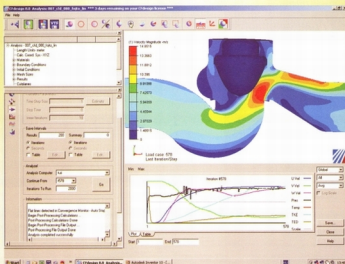
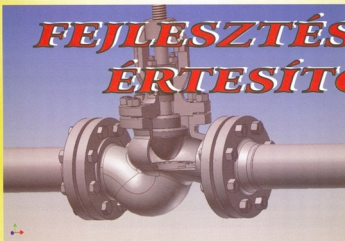



# FEJLESZTÉSI ÉRTESÍTŐ



**Az MSG. Kft által gyártott szerelvények áramlási analízise a CFdesign szoftver  (végeselem módszer) alkalmazásával**

## 1. Előzmények

Az MSZ. Kft. hagyományos szerelvényeinek áramlási tulajdonságait évtizedekkel ezelőtt laboratóriumi kísérletekkel állapították meg. Az időközben végrehajtott konstrukciós változások és a fejlesztések eredményeként az új termékek további vizsgálatok lefolytatását igényelik, vagy legfőképpen csak a felhasználók vizstajszereiből szerelvény tudomást ezekről a megváltozott tulajdonságokról.

## 2. Célkitűzések

A különböző felhasználási területeken a megfelelő méretű, típusú szerelvény kiválasztásához az áramlási tényések ismerete nélkülözhetetlen. Az üzemeltetők igényeinek szerelnének a jövőben minél alaposabban megfelelni annak, hogy a gyártott szerelvényeink áramlási ( $k_v$ -) és ellenállási ( $\zeta$ ) tényezői a tervezők és felhasználók részére rendelkezésre álljon.

Az áramlási  $k_v$  tényező: a vonatkozó szabvány szerint azt mutatja meg, hogy a szerelvény be- és kiáramló oldalai között létrejött 1 bar nyomáskülönbség mellett az adott szerelvényen hány  $m^3$  5-30 °C-os víz áramlik 1 óra alatt ( $m^3/h$ ).

Az áramlási tényező alaphéplete az MSZ EN 1267 szabvány szerint:

- $q_v$ : a térfogatáram, ( $m^3/h$ )  
 $\rho$ : a víz sűrűsége, ( $kg/m^3$ )  
 $\rho_0$ : a víz sűrűsége 15 °C-on, ( $kg/m^3$ )  
 $\Delta p$ : a szerelvény nyomásvesztése, (bar)

$$k_v = q_v \times \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_v \times \rho_0}}$$

Az áramlási ellenállási tényező:

Az áramlási ellenállási tényező alaphéplete az MSZ EN 1267 szabvány szerint:

- $\Delta p$ : a szerelvény nyomásvesztése, (bar)  
 $w$ : a víz átlagssebessége, (m/s)  
 $\rho$ : a víz sűrűsége, ( $kg/m^3$ )

$$\zeta = \frac{2 \times \Delta p_v}{\rho \times w^2}$$

Ezen követelményeknek felhasználói, tervezői igények esetén cégünk számítógépes tervezői rendszerekkel és a hőltáras, időigényes laboratóriumi vizsgálatokat helyettesítő vizsgálati módszerrel működő szoftver alkalmazásával kíván megfelelni.

## 3. Geometriai követelmények

A vizsgálatok végrehajtásához a szerelvények 3D-s modelljére van szükség, melyet Autodesk Inventor Series 10-es verzióban (a szoftvercsomag része a Mechanical Desktop 2006) készítettük el.

Az áramlási vizsgálat szempontjából lényeges geometriai (melyek módosításra feltétlenül szükség van):

- a hű folyadéktere,
- a záró-, záró- vagy szabályozó elemek,
- folyadékterhez vezető 25xDN hosszúságú és a 10xDN hosszúságú elvezető csőszakaszok.



Ferdeállású szennyvízszűrő áttörtyűsből



Átmeneti szelep acélföntényből  
líneáris szabályozó káppal



Returnvent visszatapszó szelep sarállóműből



Manuálisan gömbcsap



Átmeneti szelep acélföntényből  
exponenciális szabályozó káppal



Angyanyomással elzáró szelep szénaccélból

#### 4. Az alkalmazott analízis

Az eddig lefolytatott áramlási analíziseket a CFDesign V8 nevű végelem módszerrel működő szoftverrel végeztük. A CFDesign alkalmas a termékkifejtés során az áramlási és hőtan témakörben leggyakrabban felmerülő kérdések megoldására. Ide tartozik a hőlé és belső lamináris és turbulens áramlási vizsgálat, hővezetés, hővezetés, sugárzás hővitel, megő alkotrészek keltette áramlási analízis. Eddigi vizsgálatok a turbulens áramlási területre szorítkoztak.

A számítógépes simuláció az áramlási ellenállási tényező  $\zeta = \frac{2 \times \Delta p_v}{\rho \times u^2}$  meghatározására irányul, melynek ismeretében számítható a  $k$  tényező:

$$k_v = \frac{4 \times d^2}{\sqrt{\zeta}} \quad (m^2/h) \quad d = a \text{ cső átmérője (cm)}$$

Esetünkben az analízisek futtatását megelőző lépések az alábbiak:

##### a.) Peremfeltételek megadása:

- belülről keresztmetszet kiválasztása, 2 bar abszolút nyomás megadása
- kívülről keresztmetszet kiválasztása, 1 bar abszolút nyomás megadása

##### b.) Elemméretek megadása:

A végelem analízis során az egyik legfontosabb paraméter a megfelelő elemméretek megválasztása. Az elemméret csökkentése - azaz az elemzés növelése - nagyobb növeli a számítási időt, tehát csak a feladat szempontjából lényeges térfogatos elemek méretét kell nagyon finomra választani.

