhy a způsoby instalace spinklerového zařízení, výpočty dodávky vody a popis jednotlivých komponentů sprinklerového systému. Později vznikly další předpisy NFPA 13R a NFPA 13D.

- *NFPA 13R - Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height.* NFPA 13R slouží pro instalaci sprinklerů v objektech do 4 podlaží. Má za účel zlepšit ochranu osob v objektech tím, že jsou vytvořeny podmínky pro jejich bezpečnou evakuaci [27].
- *NFPA 13D - Standard for the installation in Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes.* Jedná se o přijatelný předpis pro bezpečí osob poskytující ochranu sprinklerovým zařízením v bytech a v jedno a dvoudobinných domech [27].

Tab. 4.2 - 20 původních členů NFPA [14]

Pořadí	Původní členové NFPA
1	New York Board of Fire Underwriters
2	South-Eastern Tariff Association
3	Boston Board of Fire Underwriters
4	Underwriters Association of the Middle Department
5	Philadelphia Fire Underwriters Association
6	Suburban Underwriters Association
7	Insurance Association of Providence
8	Board of Underwriters Allegheny County
9	Underwriters Bureau Middle & Southern States Middle States Inspection Bureau
10	New Hampshire Board of Fire Underwriters
11	Western Factory Insurance Association
12	Improved Risk Commission, Chicago
13	Underwriters Bureau of New England
14	Chicago Underwriters Association
15	Factory Insurance Association
16	Cleveland Board of Underwriters
17	New England Insurance Exchange
18	St. Louis Board of Underwriters
19	Canadian Fire Underwriters Association
20	Middle States Inspection Bureau

#### 4.4. Vývoj v průběhu 20. století

Navzdory rostoucí popularitě sprinklerů u pojišťovacích společností, převážná část objektů zůstala nechráněná. Studie provedené do roku 1913 ukázaly, že během 38 let, kdy byly sprinklerové systémy instalovány, zahynulo při požáru v budovách chráněných tímto zařízením pouze 5 osob [10]. Přesto na počátku 20. století došlo k několika tragickým událostem. Například v roce 1903 v budově Rhodes Opera House v Boyertown zemřelo při požáru 170 osob a v divadle Iroquois Theatre zemřelo 620 osob. O několik let později, v roce

1911, si požár v New Yorku vyžádal 145 obětí. Na základě těchto tragických událostí se téhož roku rozhodla NFPA ustanovit základní pravidla (Life Safety Code), která upravují požadavky na bezpečnost osob vystavených požáru včetně požadavku instalace sprinklerového zařízení u vybraných objektů.

V první polovině 20. století nové výrobní technologie změnilы vývoj sprinklerového zařízení. Ve stavebním průmyslu se objevily materiály ocel a beton, které nahradily dřevo jako dřívější dominantní stavební materiál pro střechy a stropy v hospodářských a průmyslových budovách. Díky tomu se potřeba chránit stropy snížila. Přidal se ještě další faktor, zvětšila vzdálenost podlaha – strop. Kvůli větší výšce voda ze sprinklerů musela překonat větší vzdálenost než předtím. Nevýhodou tohoto provedení však bylo vystavení kapek vody zvýšenému tepelnému toku, který měl za následek zvýšené vypařování vody, a tím nižší hasební účinnost.

V roce 1922 se začala vyrábět sprinklerová hlavice Grinnel se skleněnou pojistkou (obr. 4.11). Cílem bylo odstranit nedostatek předcházejícího řešení se skleněným ventilem, u kterého docházelo ke korozi. U tohoto nového provedení byl talíř ventilu přidržován v zavřené poloze skleněnou baňkou obsahující líh, přičemž množství náplně určovalo otevírací teplotu hlavice. Nevýhoda hlavice se skleněnou pojistkou spočívala v tom, že nebylo možné seřídit přítlačnou sílu působící na talíř ventilu. V roce 1925 začala firma Mather a Platt vyrábět vylepšenou modifikaci této hlavice. Ta se stala základem pro současné konstrukce, které se prakticky od původního provedení liší jen velikostí. Tato hlavice má skleněnou pojistku uloženou mezi talířem ventilu a kuželovou čepičkou. Síla, kterou je talíř ventilu přitlačován k sedlu, se dá přesně seřídit pomocí šroubu působícího na skleněnou pojistku a talíř ventilu. Tříšticí a seřizovací šroub s kuželovou čepičkou jsou umístěny v místě spojení dvou nosných ramen. Grinnellův sprinkler se stal standardem a prodával se až do roku 1935. V roce 1932 se začaly hlavice se skleněnou pojistkou testovat a zjistilo se, že jsou mnohem teplotně citlivější než ty s tavnou pájkou.



*Obr. 4.11 – Grinnellův sprinkler se skleněnou pojistkou z roku 1922 [25]*

Následovala 2. světová válka a během té doby se změnila technologie skladování. Cena půdy v městských oblastech v severní Americe a Evropě nutila stavět vyšší budovy. Ve skladech byly nutností vysokozdvihový vozík a další zvedací technologie, které by byly schopny ukládat materiál a zboží do vysokých regálů. Sprinklery se následkem těchto změn staly méně efektivní.

Stručný přehled událostí, které se v tomto období udály:

- Grinnell vyvinul vysokorychlostní zaplavovací zařízení „Primac“, které používalo malou nálož s výbušninou k otevření zaplavovacího ventilu. Zařízení se používalo po několik let až do jeho zrušení na konci 90. let 20. století. Do té doby bylo nainstalováno tisíce těchto zařízení.
- V 70. letech byly v USA schváleny pojišťovnou UL první hlavice s prodlouženým výstřikem (Extended Coverage Sprinkler). Jejich vznik byl důsledkem zavedení tepelných pojistek s velkou citlivostí. Tím byl dán předpoklad pro účinnou likvidaci požáru jednou hlavicí na podstatně větší ploše než je tomu u hlavice se standardní pojistkou.
- V roce 1983 vznikla National Fire Sprinkler Association (NFSA), kterou známe dnes.
- Společnost Central Sprinkler představila v 80. letech první horizontální sprinkler.
- Factory Mutual začala vyvíjet v 80. letech sprinklery ESFR (Early Suppression Fast Response).
- První sprinkler s velkým vstupním otvorem (Extra Large Orifice Sprinkler), byl propagovaný a uvedený společností Central Sprinkler Company v roce 1992.
- Na počátku 90. let NFPA začala zkoumat technologii vodní mlhy.

