

# The Rainmaker

D. Humpál\*, J. Godawa\*\*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19  
Praha 1

\*dan.humpal@gmail.com \*\*godawa@seznam.cz

## Abstrakt

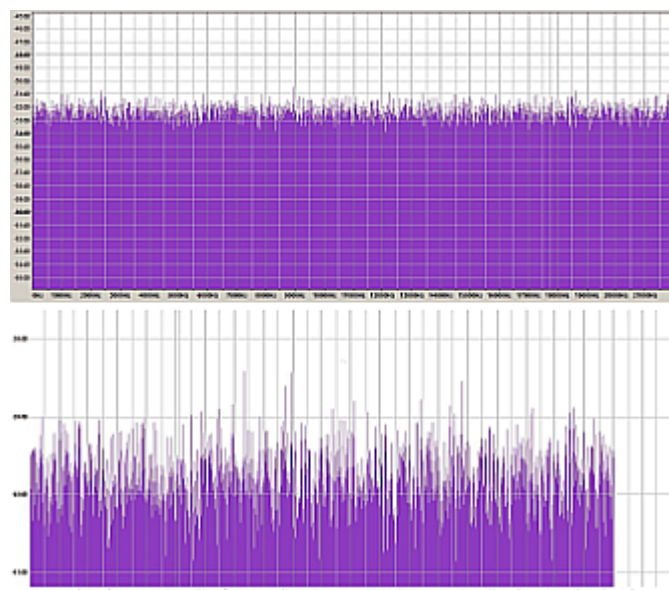
V současnosti v stand-alone systémech, které jsou určeny k umělému vytváření zvuku deště nejčastěji využívá přednahrané smyčky ambientního i efektového zvuku, která je k tomu vhodná pro svou jednoduchost sestavení i reprodukce. Ve svém projektu jsme se však rozhodli vytvořit stand-alone systém, který by zvuk deště uměle generoval. K tomuto jsme se rozhodli využít metody filtrování bílého šumu, kvůli její jednoduchosti a zároveň adekvátnímu výsledku. Jako výpočetní platformu a základní desku systému jsme využili desku Arduino<sup>TM</sup> Uno, která se však ukázala jako nedostačující.

## 1 Úvod

Bílý šum a zvuky, které obsahující vysoký podíl bílého šumu, se ukazují být nesmírně vhodné pro utišení mysli a zlepšení soustředění, nejen při autoterapii či autohypnóze. Jejich každodenní aplikace pomocí předem nahrané smyčky se stává pro svou repetitivnost nevhodnou. Bylo třeba vytvořit systém, který by bílý šum generoval nahodile či pseudonahodile. Výhodou platformy Arduino jsou její kompaktní rozměry a snadná instalace.

## 2 Zvuk

Z fyzikálního hlediska se zvukem rozumí mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Takové vlnění je určeno svoji frekvencí a amplitudou. Lidským uchem slyšitelný zvuk se pohybuje ve frekvenčním rozsahu od 16 Hz do 20 kHz.



Obrázek 1: Frekvenční analýza bílého šumu generovaného počítačem (nahore) a generovaného Arduinem (dole)

### 3 Bílý šum

Bílý šum je akustická obdoba bílého světla. Podobně jako bílé světlo obsahuje veškeré vlnové délky světelného spektra, bílý šum obsahuje všechny frekvence zvuku. Jedna jeho základní vlastnost je, že pro danou velikost pásma frekvencí má vždy stejný výkon. Příklad lze vidět na obrázku 1.

Bílý šum přírodního původu se vyskytuje na mnoha místech. Jeho příklady lze najít například při poslechu praskání ohně, hučení větru či syčení masa na grilu. Jedna z oblastí, kde je nejvíce zastoupen je však zvuk deště. V těchto zvucích se samozřejmě objevují i zvuky, které netvoří součást bílého šumu. To je vidět na frekvenční analýze těchto zvuků na obrázku 2.

### 4 Syntéza zvuku deště

K umělému vytváření zvuku deště se využívají různé metody. Jednou z nejčastějších je přehrávání předem nahraného zvuku deště ve smyčce, proložené nejrůznějšími doprovodnými zvukovými efekty. My jsme se rozhodli využít metodu filtrování bílého šumu pro vytvoření efektu jednotlivých dopadajících kapek a nefiltrovaný bílý šum pro zvukové pozadí.



