

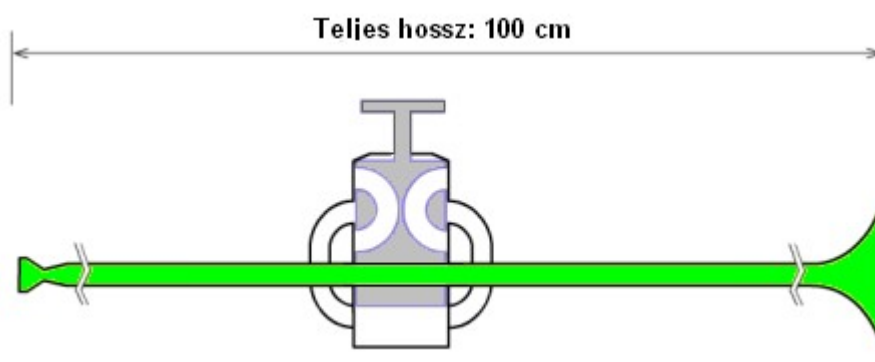
Kompenzációs rendszer

- a tiszta, teljes kromatikus hangsorért -

A rézfúvós hangszerek megegyeznek abban, hogy alapjában véve mindegyikük egy darab cső, melyet a játékos, ajkainak rezgetésével szólaltat meg. **Ahhoz, hogy ne csak a cső alaphangja és azok felhangjai legyenek megszólaltathatóak, a rézfúvós hangszereket szelepekkel** - illetve gyorsan mozgatható hangolóval (harsona) - **látták el**, melyek segítségével már alkalmassá váltak a kromatikus játékra.

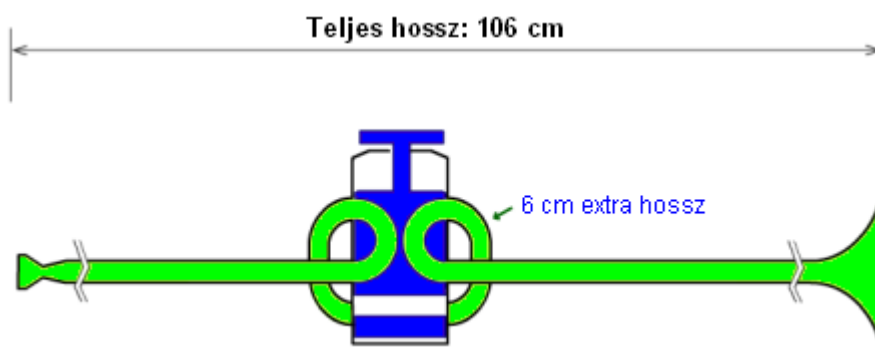
A szelepek működése azon a rendkívül egyszerű fizikai tényen alapszik, mely szerint, **ha növeljük a cső** – és ez által a rezgő test – **hosszúságát, mélyebb hangot tudunk megszólaltatni**. Ezért aztán minden szelephez kapcsolódik egy-egy toldalékcső. Ha a dugattyút lenyomjuk, a levegő keresztül halad ezen a toldalék csövön, megnövelve ezzel a hangszer hosszát, ami által mélyebb hangot kapunk. A szelepekhez tartozó hangoló csövek hossza különböző, így mindegyik szelep eltérő mértékben növeli a hangszer hosszúságát, ezáltal a hang mélységét is. A 2. dugattyú fél hanggal, míg az 1. egy egészszel mélyíti az alaphangot. A 3. három fél hanggal, azaz egy kis terccel, végül a 4. dugattyú öt fél hanggal, vagyis egy tiszta kvarttal mélyebb megszólaltatást tesz lehetővé.

