

## Syntéza zvuku elektromobilu

Cílem práce bylo vytvořit simulaci zvuku elektromobilu v závislosti na pohybu vozidla. Pohyb vozidla je popsán pomocí hodnot řídicích signálů.

Kód v Matlabu nejprve načítá vybrané řídicí signály a poté s nimi v jednotlivých blocích pracuje. Řídicí signály nemají dostatečný počet hodnot pro použití vzorkovací frekvence 44.1 kHz, je nutné je interpolovat, aby byla zajištěna plynulost zvuku.

### Blok MOTOR

Zde se nejprve generují zdrojové signály pomocí dvou odlišných přístupů tak, aby výsledný zvuk byl co nejpřesvědčivější. FM syntéza vytváří kovový a čistý tón, ten je nejlépe rozpoznatelný při vyšších hodnotách RPM. Pilový signál *Sawtooth* má agresivnější tón, který vytváří bzučení při nižších otáčkách. Tyto signály jsou poté smíchány dohromady.

Dále je použita granulární syntéza pro vytvoření textury ve zvuku. Ostrý *raw* zvuk je rozsekán na malé úseky – granule, jejich délka je určena podle měnících se otáček. Jednotlivá zrna se poté s kratičkými mezerami skládají za sebe s velkým překryvem (75 %), aby výsledný zvuk nelupal. Tím se ze zvuku stává nepravidelná a přirozenější struktura.

Poté je vytvořen „tlumič“, jeho účelem je v tomto případě filtrace zvuku tak, aby při nízkých otáčkách procházely primárně nižší frekvence a při vyšších otáčkách i ty vyšší.

Efekty motoru – sání: přidává se zde šum vzduchu, který jde do motoru. *Wobble*: při volnoběhu motoru se jemně rozkmitává hlasitost, to simuluje klepání motoru.

### Blok VÍTR

V této části je ke zvuku motoru přidán zvuk větru z okolí, vítr je tvořen bílým šumem, který je filtrován podle rychlosti, s ní narůstá ostrost zvuku. Hlasitost větru roste s druhou mocninou rychlosti.

### Blok PNEUMATIKY

Zvuk pneumatik je hlubší, simuluje kontakt gumy s povrchem, je tedy generován filtrovaným šumem, jeho hlasitost roste lineárně s rychlostí vozidla.

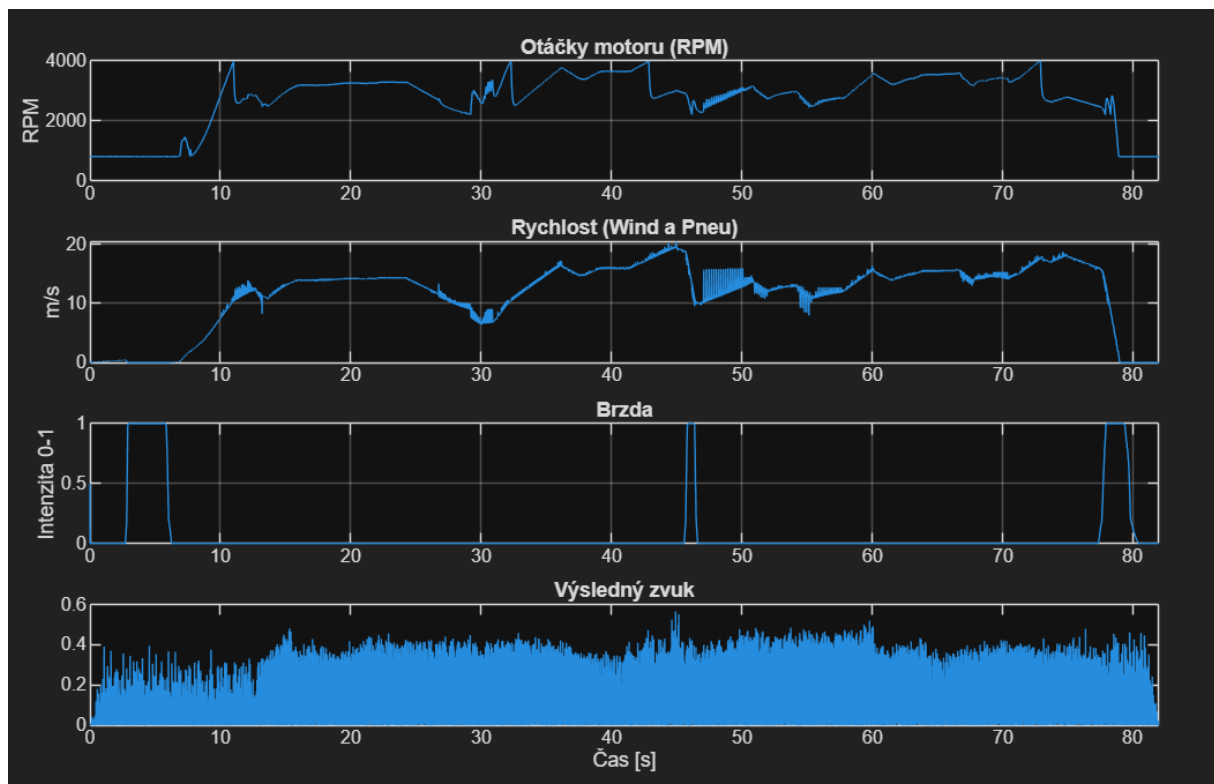
### Blok BRZDY

Zvuk je generován podle logické podmínky, pouze pokud je aktivně stlačena brzda a vozidlo je v pohybu. Samotné brzdění je pak simulováno pomocí šumu s vyšší frekvencí – tření destiček a sinusového tónu – pískání.

## Blok MIX

Nejprve je vytvořena vrstva zvuku atmosféry, to je zvuk pozadí, který je přítomen i když se vozidlo zrovna nehýbe, pro docílení přirozenějšího chování zvuku. Atmosféra je tvořena tichým šumem. Mix je skládání zvuků z jednotlivých bloků, tj. zvuku motoru, vozidla a pozadí, podle nastaveného poměru hlasitostí, převažuje zvuk motoru. Dále je zde také implementován plynulý náběh a konec zvuku Fade In a Out.

Výsledný zvuk je poté přehrán a uložen jako soubor .m4a. Následně jsou zobrazeny otáčky motoru (RPM), které řídí většinu syntéz, rychlost vozidla používaná pro vítr a pneumatiky, řídicí signál pro brzdu a vykreslení amplitudové obálky výsledného signálu.



Při tvorbě simulace jsem se inspirovala tímto [videem](#) a strukturou v něm popisovaného [kódu](#), inspirací pro ovládání zvuku byl také tento online [simulátor](#). Také jsem použila generativní nástroj Gemini pro spojení jednotlivých syntéz a volbu parametrů pro použité filtry.