- V roce 1996 Grinnell představil první nízkotlaké trysky s vodní mlhou Aquamist na hořlavé kapaliny a na použití na lodní dopravě.
- V roce 1997, společnost Star představila svůj zakrytý sprinkler „Stealth“.

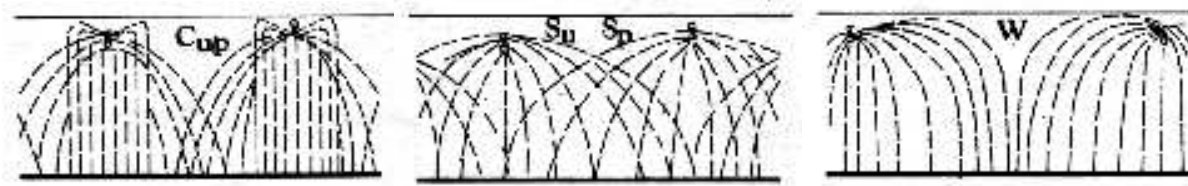
#### 4.4.1. Testování FM a UL

Factory Mutual (FM) postavila zařízení na provádění požárních testů v Norwood, Massachusetts. Následně také Underwriters Laboratories (UL) v roce 1954 otevřela své zkušební zařízení. Ačkoliv obě pojišťovací společnosti používali různý způsob testování, primární účel byl u obou stejný, snažili se zhodnotit míru ochrany sprinklerovým zařízením v průmyslu, hospodářství a při regálovém skladování. Poprvé se pokoušeli zjistit hasící schopnost sprinklerů. Před těmito pokusy se testy soustředili vždy jen na zkoumání mechanické spolehlivosti sprinklerového zařízení.

Na začátku testování FM objevila, že nynější sprinklery velmi zaostávají nad současnými požadavky. FM několik let podrobovala sprinklery různým zkušebními podmínkám se současným realistickým požárním zatížením. Sprinklery byly vystaveny i požárům, které simulovaly skladování. Z výsledků testů FM vyvinula sprinklery s různou výstřikovou charakteristikou (tab. 4.3). Nové modely vyprazdňovaly prakticky všechnu vodu dolů směrem k požárnímu zdroji, narozdíl od dřívějšího smáčení stropu nebo střechy, kam dopadalo až 60 % vody. FM přizpůsobila návrhy sprinklerových hlavice dnešnímu stylu bydlení a průmyslu.

Tab. 4.3 – Výstřiková charakteristika sprinklerových hlavice [2]

Označení druhu spr.hlavice	Označení v angličtině	Tvar výstřikového proudu
C	Conventional	Půlkulová plocha, část zasahuje strop
S	Spray	Rotační paraboloid (rovnoměrnější pokrytí)
F	Flat	Velmi plochý proud
W	Sidewall	Nesouměrný výtokový proud (část vertikálně, část horizontálně)



Obr. 4.12 – Tvar výstřikového proudu hlavice C, S, W [2]

FM a UL se podařilo během výzkumů vytvořit nové návrhy sprinklerů:

- sprinklery s rychlou reakcí (Fast Response Sprinklers)
- sprinklerové hlavice s prodlouženým výstřikem (Extended Coverage Sprinklers)
- bytové sprinklery (Residential Sprinklers)
- sprinklery s velkým vstupním otvorem (Extra Large Orifice Sprinklers)
- sprinklerové hlavice s velkými kapkami (Large Drop Sprinklers)
- sprinklerové hlavice s regulací průtoku (Flow Control Sprinklers)
- sprinklery s rychlým potlačením požáru (Early Suppression Sprinklers)
- sprinklerové hlavice ESFR (Early Suppression Fast Response Sprinklers)

V dalších částech jsou představeny 2 typy z těchto nových typů sprinklerových hlavice.

#### 4.4.2. Sprinklerové hlavice ESFR

Sprinklerové hlavice ESFR jsou výsledkem výzkumu prováděného v letech 1883 – 1895 v USA. První hlavice ESFR schválená pojišťovnou FM byla navržena Frederickem Grinnellem v roce 1988 (obr. 4.13). Tyto hlavice jsou charakteristické velkou citlivostí pojistky a velkým průtokem vody. Určeny jsou pro protipožární zabezpečení vysokoregálových skladů. Požár hasí na principu maximální intenzity dodávky aplikované v co nejkratším čase. Následné výzkumy ukázaly, že se s uvedením těchto hlavice škody ve skladech dramaticky snížily.

Instalace ESFR sprinklerů je však omezena mnoha podmínkami (sklonem střechy, vzdáleností konstrukcí a dalších překážek v blízkosti hlavice ad.) Hlavice ESFR dodávají velké množství vody a z této velké spotřeby vychází i větší světlost potrubí a tím i zatížení střechy.



*Obr. 4.13 - Sprinklerová hlavice ESFR [18]*

#### **4.4.3. Bytové sprinklery**

V roce 1973 byl organizací NFPA iniciován rozsáhlý výzkumný program, jehož cílem byl vývoj účinného a levného sprinklerového hasicího zařízení vhodného pro protipožární zabezpečení jedno a dvoudenných domů. V roce 1975 byl vydán projekční předpis NFPA 13D, který specifikoval provedení hasicího zařízení pro tyto objekty. Toto datum lze považovat za určitý mezník v používání sprinklerových systémů, protože se použití rozšířilo i na ochranu osob. Do té doby byla sprinklerová zařízení určena především pro ochranu majetku, přičemž se předpokládala lokalizace požáru a nikoliv jeho uvedení pod kontrolu, což je jeden z požadavků kladených na hasicí zařízení určené pro ochranu lidských životů. Podle průzkumu NFPA provedeného v roce 1989 bylo při bytových požárech usmrceno 4335 osob, což je 80 % z celkového počtu usmrcených při požárech v tomto období [2]. Ten samý rok byl vydán předpis NFPA 13R upravující provedení sprinklerových systémů v objektech do 4 podlaží.

Nejdříve se ale muselo vyřešit několik technických problémů, než mohly být bytové sprinklery přijaty. Objevily se dva hlavní problémy, které ovlivnily vývoj bytových sprinklerů:

- První problém byl, že dostupné množství vody v domech a bytech bylo obvykle daleko menší než v průmyslových objektech. Proto kvůli nízkým tlakům nebylo možné užívat klasický sprinkler.