Akusztikai vizsgálatok kimutatták, hogy **ha fél hanggal mélyebben akarunk játszani, hozzávetőlegesen 6%-al kell megnövelnünk a légoszlop hosszát.** (5.8823529411 %) Az egyszerű matematikai levezetés kedvéért vegyünk alapul egy 100 cm csőhosszúságú hangszert. Ez valamivel kevesebb, mint fele az euphonium csőhosszúságának. (1. ábra)



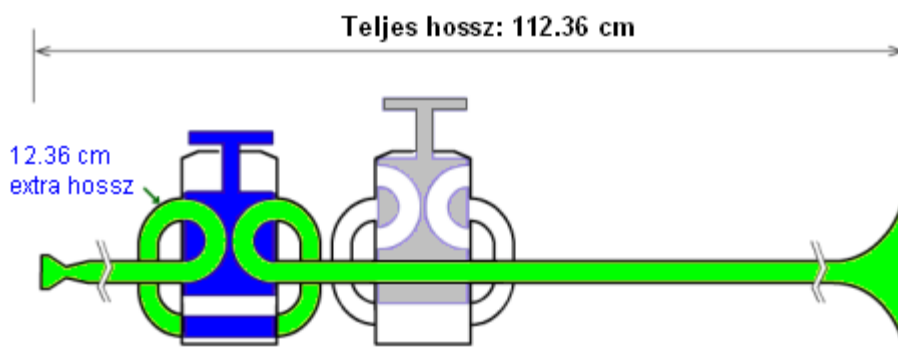
1. ábra

Ha lenyomjuk a 2. szelepet, a cső hosszát 6 cm-rel növeljük (6% X 100) és a hangolás fél hanggal mélyebb lesz. A teljes csőhosszúságunk most már 106 cm. (2. ábra)



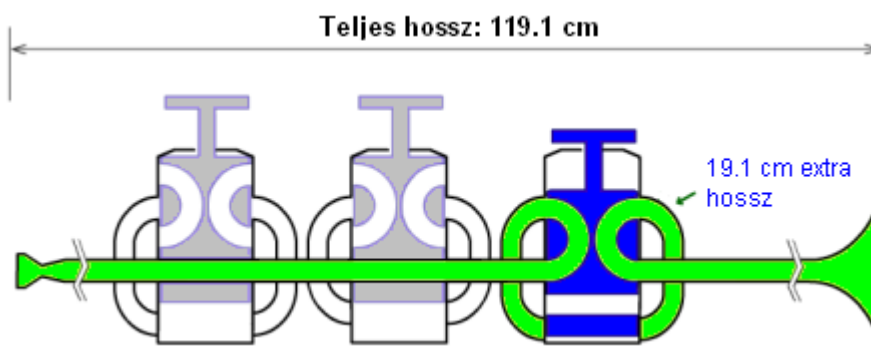
2. ábra

Ha újabb fél hanggal mélyebbet szeretnénk elérni, akkor hangszerünket további 6.36 cm-rel kell meghosszabbítanunk, ($6\% \times 106$) amely így már 112.36 cm lesz. (3. ábra)



3. ábra

További 6.74 cm hozzáadásával ($6\% \times 112.36$) még egy fél hanggal lejjebb szállíthatjuk a hangolást. Ekkor a cső teljes hossza 119.1 cm. (4. ábra)



4. ábra

Ahogy az a fenti adatokból leolvashatjuk, a 100 cm csőhosszúságú hangszerünk hosszát dugattyúk alkalmazásával a következőképpen növelhetjük:

1. szelep: + 12.36 %

2. szelep: + 6 %

3. szelep: + 19.1 %

Amíg külön-külön használjuk a dugattyúk bármelyikét, azok pontosan a tiszta intonációhoz szükséges hosszúsággal növelik meg a hangszer hosszát. A problémák akkor merülnek fel, ha két, esetleg három szelepet használunk egyszerre. Nézzünk erre is egy egyszerű példát.