Obrázek 2: Frekvenční analýza zvuku ohně (nahore) a větru (dole)

## 5 Arduino

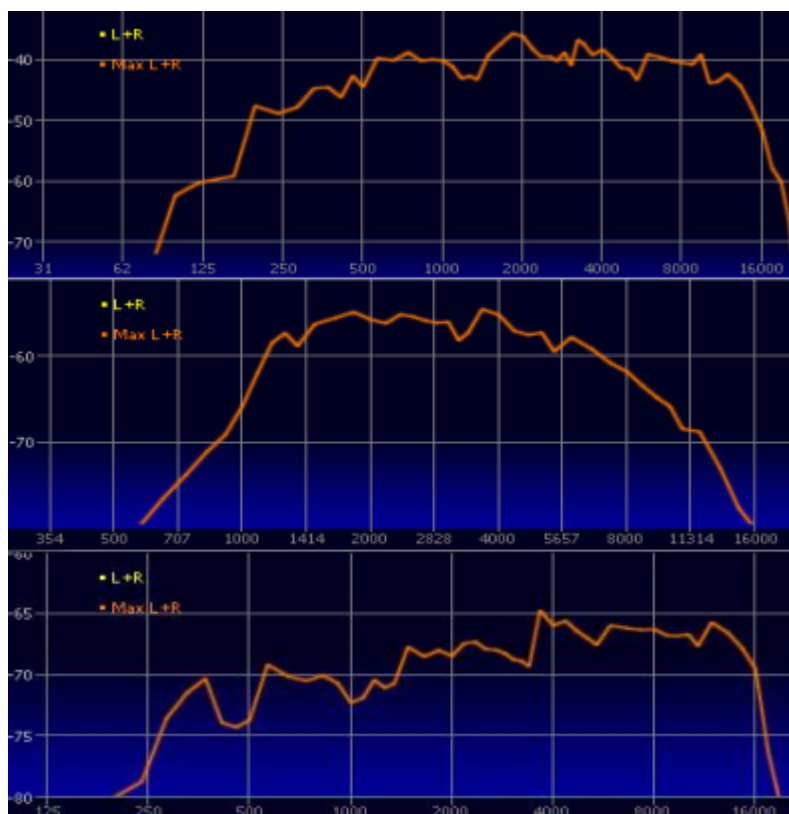
V druhé části jsme se zaměřili na výrobu funkčního samostatného syntetizéru zvuku deště. Pro tento úkol jsme si vybrali vývojovou platformu Arduino Uno. Arduino Uno, jako mnoho podobných platforem, neumožňuje analogový výstup signálu. Z tohoto důvodu jsme k výstupu signálu použili porty digitální, k nimž jsme poté zapojily převodník digitálního signálu na analogový, tzv. DAC (digital to analog converter). Pro naprogramování Arduina jsme využili Arduino IDE, vývojové prostředí pro platformy Arduino.

Výpočetní kapacita Arduina se, bohužel, posléze ukázala jako nedostatečná a v žádném případě nebyla schopna syntetizovat zvuk deště v reálném čase. Dostatečně kvalitní výstup z Arduina se nám podařilo získat pouze s použitím bufferu.

## 6 Závěr

Metoda syntézy zvuku deště pomocí filtrování bílého šumu se ukázala jako efektivní, jednoduchá a dostačující. Zvuk počítačové simulace, jež byla prováděna v programu PureData, ukázal správnost námi vytvořených filtrů, které byly poté implementovány do kódu Arduina, neboť při poslechu takto generovaného zvuku, bylo možno rozlišit úder jednotlivých kapek a celkový dojem z poslechu byl dobrý. Při frekvenční analýze zvuku umělého a zvuku na-

hraného při dešti se ukazují rozdíly zejména při nižších frekvencích, jak je zřejmé z obrázku 3. Výpočetní kapacita Arduina se pro opakovaný výpočet bílého šumu a jeho následné odeslání do DAC ukázala jako nedostatečná. I přes výrazné snížení kvality produkovaného zvuku nebylo možné tímto způsobem získávat zvuk v reálném čase. Při použití bufferu bylo při poslechu jasně snížení kvality, to je také ukázáno na frekvenční analýze Arduinem produkovaného zvuku na obrázku .



Obrázek 3: Frekvenční analýza zvuků skutečného deště (nejvýše), počítačem generovaného deště (uprostřed) a Arduinem generovaného deště (nejníže)

## Reference

- [1] amandaghassaei, Arduino Audio Output, <http://www.instructables.com/id/Arduino-Audio-Output/?ALLSTEPS>