- Druhý problém se týkal uvolnění škodlivých spalin z bytového interiéru a velké rychlosti šíření požáru. Klasické sprinklery nereagovaly dostatečně rychle, aby osobám umožnily přiměřenou dobu pro evakuaci.

Bytové sprinklery (obr. 4.15) musí být schopny hasit požár, který se šíří velkou rychlostí po svislých a vodorovných plochách uvnitř v místnosti. Výstřikový proud musí smáčet stěny dostatečně vysoko. Kromě toho musí obsahovat 20 % malých kapek, aby došlo k účinnému ochlazení spalin u stropu a zabránilo se nežádoucímu otevření dalších hlavic. Vyšší rovnoměrnost intenzity dodávky vody se u tohoto typu hlavic požaduje z důvodu nutnosti uhasit požár jednou, maximálně dvěma hlavicemi. U klasického řešení, kde se uvádí do činnosti více hlavic, se rovnoměrné dodávky vody dosahuje překrýváním výstřikových proudů. Zásoba vody u bytových sprinklerů musí být navržena na 10 minut, což se považuje za čas, který by měl být dostatečný pro bezpečnou evakuaci osob.



*Obr 4.14 – Bytové sprinklery [16,20]*

Rozhodujícím znakem ve vývoji bytových sprinklerů bylo, že se pro majitele domů a bytů staly cenově dostupné. NFPA vytvořila určité úlevy. Například NFPA 13D i NFPA 13R povolily menší dodávku vody než NFPA 13. Pravidla pro bytové sprinklery umožňovala vynechání sprinklerů na určitých místech, např. koupelnách, toaletách, balkónech a chodbách. Také se nepožadoval tak velký počet sprinklerů jako u NFPA 13. Ovšem i přes veškeré úlevy vzestup bytových sprinklerů nebyl příliš rychlý. Dal by se přirovnat k uvedení klasických sprinklerů v 19. století.



#### 4.4.4. Potrubí

Nový potrubní systém byl vyvinutý tak, že se stále snižoval celkový počet sprinklerů, které by mohly být napájeny potrubím daného průměru. V roce 1927 Henry Fiske zhodnotil účinnost sprinklerů na různé typy požárů. Fiske roztřídil požáry podle vážnosti. Výsledkem tohoto studia bylo, že Fiske navrhnul další 2 třídy nebezpečí, kde každá měla na sprinklery jiné požadavky. Celkem tedy existovaly 3 různé třídy nebezpečí: malé nebezpečí a nově navržené střední a vysoké nebezpečí. V tabulce 4.4 jsou uvedeny počty sprinklerů z roku 1940, které mohly být napájeny určitým průměrem potrubí v závislosti na třídě nebezpečí.

Tab. 4.4 – Povolovaný počet sprinklerů pro jednotlivé třídy nebezpečí z roku 1940 [1]

Maximální povolený počet sprinklerových hlavíc			
Velikost potrubí (mm)	Norma z roku 1940		
	malé nebezpečí	střední nebezpečí	vysoké nebezpečí
19,0	vyřazeno	-	-
25,4	2	2	1
31,8	3	3	2
38,1	5	5	5
50,8	10	10	8
63,5	40	20	15
76,2	-	40	27
88,9	-	65	40
101,6	-	100	55
127,0	-	160	90
152,4	-	250	150

#### 4.4.5. Technologie HI-FOG

HI-FOG je technologie v požární ochraně používající k hašení požárů vodní mlhu. Tuto technologii původně vyvinula společnost Marioff Corporation [29] pro použití na dopravních lodích. Ale nyní slouží díky vzrůstající potřebě i na ochranu proti požáru na souši. HI-FOG systém používá vysokého tlaku, aby se dosáhlo jemné vodní mlhy s průměrnou velikostí kapiček 50 - 120  $\mu m$ .



Obr. 4.15 – Sprinklerová hlavice HI-FOG [29]



Obr. 4.16 – Sprchový proud  
hlavice HI-FOG [29]




Klasické sprinklery používají na boj s požárem chladící a smáčecí účinek. Ale HI-FOG používá vodu efektivněji, hašení je prováděno třemi způsoby:

- *chlazením* – voda absorbuje mnohem více tepla ( $>2\text{MJ/kg}$ ) než ostatní hasicí látky
- *inertizací* – dochází ke snížení přívodu vzduchu do oblasti mísení s plameny a snížení koncentrace kyslíku
- *ochranou před sáláním* – izolace plynné fáze zplodin hoření vlivem vodní páry vytvářené sprchou (snížení teploty plamenů, zamezení přístupu vzduchu, snížení sálání)

*Použití HI-FOG technologie:*

výletní a jiné lodě, archívy, muzea, skladiště (s hořlavými kapalinami), počítačové místnosti, elektrorozvodny, kolektory, místnosti s transformátory, hotely, nemocnice, silniční a železniční tunely.

Tab. 4.5 – Srovnání sprinklerových systémů [29]

	Vzhled kapek	Průměr kapky (mm)	Povrchová plocha (m <sup>2</sup> )	Počet kapek
Tradiční sprinklery		10	0,6	$1,9 \cdot 10^3$
Nízkotlaká vodní mlha		1	6	$1,9 \cdot 10^6$
		0,1	60	$1,9 \cdot 10^9$
HI-FOG		0,01	600	$1,9 \cdot 10^{12}$

#### 4.4.6. Softwarové programy

V polovině 60. let 20. století se výrazně zvýšilo používání výkonných počítačů. Tyto přístroje změnily cestu navrhování sprinklerového zařízení. Dostupné se staly výpočetní počítačové programy založené na uzlové analýze (node analysis) nebo algoritmu Hardy-Cross, který určuje třecí a tlakové ztráty. I když tyto programy poskytovaly dobré výsledky, pro některé navrhované sprinklerové systémy byly zatím nepoužitelné. Avšak výpočetní technologie představovala cestu, kterou by se mělo navrhování sprinklerových systémů orientovat. V dnešní době již existují propracované softwarové programy na výpočet sprinklerového zařízení, které ulehčují jejich projektování a dovolují prohlédnout si systém v 3D soustavě.