A 3. dugattyú alsó helyzetében a cső hossza 119.1 cm. Szeretnénk egy nagy szekunddal mélyebb hangot játszani, amihez további 14.7 cm-rel kellene megnövelnünk a hosszúságot. Lenyomjuk hát az 1. dugattyút is, ám ezzel a lépéssel csak 12.36 plusz cm-t kapunk a szükséges 14.7 helyett. Láthatjuk tehát, hogy az 1 & 3 fogáskombinációval a kívántnál magasabb intonációt érünk el. A 2 & 3 is kissé magas, míg az 1 & 2 & 3 kombináció már negyed hanggal magasabb a hat félhangos lépésnél. A trombitánál ezt a problémát áthidalták a 3. szelep gyorsan mozgatható hangoló csövével, de az euphonium és a tuba esetében ez sokkal nehezebben lenne megvalósítható.

Még komolyabb a probléma a 4 szelepes hangszerek esetében. A 4. szelep arra a célra szolgál, hogy öt félhanggal leszállítsa a hangolást, vagyis pontosan 33.8 százalékkal hosszabbítja meg a csövet, ezzel kiváltja a hamis 1 & 3 kombinációt. Még a 2. és 4. dugattyú együttes használata is megfelelő helyettesítése az 1 & 2 & 3 fogáskombinációnak. Azonban az ennél mélyebb hangoknál már súlyosabb gondok lépnek fel. Példának okáért, a 4. szelep használatával a cső 133.8 cm hosszú. Egy egész hangos lépésért további 16.5 cm-re volna szükségünk, de az 1. szelep használatával csak 12.36 cm -t kapunk, a 2. szelep további hozzáadásával viszont már 18.36 cm a plusz hossznövekedés. Az első esetben az intonáció nagyon magas, míg a második esetben kissé alacsony. Ahhoz, hogy a nyitott 4. szeleppel játszott hangot további 6 félhanggal (bő kvart) mélyíthessük, további 55.9 cm-re lenne szükségünk. Sajnos azonban az 1., 2. és 3. szelep együttes alkalmazásával csak 37.46 cm-t kapunk, amellyel egy kicsit kevesebb, mint 5 félhanggal (nem egészen tiszta kvart) vagyunk csak mélyebben a nyitott 4. szeleppel megszólaltatott hangnál. **Emiatt a nem kompenzált euphonium nem képes a kontra H (hangzó) megszólaltatására, és a nagy C, Db, D, Eb, E hangok sem teljesen tiszták,** de az intonációs problémákat itt még a felsőbb oktávtól eltérő, különféle fogáskombinációkkal elfogadhatóvá lehet tenni.

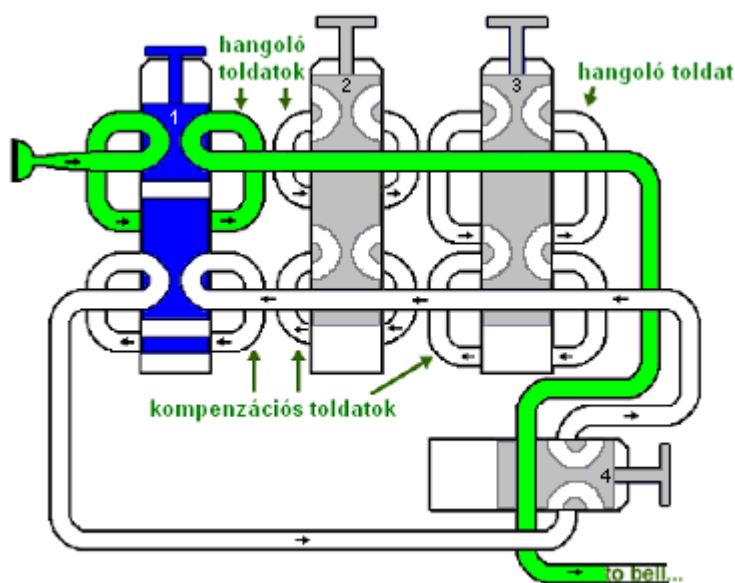
Ha egy euphonium játékos - vagy tubás - szeretné a mélyebb regiszterekben is használni a teljes kromatikus skálát, akkor számára a kompenzációs rendszerű hangszer a legjobb választás.

