

Orgonasípok akusztikai paramétereinek meghatározása numerikus módszerekkel

- Rövid tartalmi összefoglaló -

A diplomamunkám során megkezdett, majd PhD tanulmányaimban továbbvitt kutatási tevékenységem célja olyan számítógépes modellezési módszerek fejlesztése, melyek segítségével az orgonasípok építésének és hangolásának ipari folyamata hatékonyabbá tehető, illetve melyek által a síp hangjáról és a hangkeltés mechanizmusáról értékes információ nyerhető.

Az ajaksípok hangkeltése – a geometria egyszerűsége ellenére – meglehetősen bonyolult fizikai folyamat, hiszen azt csatolt akusztikai, mechanikai és áramlástanai jelenségek alkotják. A jelenségek pontos leírásához ezért olyan modellre van szükség, mely az összes hatást képes figyelembe venni. Ugyanakkor egy tisztán akusztikai sípmodellel is jó pontossággal meghatározhatóak olyan paraméterek, melyek kulcsfontosságúak a síphang szempontjából. Annak ellenére, hogy a sípépítés, hangolás és intonáció több évszázados hagyományokra és szabályokra épít, számos olyan jelenség van, melynek fizikai magyarázata nem ismeretes az orgonaépítők számára. A számítógépes modellezés segítségével szolgál e hatások részletesebb megismerésében, megértésében is.

A Huszty Dénes Alapítvány 2010. évi pályázatára beadott anyagomban, melynek diplomamunkám is szerves részét alkotja, bemutattam, hogyan jellemezhető a síptest pusztán akusztikai rezonátorként, hogyan határozható meg ennek a rezonátornak az átviteli függvénye, illetve három lényegesen különböző számítógépes módszert – ezek közül kettőt saját magam programoztam le – is összehasonlítottam a probléma számítására. Az összehasonlítás alapjául valódi sípokon elvégzett mérések szolgáltak.

Megmutattam, hogy a lényegesen leegyszerűsített akusztikai modellel is jó közelítéssel meghatározhatóak a síphang és az átviteli függvény legfontosabb paraméterei, úgy mint a síp alapfrekvenciája, a további módusok frekvenciái, melyekre jellegetes a nyúlás (*stretching*) jelensége, valamint a vágási frekvencia. A kutatás egyik fontos pontja volt az akusztikai impedancia modellezése. A sugárzási impedancia vizsgálatával ugyanis magyarázatot nyerünk a síp átviteli függvényének jellegzetességeire. Bemutattam, hogyan alkalmazhatóak a szimulációs eredmények a síphang egyes felharmonikusai amplitúdójának előrejelzésére a tervezés során, valamint azt is, hogy a numerikus módszerek jóval megbízhatóbb, pontosabb eredményt adnak szabálytalan sípgeometria (pl. hangolónyílással ellátott sípok) esetén.

Beszámoltam az INNOSOUND (Innovative Methods and Tools for the Sound Design of Organ Pipes) Európai Unió projektben elvégzett munkámról, melynek során tovább finomítottam a fenti technikákat, valamint egy új menzúrázó szoftvert fejlesztettem, amelynek segítségével az orgonaépítő könnyen elérheti a hagyományos tervezési eljárások mellett a projekt eredményeként megszületett innovatív módszereket is.

Bemutattam újabb eredményeimet is, melyek publikáció formájában nem jelentek még meg. A kutatási munka e részei már kilépnek az akusztika területéről, és a síp hangkeltésének áramlástanai jelenségeit vizsgálják. Végül beszámoltam jelenlegi munkám fő célkitűzéséről, mely a síp hangkeltésének modellezésére alkalmas csatolt akusztikai-áramlástanai modell megalkotása.