*Příklady sprinklerových návrhových softwarů [8]:*

- OmniCADD® SDS
- Hydratec
- Fire for Windows , Elite Software
- FireAcad
- HP6M - Fire Sprinkler Tree System
- DesignProto Sprinkler
- SprinkCad
- PIPENET SPRAY/SPRINKLER

- "THE" Sprinkler Program 2001, FPE SOFTWARE
- HASS® (Hydraulic Analyzer of Sprinkler Systems)
- AutoSPRINK VR
- GoFlow2000
- CALCER for Windows
- Hydronics Engineering
- PAYPERCALC
- Program system SPRINK <Version 2.60> ECHOSCAN
- The Sprinkler program

Pro ukázkou jsou zde představeny dva softwarové programy:

### ***The Sprinkler program***

The Sprinkler program je plně výkonný, uživatelsky přátelský, 32 jednotkový sprinklerový hydraulický program pro WIN 95, 98, NT, ME a XP.

### ***Hlavní vlastnosti programu:***

- velikost modulačního systému – 600 uzlů, 600 trubek, 5 zdrojů zásobování, 5 požárních pump a 5 zařízení proti ztrátě tlaku
- velký displej s blokovým rozdělením příkazů
- automatická úprava a inovace grafu vlastností vody – tzv. sprinkler linie
- dobré kontrolování chyb, které zobrazí chybný zápis
- vložení dat v jakémkoliv pořadí s maximálně 8 identifikačními znaky
- modulace dodávání vodního tlaku je nastavitelná uživatelem nebo přednastavena v programu
- důkladné grafické značení uzavírání potrubí a kontroly ventilů
- nesrovnatelný hydraulický výpočet rychlosti toku vody
- možnost překrývání vypočtených výsledků na povrchu vstupních údajů, zhodnocení a revize snímků
- jednoduché čtení ukázek: údaje uzlů s aktuální kropící hustotou, údaje o potrubí, o zásobování vody a požadované grafy vodního systému
- k dispozici je 38 z 50 průměrů potrubí přednastavené k jednoduchému užívání

Ukázky grafického zobrazení v programu

Grafické provedení stránky pro vkládání vstupních údajů:

"THE" Sprinkler Program 2001 - ESFR Gridded System.the

File Edit Calculate Print Generators Setup Units Calculator Help

Pipe Row	Begin Node	End Node	Length (feet)	Diameter (inches)	Type	Fittings	"C" Value	St	Sh	FD
1	1	2	12.000	2	40	T	120	-	*	
2	2	3	10.000	2	40		120	-		
3	3	4	10.000	2	40		120	-		
4	4	5	10.000	2	40		120	-		
5	5	6	12.000	2	40	T	120	-	*	
6	7	8	12.000	2	40	T	120	-	*	
7	8	9	10.000	2	40		120	-		
8	9	10	10.000	2	40		120	-		

Node Row	Node	Elevation (feet)	K-factor (gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Area (sqft)	Hose (gpm)
1	1	27.000	0.00	0.00	0.00
2	2	27.000	14.00	100.00	0.00
3	3	27.000	14.00	100.00	0.00
4	4	27.000	14.00	100.00	0.00
5	5	27.000	14.00	100.00	0.00
6	6	27.000	0.00	0.00	0.00
7	7	27.000	0.00	0.00	0.00
8	8	27.000	14.00	100.00	0.00

Source Row	Node	Static (psi)	Residual (psi)	Flow (gpm)	HSA (gpm)
1	25	100.00	75.00	1500.00	100.00
2		0.00	0.00	0.00	0.00

Pump #	Suction Node	Discharge Node
1		
2		
3		
4		
5		

FDPLD #	In Node	Out Node
1		
2		
3		
4		
5		

Input Results Graph

Grafické provedení stránky zobrazení výsledků:

"THE" Sprinkler Program 2001 - ESFR Gridded System.the

File Edit Calculate Print Generators Setup Units Calculator Help

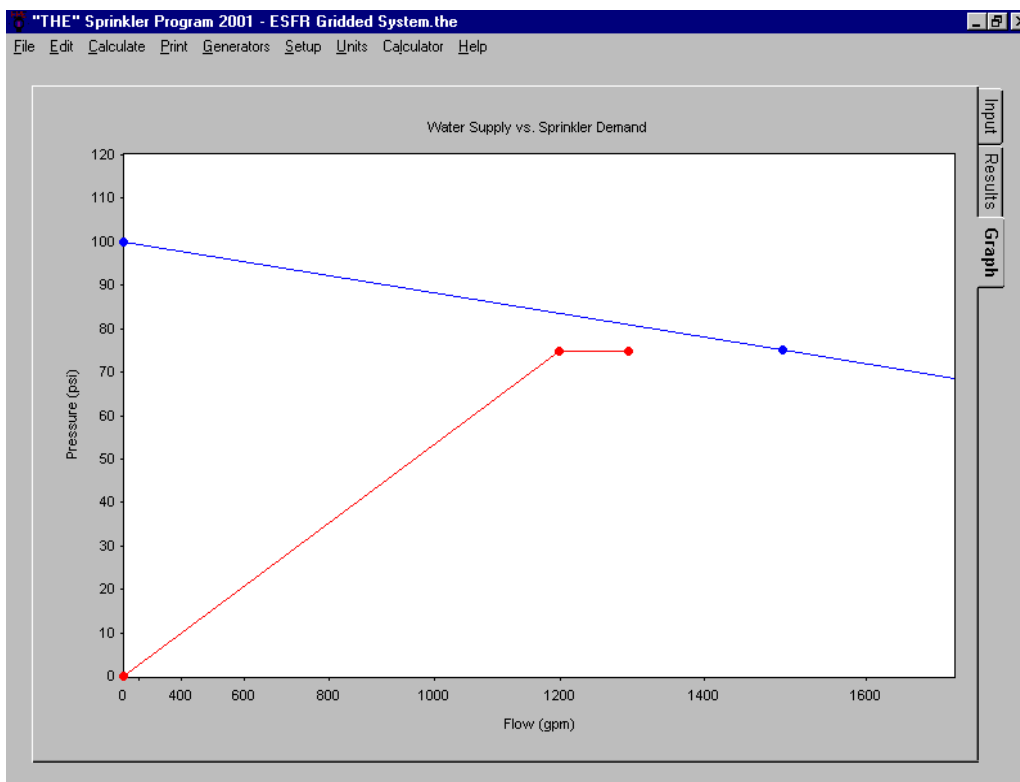
Pipe Row	Begin Node	St	End Node	Total Length (feet)	Actual Diam (inches)	Total Flow (gpm)	Ttl Fric Loss (psi)	Velocity (ft/sec)
1	1	>>>	2	22.00	2.067	146.59	4.19	14.02
2	2	>>>	3	10.00	2.067	47.36	0.24	4.53
3	3	<<<	4	10.00	2.067	51.63	0.28	4.94
4	4	<<<	5	10.00	2.067	150.90	2.01	14.43
5	5	<<<	6	22.00	2.067	252.13	11.44	24.11
6	7	>>>	8	22.00	2.067	146.14	4.17	13.97
7	8	>>>	9	10.00	2.067	46.82	0.23	4.48
8	9	<<<	10	10.00	2.067	52.28	0.28	5.00