De mi is az a kompenzációs rendszer valójában? Miben különbözik a „hagyományos” 4 szelepes hangszerektől?

A „British-style” kompenzált euphoniumot David Blaikley fejlesztette ki 1874-ben. Ennél a rendszernél a 4. dugattyú hangoló csöve visszavezeti a levegőt az első három szelephez, így ha az ezek bármelyikével kombináljuk, a levegő automatikusan egy plusz kitérőt tesz, és az extra kompenzációs toldalékokon áthaladva folytatja útját, hozzáadva ezzel a hangoszlophoz azt a szükséges plusz hosszúságot, amely a tiszta intonációhoz szükséges.

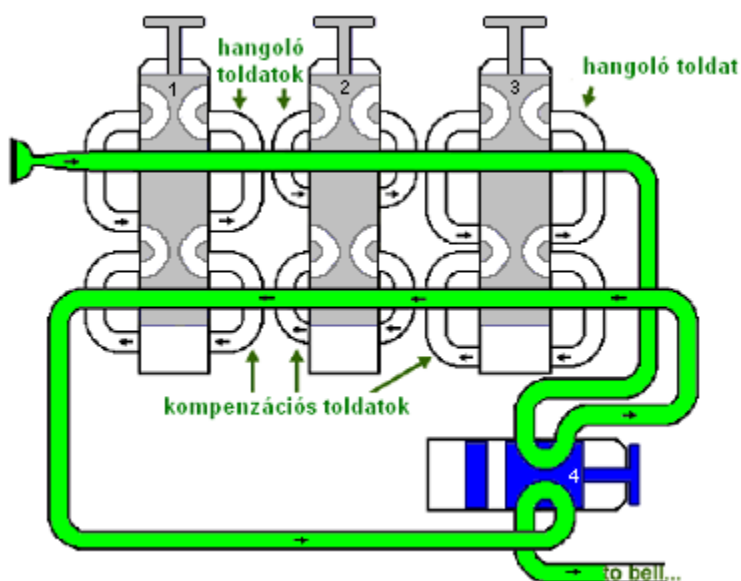
Vizsgáljuk meg a következő négy ábrán látottakat, hogy könnyebben megérthessük a rendszer működésének lényegét.

Az ötödik ábrán az első szelep nyitva van, így a levegő átáramlik a hangoló toldatán is. Itt még nem történik semmi különös, ebben a helyzetben ez egy „sima” 3 dugattyús hangszernél is így alakulna.



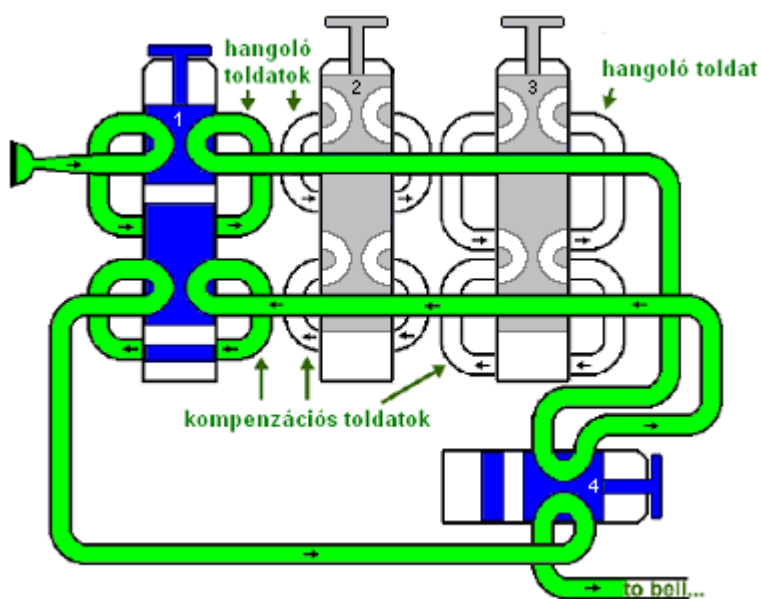
5. ábra

A hatodik ábrán a negyedik szelep van nyitva, a levegő így a négyes gép hangoló toldatán keresztül hagyja el a hangszert. Még ebben a situációban sincs különbség a kompenzált ill. a nem kompenzált hangszer intonációjában.