##### c.) Anyagtulajdonságok megadása:

Az egyes térfogatra megfelelő anyagjellemzőket kell alkalmazni. A CFDesign adatbázisa tartalmaz néhány választható anyagot, azok tulajdonságait, mely adatbázis természetesen bővíthető, az analízishez igazítható tartalommal (pl.: felületi érdességek, szűrő alkotrészek esetén a szabad áramlási keresztmetszet megadása).

##### d.) Analízis beállítások:

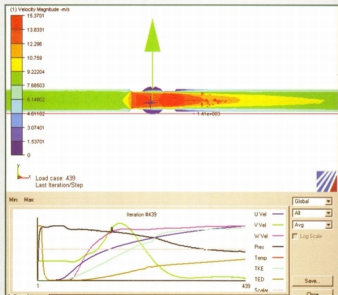
Az analízisek során feltételezzük, hogy a lejátszódó folyamatok időben állandóak és az áramló közeg árszenyomhatatlan. A szoftver jelenlegi verziójában az áramlást határoló falak felületi érdesség egysége (pl.: 0,01 mm) a beállított értékek megfelelően.

A vizsgálatoknál használtuk a szoftver automatikus háló finomító eljárásait (3 réteg és 0,45-ös felületeség tényező), mely a falak mentén egészen vékony háló rétegeket generál.

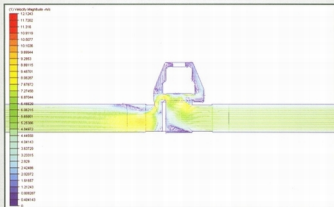
Az analízis futtatásához meg kell adnunk a szoftver által vizsgálandó iterációk számát. Konvergencia megoldást eredményező analízis futtása a cél, mely akkor valósul meg, ha a számított komponensek (u, v, w irányú sebességek, nyomás, turbulencia) változása az utolsó 20 iteráció alatt nem haladja meg az 5 %-ot.

#### 5. Eredmények

Az analízis eredményeinek értékeléséhez lehetőség van a különböző áramlási síkban készült keresztmetszetekben rögzített áramlási képek (esetleg dinamikus, mozgó képek) készítésére.



Az MSG.3.247. DN 50 PN 40 méretű Monthalu gömbesap 439 iterációs lépést követően kialakult áramlási képe



Az M.I.385/2, DN 65 PN 100 méretű nagynyomású elzáró szelepleben uralkodó áramlási viszonyok

Az áramlási analízis eredményeit (áramlási sebesség értékeit) a folyadékár kezdete és vége után általában 2-3x DN távolságra olvassuk le a keresztmetszely vonalában.

Amennyiben az állatrészek geometriája jelentősen megváltoztatja az áramlást, előfordulhat, hogy csak az elcseszt cső vége előtt csillapodik le, és lesz ismét egyenlő a két sebesség értéke.

## 6. Szerelvények kiválasztása, ellenőrzése az áramlási tényezők ismeretében

### 1. sz. példa

Milyen méretű szerelvény alkalmas az áramló közeg elszállítására az alábbi üzemi körülmények esetén?

**Üzemelési adatok:**

Az áramló közeg: fűtőolaj;  $t=20\text{ °C}$

$$\rho_{20} = 976 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Az áramló fűtőolaj térfogatárama:

$$q_v = 62 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

A fűtőolaj nyomása a szerelvény primer oldalán:

$$p_1 = 15,2 \text{ (bar)}$$

A fűtőolaj minimális nyomása a szekunder oldalton:

$$p_2 = 14,9 \text{ (bar)}$$

### SZÁMÍTÁSOK:

A megengedett nyomásvesztéseség:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 0,3 \text{ (bar)}$$

$$\rho_1 = 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ a víz sűrűsége } 15\text{ °C-on}$$

A szerelvény számított  $k_v$  tényezője:

$$k_v = q_v \times \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p_v \times \rho_0}} = 111,5 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

A számított érték alapján választunk névleges méretet az MSG katalógusból. Ha a számított érték nem egyezik a katalógusban szereplő értékkel (általában nem), akkor a legközelebbi nagyobb értéknek megfelelő névleges méretet választjuk:

PL: Az MSG. I.14. Katalógustap szerint DN 65 esetén  $k_{v,65} = 51$ , DN 80 esetén  $k_{v,80} = 122$ . Ezért a DN 80 méretű szerelvény a megfelelő.

### 2. sz. példa

Mennyi lesz az áramló közeg térfogatárama a csővezetékben az MSG. I.12. DN 50 PN 16 méretű szerelvény alkalmazása esetén az adott üzemi viszonyokra?

A szerelvény áramlási tényezője:  $k_v = 42 \text{ (m}^3\text{/h)}$

**Üzemelési adatok:**

Az áramló közeg: hűtővíz;  $t=25\text{ °C}$

A hűtővíz sűrűsége:  $\rho = \rho_0 = 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

A hűtővíz nyomása a szerelvény primer oldalán:

$$p_1 = 1,5 \text{ (bar)}$$

A hűtővíz nyomása a szekunder oldalton:

$$p_2 = 1,2 \text{ (bar)}$$

### SZÁMÍTÁSOK:

A nyomásvesztéseség:  $\Delta p = p_1 - p_2 = 0,6 \text{ (bar)}$

A csővezetékben kialakuló térfogatáram számítása az adott szerelvény alkalmazása esetén:

$$q_v = k_v \times \sqrt{\frac{\Delta p_v \times \rho_0}{\rho}} = 32,53 \text{ (m}^3\text{/h)}$$