Node Row	Node	Elevation (feet)	K-factor (gpm/(psi) <sup>1/2</sup> )	Pressure (psi)	Flow (gpm)	Min Flow (gpm)	Excess (gpm)	Density (gpm/sqft)
1	1	27.00	0.00	54.43	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	2	27.00	14.00	50.24	99.23	98.99	0.23	0.9923
3	3	27.00	14.00	50.00	98.99	98.99	-0.00	0.9899
4	4	27.00	14.00	50.28	99.27	98.99	0.27	0.9927
5	5	27.00	14.00	52.29	101.23	98.99	2.24	1.0123
6	6	27.00	0.00	63.73	0.00	0.00	0.00	0.0000
7	7	27.00	0.00	54.50	0.00	0.00	0.00	0.0000
8	8	27.00	14.00	50.33	99.32	98.99	0.33	0.9932

Source Row	Node	Req Flow (gpm)	Req Pres (psi)	Avail Pres (psi)	Safety (psi)	Shift	Req Flow (gpm)	Req Pres (psi)
1	25	1298.56	74.83	80.85	6.03	Left	0.00	0.00
2		0.00	0.00	0.00	0.00	Right	0.00	0.00

Input Results Graph

Výstupní graf:



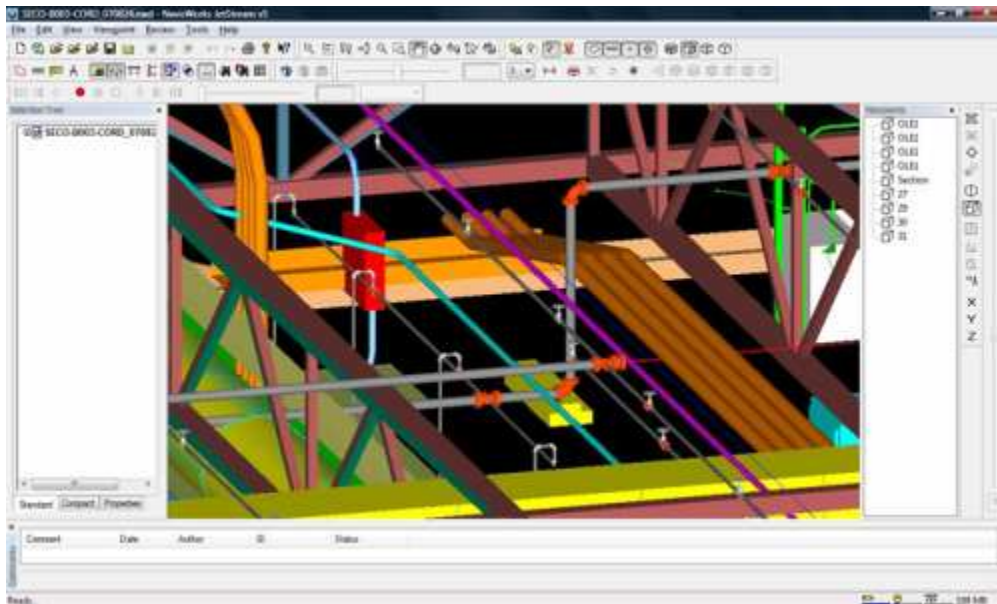
### ***SprinkCAD***

SprinkCAD 3D je kompletní balíček na projektování, který umožňuje 3D modelování potrubních plánů a pohledů. SprinkCAD 3D zahrnuje programy SprinkCALC a SprinkSLIC dávající projektantovi celkový přehled potřebných nástrojů, které využívá k vytvoření kompletního projektu. SprinkCAD 3D se také používá s programem SprinkFDT na vypočítání času potřebného pro dopravu vody u suchého systému. SprinkCAD v3.5 navíc zjednodušuje proces vytváření 3D modelů rozvodu potrubí.

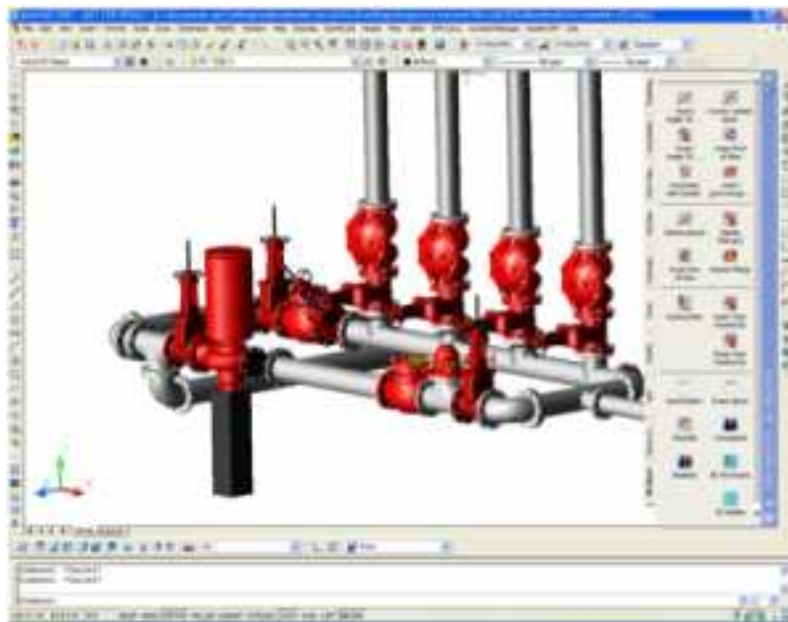
Komplikované čerpadlové stanice mohou být konstruovány stejně rychle jako 3D stoupací potrubí a vedení. SprinkCAD umožňuje používat 3D linkové kreslicí nástroje v AutoCADu, vypátrat sekci rozvodu potrubí a nechat SprinkCAD přidat drážky nebo příruby kování a potrubí, vložit vhodnou orientaci v plné 3D. SprinkCAD také umí vkládat ventily a jiné speciální pomůcky na velké detailní náhledy, které mohou být ukládány jako záznamy.