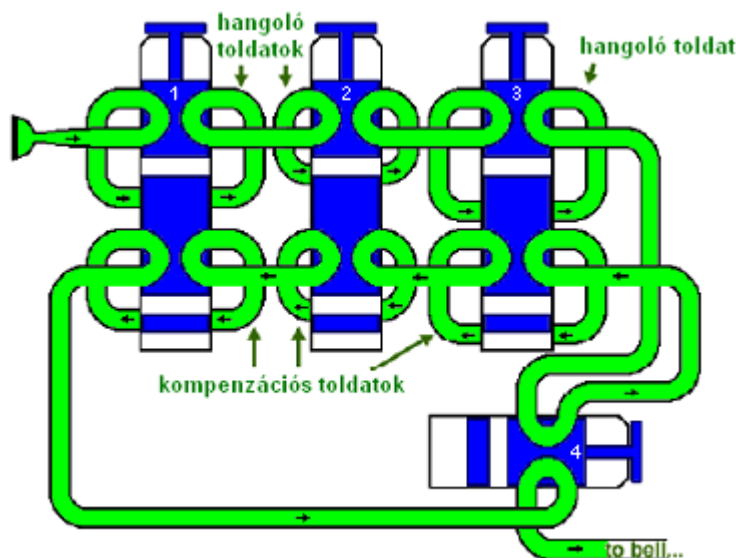
6. ábra

Az igazi különbséget **a hetedik ábrán** figyelhetjük meg. Itt az első és a negyedik szelep van nyitva. A levegő áthalad az első és a negyedik szelep hangoló toldatán, amely visszavezeti az első dugattyúhoz, ahol keresztül megy annak kompenzációs toldatán is, mielőtt a tölcser felé venné az irányt. Ebben a fogáskombinációban már hallható az intonációs különbség a kompenzált ill. nem kompenzált hangszer között. A légoszlop hossza a kompenzációs toldat miatt itt hosszabb, ezáltal tisztán játszható az adott hang.



7. ábra

A nyolcadik ábrán az összes szelep nyitva van, így a levegő keresztülmegy minden hangoló toldaton és kompenzációs járaton. Ennél a fogáskombinációnál a kétféle hangszer intonációja között már több mint fél hang a különbség. A korábbi matematikai számításainknál már szót ejtettünk arról, hogy a 4. szelep használata mellett további 55.9 cm-re lenne szükségünk, hogy egy bő kvartot léphessünk lefelé, de az 1 & 2 & 3 kombináció csak 37.46 cm-rel tud segíteni. Nos a kompenzációs toldatok pont ezt a hiányzó 18.44 cm-t teszik hozzá a hosszhoz, természetesen a hangoló toldatok egymáshoz viszonyított hosszának arányában.



8. ábra

Az „üres” fogástól lefelé haladva az első öt fogáskombinációhoz (2; 1; 3; 2&3; 4) nem járul kompenzáció, mivel az intonáció megfelelő. Azonban a következő hat kombinációban (2&4; 1&4; 3&4; 2&3&4; 1&3&4; 1&2&3&4) már szükség van a kompenzációra, máskülönben ezek a hangok, ahogyan haladunk lefelé, úgy válnának egyre használhatatlanabbá.