*Ukázky grafického zobrazení v programu*

3D model rozvodu potrubí:



3D detail potrubí a armatur:



## 5. Pravidla a předpisy pro projektování sprinklerů

### 5.1. Vývoj ve světě

Od samého počátku používání sprinklerových hasicích zařízení byl zájem pojišťovacích organizací, výrobců a provozovatelů na vytvoření předpisů, které by stanovily požadavky na provedení a zkoušení těchto zařízení s cílem zajistit jejich vysokou účinnost, spolehlivost a hospodárnost.

V USA to byla již v roce 1883 Factory Mutual, která autorizovala studii J. Freemana. Návrh jednotlivých předpisů pro severní Ameriku byl vydán v roce 1896 pod názvem *Sprinkler Equipment Regulation*. Tento předpis je základem pozdějšího a dnes všeobecně uznávaného předpisu *NFPA 13*.

Ve Velké Británii zpracoval první projekční předpisy v roce 1885 *John W. Wormald* z Fire Insurance Corporation [3]. Třetí revidované vydání tohoto předpisu bylo v roce 1888 publikováno v Londýně organizací *Fire Office Committee* (FOC). Ta v roce 1892 vydala projekční předpis, který se stal základem světově uznávaného předpisu *Rules for Automatic Sprinkler Installations*, jehož **29. vydání** bylo publikováno v roce 1969. V roce 1990 byl ve Velké Británii vydán organizací *Loss Prevention Council* (LPC) předpis *Rules for Automatic Sprinkler Installation* (Pravidla pro sprinklerová hasicí zařízení), který nahradil předcházející 29. vydání předpisu FOC a byl kombinací nové britské normy **BS 5306, díl 2; 1990** a technického bulletinu pojišťovatelů sdružených v organizaci *Loss Prevention Council* (LPC).

V SRN mají dlouholetou tradici předpisy vydané organizací *Verband der Sachversicherer* označovanou zkratkou VdS. Datují se od roku 1908.

Zmíněné předpisy NFPA, FOC, reps. LPC a VdS se staly základem pro celou řadu národních předpisů. V roce 1990 byl vydán návrh projekčního předpisu *Automatic Sprinkler System CEN/TC 191/WG5/N25*, který předznamenával další projekční praxe v postupně sjednocené Evropě. Práce na tvorbě projekčních předpisů průběžně pokračovala. Od 90. let byly práce na projekčních předpisech charakterizované dvěma trendy, a to postupným sjednocováním



a orientací na ochranu lidských životů. Tato nová aplikační oblast se intenzivně rozvíjela od 70. let v USA a promítala se do předpisů *NFPA 13, 13D a 13R*.

Prvním evropským předpisem, který stanovuje provedení sprinklerových zařízení pro ochranu životů je *LPC-TB 14/90*. Sjednocující evropské aktivity v předpisové oblasti na úseku sprinklerových zařízení se koncentrovali do předpisů ISO a CEN. Evropský pojišťovací výbor (CEA) vytvořil technické podmínky *CEA 4001:1995*, které představovaly první evropské konsensuálně projednané a dotčenými stranami akceptované podmínky na navrhování sprinklerových zařízení. CEA si dal za cíl vykrýt předpisové vakuum v oblasti sprinklerové ochrany do doby vydání evropské normy. CEA 4001 byl zpracován na základě všeobecně v Evropě uznávaného kombinovaného předpisu BS 5306 a LPC Pravidla pro sprinklerová hasicí zařízení. Toto vedlo k postupnému oslabování významu do té doby používaných národních směrnic typu VdS, LPC apod. a zavádění jednotných návrhových požadavků ve většině zemí EU.

V roce 2003 byla vydána norma *EN 12 845 Sprinklerová zařízení - navrhování, instalace a montáž*, což lze považovat za historický mezník ve vývoji projekčních předpisů pro navrhování těchto zařízení v zemích EU. Výchozím základem pro EN 12 845 byla anglická norma BS 5306, díl 2.

## 5.2. Vývoj v ČR

Obor sprinklerové ochrany v ČR nastoupil novou cestu prakticky v 80. letech, kdy tehdejší hlavní správa Sboru požární ochrany MV ČSR vydala v roce 1987 soubor technických předpisů na navrhování sprinklerových zařízení, který vycházel z návrhových požadavků německých technických směrnic *VdS 2094 - Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau*. Tento soubor předpisů nahradil do té doby používané technické podmínky stanovující pouze principiální zásady navrhování sprinklerových zařízení. Soubor obsahoval tři dílčí předpisy: Společná ustanovení, Výpočet potrubní sítě a Skladové objekty. Průběžně byl upřesňován a uváděn do souladu s evropskou normalizační praxí. V listopadu 1997 vydala Česká asociace pojišťoven (ČAP) technické podmínky *ČAP VdS 013 11/97*, kterými byl tento soubor předpisů aktualizován na požadovanou úroveň roku 1997, obvyklou v SRN.

Později ČAP připravila přímý překlad CEA 4001. Technické podmínky **ČAP CEA 4001:1995** byly vydány v roce 1998 [19]. Tyto technické podmínky na projektování sprinklerových hasicích zařízení přinesly řadu změn oproti u nás doposud zažité “německé filozofii”. ČAP jako řádný člen CEA se obdobně jako ostatní členové CEA zavázala zavést podmínky CEA 4001 ve svých zemích a zrušit stávající technické předpisy pro projektování sprinklerových zařízení vydané národními asociacemi. Následně byla ČAP CEA novelizovaná, až do konečné podoby ČAP CEA 4001:2004.

Po vzniku evropské normy EN 12 845 pořídila technická normalizační komise TNK 132 překlad této normy [21]. **ČSN EN 12 845 Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a montáž** byla následně vydána s platností od 1. června 2004. Jedná se o normu harmonizovanou. Svědčí o tom příloha ZA stanovující požadavky na posuzování shody tzv. sprinklerové sestavy, kterou je charakterizované sprinklerové zařízení. Tato norma se od návrhu ČAP CEA 4001 příliš neliší. Návrhové požadavky týkající se komponentů jsou obdobné jako u ČAP CEA 4001.

*Tab. 5.1 – Přehled současných českých norem pro projektování sprinklerového zařízení*

Označení normy	Rok vydání	Upřesnění produktu
ČSN EN 12259-1+A1	2002	Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 1: Sprinklery
ČSN EN 12259-2	2000	Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 2: Mokrý ventilové stanice
ČSN EN 12259-3	2001	Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 3: Suché ventilové stanice
ČSN EN 12259-4	2001	Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 4: Poplachové zvony
ČSN EN 12259-5	2003	Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení – Část 5: Spínače průtoky rychlosti
ČSN EN 12845	2006	Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba

## 6. Závěr

Počátek sprinklerového zařízení spadá do 60. let 19. století, kdy bylo poprvé instalováno v Anglii a Americe. Nejednalo se však o zařízení, které známe dnes Princip byl podstatně jednodušší, ale splňoval tehdejší požadavky na ochranu proti požáru a snižoval škody, které požár dokázal způsobit. U nás se sprinklerové zařízení objevilo s výstavbou textilních továren v severních Čechách. Důležitým mezníkem ve vývoji sprinklerového systému bylo objevení řídicího ventilu v 80. letech 19. století, který řešil mnoho dosavadních problémů. Významným pokrokem v navrhování sprinklerového zařízení bylo uvedení počítačových návrhových programů ve 20. století, které ulehčily práci projektantům. V současné době existují sprinklerové systémy přizpůsobené pro specifické odvětví průmyslu a budovy, dokáží potlačit požár mnohem efektivněji než tomu bylo na počátku. Jedná se o nejrozšířenější a nejspolehlivější hasicí zařízení k ochraně životů a majetku.

Cílem mé práce bylo shrnout historický přehled sprinklerového hasicího zařízení, protože jsem zjistila, že v naší republice a v podstatě ani jinde ve světě není sepsán celkový vývoj tohoto zařízení. Informace, které jsem nacházela, byly obvykle jen z určitého vývojového období a ne všechny zdroje se shodovaly v letech. Proto jsem porovnávala více zdrojů, které pojednávaly o stejné vývojové etapě, aby zde uvedené informace byly co nejpřesnější.

Tato bakalářská práce má informativní charakter a může sloužit odborné veřejnosti pro získání uceleného přehledu o vývoji sprinklerového zařízení a souvisejících projekčních předpisů.

## Literatura

- [1] RICHARDSON, J. K. *History of fire protection engineering*. National Fire Protection Association, 2003. ISBN 0-87765-559-6.
- [2] RYBÁŘ, P. *Sprinklerová hasicí zařízení*. Praha 1992. 224 s. Knižnice požární ochrany.
- [3] RYBÁŘ, P. *Sprinklerová hasicí zařízení*. MV ČR-HS Sboru PO Praha, 1992.
- [4] ČAP CEA 4001:2000 Sprinklerová hasicí zařízení – projektování a montáž. Květen 2001.
- [5] ČSN EN 12 845 Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. ČNI, březen 2006
- [6] *Automatic Sprinklers: A 10 year study* [online].  
URL <<http://www.nfsa.org/info/sprinklers.pdf>> [cit. 2008-04-01]
- [7] DEWAR, B. *Residential Fire Sprinklers For Life Safe: An Economic and Insurance Perspective* [online]. National Fire Sprinkler Association, Feb. 2005.  
URL <<http://www.nfsa.org/info/residential/econsprinklers.pdf>> [cit. 2008-04-01]
- [8] *Fire Sprinkler Design Software* [online].  
URL <<http://www.iklimnet.com/hotelfires/firesoftware.html>> [cit. 2008-04-01]
- [9] *Fire Sprinkler FAQ* [online].  
URL <<http://www.firesprinkleradvisoryboard.org/fireSprinklerFAQ.html>> [cit. 2008-04-01]
- [10] *Fire Sprinkler History – NFSA, NFPA & Tyco* [online]. Feb. 2005, vol. 4, iss. 1.  
URL <[http://tyco-fire.com/TFP\\_common/StationHouse02-15\\_5.pdf](http://tyco-fire.com/TFP_common/StationHouse02-15_5.pdf)> [cit. 2008-04-01]
- [11] *Great Fire of London* [online].  
URL <[http://en.wikipedia.org/wiki/Great\\_Fire\\_of\\_London](http://en.wikipedia.org/wiki/Great_Fire_of_London)> [cit. 2008-04-18]
- [12] *Hall of Flame Museum of Firefighting: Hall of Flame Photo Gallery* [online].  
URL <<http://www.hallofflame.org/Photo%20Gallery%20p2.htm>> [cit. 2008-04-18]
- [13] *History of Fire Sprinkler System* [online].  
URL <<http://www.apifiregroup.com/firesprinkler/sprinkler-history.html>>  
[cit. 2008-04-01]
- [14] *History Of The NFPA Codes and Standards-Making System* [online].  
URL <<http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/HistoryNFPACodesStandards.pdf>>  
[cit. 2008-04-01]