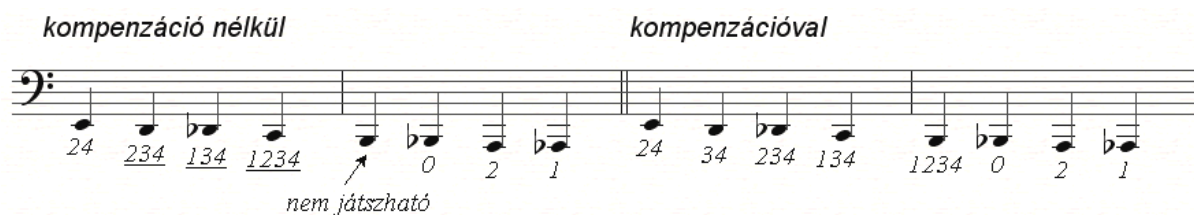
E rendszer segítségével már játszható a kontra h, így a teljes kromatikus hangsor, a mély regiszterben is. **A kompenzált hangszerek további előnye, hogy az alsóbb oktávokban is használhatjuk a jól megszokott fogáskombinációinkat.**

A kilencedik és tizedik ábrán megfigyelhetjük, hogy a kompenzált valamint a nem kompenzált hangszeren hogyan alakulnak a fogáskombinációk a kis, illetve a nagy oktávban. Vegyük alapul a kis Desz hangot, amelyet 2 & 3-as fogással szólaltatunk meg. A nagy Desz-hez a kompenzált hangszeren elég csak hozzávenni a 4. dugattyút, míg a nem kompenzált változaton hozzávetőlegesen ugyanez a hang az 1 & 3 & 4-es fogással játszható.



9. ábra

Láthatjuk, hogy ebben az oktávban a kétféle hangszert összevetve nincs különbség a fogások között.



10. ábra

A nagy oktávban már észrevehetjük a különbséget a vizsgált hangszer között. Az aláhúzott fogáskombinációk eltérnek a felsőbb oktávban használandótól, mindamellett e hangok intonációja nem tökéletesen tiszta, továbbá - mint azt már korábban említettük - **a kontra H nem szólaltatható meg a nem kompenzált euphoniumon.**

Ha tubás szemszögből vizsgáljuk a kérdést, akkor láthatjuk, hogy van néhány kiemelkedően jó, nem kompenzált hangszer is a piacon, amelyek többsége 5-6 szelepet alkalmaz, hogy elég alternatívát kínálhasson a teljes kromatikus hangsor tiszta megszólaltatására. Azokkal a hangszerekkel szemben **a kompenzációs rendszer egyik előnye épp az egyszerűsége.**

A 4. dugattyú elhelyezése

Míg számos hangszergyártó közvetlenül a harmadik dugattyú mellé építi be a negyediket, addig más készítők, pl. a Besson, Hilsbrunner, Sterling – Perantucci, középmagasságban, a hangszer jobb oldalán helyezik el. (11. ábra) E változaton a bal kéz mutatóujja működteti a 4. szelepet, melynek megváltozott elhelyezése nem csupán a jobb kéz kisujjának relatív gyengeségével magyarázható, de összefüggésben van a kompenzációs rendszerrel is.



11. ábra

Az euphonium alapjában véve kónikus hangszer, ami azt jelenti, hogy a csövének furata majdnem folytonosan bővül a fúvókától egészen a tölcsérig. Fontos kivétel ez alól az első, második és harmadik dugattyú, melyeknek belsejében a cső átmérője állandó.

Azonban a negyedik szelep különálló elhelyezése lehetővé teszi a harmadik és negyedik dugattyút összekapcsoló cső furatának fokozatos bővítését, amíg az megközelíti a negyedik dugattyút, majd azon áthaladva visszakanyarodik az első három szelep felé.

Például a Sterling - Perantucci euphonium esetében a cső átmérője (furata) a második dugattyúnál mérve 0.592" (inch). Ugyanitt a kompenzációs toldatnál már 0.630" a belső átmérő, amely a negyedik szelephez visszavezető csőszakaszon eléri a 0.670 inchet.

A furat folyamatos szélesedésének biztosítása ezen a csőszakaszon, kedvezően befolyásolja a hangszer hangtulajdonságait.