- [15] KOERNER, J. M. *Historic Losses – Incentive for Historic Gains* [online]. 2004, iss. 8.  
URL <<http://www.firesprinkler.org/sprinkleragesite/sprinklerage.cfm?id=662>>  
[cit. 2008-04-01]
- [16] *Model F1 Residential Sprinklers for Design Density of 10 gpm/ft2* [online]. Reliable.  
Bulletin 176, Rev.A.  
URL<<http://www.reliablesprinkler.com/pdfs/products/176%20Model%20F1%20Res%20Sprinklers%20.10gpm2.pdf>> [cit. 2008-04-01]
- [17] Pepi, J. S. *The Early History of Grinnell Corporation and The Fire Sprinkler Industry*  
[online]. Jan. 1996.  
URL <<http://www.gemsprinkler.com/rnd/res/ehistgnl.pdf>> [cit. 2008-04-01]
- [18] POSPÍŠIL, M. *Přednáška o požární prevenci – aktivní protipožární ochrana budov –  
požárně bezpečnostní zařízení* [online]. Duben 2007.  
URL <[http://kps.fsv.cvut.cz/download/KP5C\\_prednaska\\_DOC.pdf](http://kps.fsv.cvut.cz/download/KP5C_prednaska_DOC.pdf)> [cit. 2008-04-01]
- [19] *Přednáška č. 1 a 2* [online].  
URL <[http://water.fce.vutbr.cz/vyuka/bp52/bp52\\_pr1\\_2.pdf](http://water.fce.vutbr.cz/vyuka/bp52/bp52_pr1_2.pdf)> [cit. 2008-04-18]
- [20] *Residential Sprinklers* [online].  
URL <<http://tyco-fire.com/index.php?P=product&B=&S=S4>> [cit. 2008-04-01]
- [21] RYBÁŘ, P. *Sprinklerová ochrana z pohledu nové ČSN EN 12 84* [online].  
URL <<http://www.sharkspol.cz/sprinklery-norma.html>> [cit. 2008-04-02]
- [22] RYBÁŘ, P. *Technické podmínky projektování sprinklerových hasicích zařízení* [online].  
URL <<http://www.sharkspol.cz/sprinklery-podminky.html>> [cit. 2008-04-02]
- [23] *SprinkCAD* [online].  
URL <[http://www.iklimnet.com/hotelfires/fire\\_sprinkler\\_software\\_7.html](http://www.iklimnet.com/hotelfires/fire_sprinkler_software_7.html)>  
[cit. 2008-0404]
- [24] *The History of the Automatic Sprinkler* [online].  
URL <[http://drj.com/drworld/content/w2\\_092.htm](http://drj.com/drworld/content/w2_092.htm)> [cit. 2008-04-01]
- [25] *The History of Sprinklers* [online].  
URL <<http://www.zip.com.au/~lnbdds/Boschi/click.htm>> [cit. 2008-04-01]
- [26] *The Story of Dowson, Taylor & Co. Fire Engineers* [online].  
URL <<http://www.zip.com.au/~lnbdds/Boschi/dowsontaylorco.htm>> [cit. 2008-04-19]
- [27] *Water Purveyor's Guide to Fire Sprinkler Family Dwellings* [online]. National Fire  
Sprinkler Association, Inc. 2006.

URL <[http://www.nfsa.org/info/Water\\_Purveyors\\_Guide.pdf](http://www.nfsa.org/info/Water_Purveyors_Guide.pdf)> [cit. 2008-04-01]

[28] WORMALD, J. *Fire Sprinkler History* [online]. North Stoke, Dec. 1923.

URL <<http://www.olyfire.com/history.html>> [cit. 2008-04-01]

[29] Katalogový list firmy Marioff. *HI-FOG water mist fire protection: What is HI-FOG water mist fire protection?*

## Stručný přehled historie

1723 – Amros Godfrey si nechal patentovat systém, jehož podstatou byl sud s hasební

kapalinou a cínová schránka se střelným prachem

1806 – John Carey navrhl první hasící zařízení s potrubním rozvodem

1812 – William Congreve navrhl hasící systém v divadle Theatre Royal v Drury Lane

1864 – A. Stewart Harrison navrhl první sprinklerovou hlavici

1874 – Henry S. Parmelee uvedl první praktické sprinklerové zařízení, který se označuje jako počátek sprinklerového průmyslu

1881 – Frederrick Grinnell vymyslel „první citlivý sprinkler“

1881 – J. C. Meloon získal první patent na řídicí ventil

1885 – poprvé se začal používat suchý řídicí ventil a John W. Wormald sepsal první projekční předpisy

1888 – J. Taylor a R. Dowson patentovali v USA svůj řídicí ventil

1890 – F. Grinnell vynalezl sprinklerovou hlavici se skleněným ventilem

1896 – vznikla organizace NFPA a sepsala kritéria pro instalaci samočinných sprinklerových soustav

1920 – společnost Grinnell vynalezla první rychlootevírací zařízení

1922 – začala se vyrábět sprinklerová hlavice se skleněnou pojistkou

1981 – vznikly bytové sprinklery

1983 – vznikla organizace NFSA a F. Grinnell vynalezl sprinklery ESFR

1998 – ČAP vydala technické podmínky pro navrhování sprinklerového zařízení ČAP 4001

2004 – objevila se norma ČSN EN 12 845 Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a montáž

## Seznam obrázků

- Obr 3.1 - Ctesibiova pumpa [1] ... 3
- Obr. 3.2 – Londýnský požár v roce 1666 [11] ... 4
- Obr. 3.3 – Newshamova požární stříkačka z 18. století [12] ... 5
- Obr. 4.1 - Sprinklerová hlavice Harrison [2] ... 11
- Obr. 4.2 – Druhá Parmeleeho sprinklerová hlavice z roku 1875 [17] ... 12
- Obr. 4.3 – První Parmelleho sprinklerové zařízení z roku 1874 [17] ... 12
- Obr. 4.4 - Upravený typ Parmeleeho sprinkleru ze 70. let 19. století [1] ... 12
- Obr. 4.5 - Parmelleeho hlavice z roku 1878 s otočným rozvaděčem [17] ... 13
- Obr. 4.6 - Sprinkler používající pákového mechanismu ze 70.let 19.století [1] ... 13
- Obr. 4.7 - “První citlivý sprinkler ” vynalezený F. Grinnellem z roku 1881 [17] ...14
- Obr. 4.8 – Grinnellův sprinkler se skleněným ventilem z roku 1890 [17] ...15
- Obr. 4.9 – Sprinklerová hlavice se zápalnou šňůrou [25] ... 15
- Obr. 4.10 – První řídicí ventil vynalezený R. Dowsonem a J. Taylorem v roce 1888 [26] ... 18
- Obr. 4.11 – Grinnellův sprinkler se skleněnou pojistkou z roku 1922 [25] ... 23
- Obr. 4.12 – Tvar výstřikového proudu hlavice C, S, W [2] ... 25
- Obr. 4.13 - Sprinklerová hlavice ESFR [18] ... 26
- Obr 4.14 – Domovní sprinklery [16,20] ... 27
- Obr. 4.15 – Sprinklerová hlavice HI-FOG [29] ... 29
- Obr. 4.16 – Sprchový proud hlavice HI-FOG [29] ... 29

## Seznam tabulek

- Tab 4.1 – Dřívější návrh počtu sprinklerů pro určitý průměr potrubí [1] ... 17
- Tab. 4.2 - 20 původních členů NFPA [14] ... 21
- Tab. 4.3 – Výstřiková charakteristika sprinklerových hlavice [2] ... 24
- Tab. 4.4 – Povolný počet sprinklerů pro jednotlivé třídy nebezpečí z roku 1940 [1] ... 28
- Tab. 4.5 – Srovnání sprinklerových systémů [29] ... 30
- Tab. 5.1 - Přehled současných českých norem pro projektování sprinklerového zařízení ... 37