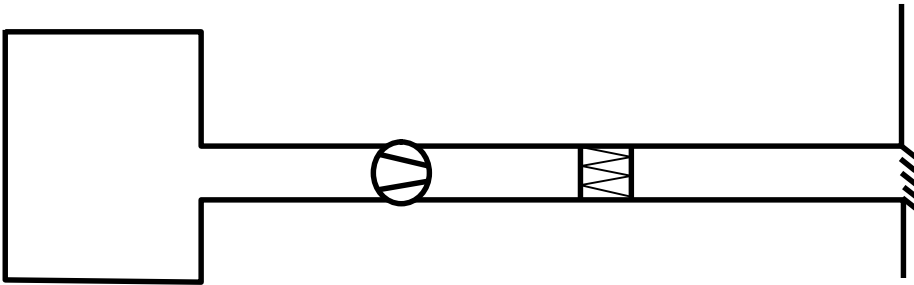


ALKALMAZOTT ÁRAMLÁSTAN ÉS AKUSZTIKA / LÉGTECHNIKA ZÁRTHELYI
BMEGEÁTNG03
2019 / 2020. tanév 2. félév
2020. április 6.
Kidolgozási idő: 90 perc

Technológiai térből $28\,800\text{ m}^3/\text{h}$ térfogatáramú, szobahőmérsékletű, portartalmú levegőt kell kivonnunk. A technológiai térben – annak elkerülésére, hogy a portartalmú levegő a technológiai tér környezetébe kijuthasson – 20 Pa külső légköri nyomáshoz képesti depressziót kell fenntartanunk. A kivont levegő portartalmát szűrővel a környezetvédelmi küszöbérték alá kell csökkentenünk, majd motoros zsaluzaton keresztül kell kiengednünk a környezetbe, a technológiai tértől 50 m távolságra lévő kifűvönnyíláson.



- 1) Végezzen közelítő előszámítást a Cordier-diagram felhasználásával a feladatot kedvező körülmények mellett ellátó ventilátorra vonatkozóan! A nyomásvesztések közelítő számításához hivatkozzon szakirodalmi adatokra. Ha számításai során közelítő feltevésekkel él, azokat írásban rögzítse, és indokolja!
Kedvező körülmények:
 - 1a) Mérsékelt gépméret és mérsékelt csatlakozó légvezeték-keresztmetszet, amelyben az átlagos légsebesség lehetőség szerint ne haladja meg a 10 m/s értéket, az áramlási veszteség mérséklése érdekében.
 - 1b) Aszinkron villamos motorral történő közvetlen hajtás.
 - 1c) Lehetőség szerint egyszerű konstrukció.
 - 1d) Lehetőség szerint kedvező hatásfok.
 - 1e) Lehetőség szerint mérsékelt kerületi sebesség, a zajkibocsátás mérséklésére.
- 2) A katalógusból való ventilátor-választás támogatása érdekében végezzen közelítő számítást a ventilátor lapátgeometriájára vonatkozóan, ha az releváns!
- 3) Előszámításai alapján tájékozódva a megadott katalógus-segédletből válasszon ventilátort a feladat megoldására! Vizsgálja meg a feladatot kiszolgálni képes összes lehetséges megoldásváltozatot! Több választási változat esetén táblázatosan foglalja össze az egyes változatok jellemzőit, a következő szempontok szerint:
 - 3a) Típus
 - 3b) Átmérő
 - 3c) Fordulatszám
 - 3d) Lapátszög (ha releváns)
 - 3e) Kibocsátott hangteljesítmény
 - 3f) Hatásfok (ha releváns)
 - 3g) Tartalék a katalógusban megadott jelleggörbe legfelső pontjához (leválás-közeli állapot) képest

MEGOLDÁS:

$$q_{Vn} = 28\,800 \text{ m}^3 / \text{h} = 8 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

- Legyen a mérsékelt helyigény, de nem túl nagy veszteségek érdekében a katalógus szerint még elfogadott 10 m/s légsebesség a csatornában. Ezzel a csatorna-átmérő $D = 1$ m-re adódik.
- A szűrő nyomásvesztése diagramból: 120 Pa
- A zsaluzat nyomásvesztése diagramból: 90 Pa
- Kilépési veszteség: 60 Pa
- Csősúrlódási veszteséghez csőfal érdessége (acél, kissé rozsdás): 0.2 mm, $D/k = 5000$
- Reynolds-szám a vezetékben: (kinematikai viszkozitás: $15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$): 667 000
- Moody-diagramból lambda csősúrlódási tényező: 0.015
- Cső nyomásvesztése: 45 Pa
- Megkövetelt össznyomás-növekedés: $20 + 120 + 90 + 45 + 60 = 335 \text{ Pa}$

1/ **Kiindulás:** első közelítés Cordier-diagram alapján:

- $v_{von} = \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_{\delta}} = 23.6 \text{ m/s}$
- $D_{von} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{q_V}{v_{von}}} = 0.657 \text{ m}$
- $n_{von} = \frac{v_{von}}{D_{von} \pi} = 12.3 \text{ 1/s} = 686 \text{ 1/min}$

Javaslat:

- AXIÁLGEP: $\delta = 1.5$ (középtérték), $\sigma = 1.38$ (képletből)
- RADIÁLGEP – hátrahajló lapátozású: $\delta = 3$ (középtérték), $\sigma = 0.33$ (képletből)
- RADIÁLGEP – előrehajló lapátozású: $\delta = 1.8$, $\sigma = 0.4$

$$\sigma \delta = \frac{1}{\sqrt{\Psi_{\delta}}} \quad \delta = \frac{\sqrt[4]{\Psi_{\delta}}}{\sqrt{\Phi}}$$

$$\frac{D}{D_{von}} = \frac{\sqrt[4]{\Psi_{\delta}}}{\sqrt{\Phi}} = \delta \quad \frac{n}{n_{von}} = \frac{\omega}{\omega_{von}} = \frac{\sqrt{\Phi}}{\sqrt[4]{\Psi_{\delta}^3}} = \sigma$$

	AXIÁLIS	RADIÁLIS (HH)	RADIÁLIS (EH)
Φ	0.21	0.11	0.43
Ψ_{δ}	0.23	1	1.93
n [1/min]	947	226	274
D [m]	0.986	1.971	1.183

Kiértékeléssel: 7 p

Jól látszik, hogy a feladatot **axiálventilátorral** célszerű megoldani: a radiálgépek fordulatszámja túl alacsony ahhoz, hogy pl. aszinkron motorral költségkímélő közvetlen hajtást lehessen megvalósítani, továbbá a HH radiális gép jellemző mérete célszerűtlenül nagy.

2. Finomítás:

- **terelő nélküli ventilátorral** megoldható. Ennek örülünk, a mérsékelt helyigény és költségek miatt.

KORÁBBRÓL:

Megnevezés	Fali	Terelő nélküli	Utóterelős	Előterelős	Ellenforgó
Mennyiségi szám Φ	0.1 – 0.3	0.2 – 0.35	0.4 – 0.6	0.4 – 0.6	0.4 – 0.6
Össznyomásszám Ψ_{δ}	0.1 – 0.15	0.2 – 0.3	0.3 – 0.4	0.35 – 0.4	0.6 – 0.9
Hidraulikai hatásfok η_{max}	0.4	0.7	0.8 – 0.85	0.8	0.8
Átmérőviszony D_B / D_k	0.3 – 0.4	0.4 – 0.5	0.5 – 0.7	0.5 – 0.7	0.5 – 0.7
Lapátszám N	2 - 6	2 - 12	6 - 16	6 - 16	6 - 16

Az adatok finomítása érdekében vegyük a Φ és Ψ_{δ} tartományok körülbelüli középértékét:

- $\Phi = 0.3$
- $\Psi_{\delta} = 0.25$

Továbbá

$$\eta_{\max} = 0.7$$

agyviszony: $\nu = d/D = 0.5$ felvesszük.

A kerületi sebesség:

$$\bullet \quad u_k = \sqrt{\frac{\Delta p_{\delta}}{\frac{\rho}{2} \Psi_{\delta}}} = 47.3 \text{ m/s} \quad \text{zaj szempontjából is OK.}$$

A gyűrűkeresztmetszet:

$$\bullet \quad A_{gy} = \frac{q_V}{u_k \Phi} = 0.564 \text{ m}^2$$

A járókerék átmérője:

$$\bullet \quad D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{A_{gy}}{1-\nu^2}} = 0.978 \text{ m}$$

Ilyen külső átmérőjű ventilátort nem fogunk találni kereskedelmi forgalomban (nem illeszkedik a Rénard-sorhoz),

- **azonban $D = 1 \text{ m}$ méretűt igen.**

A fordulatszám:

$$\bullet \quad n = \frac{u_k}{D\pi} = 16.5 \text{ 1/s} = 903 \text{ 1/min}$$

Ilyen fordulatszámú aszinkron motort nem alkalmaznak kereskedelmi forgalomban,

- **azonban $n = 960 \text{ 1/min}$ fordulatszámút ebben a teljesítmény-tartományban igen.**

Ezekkel a módosított adatokkal kiszámolva a módosított mennyiségi és össznyomásszám-értékeket ($u_k' = 50.3 \text{ m/s}$) az üzemi kívánalmak megtartásával, azokra

- $\Phi' = 0.27$
- $\Psi_{\delta}' = 0.22$
- adódik, amely még belefér a terelő nélküli ventilátorok tartományába.

3. A lapát közelítő jellemzői középsugáron $r_m = 0.375 \text{ m}$:

$$\bullet \quad \Delta p_{oid} = \frac{\Delta p_{\delta}}{\eta_h} = 479 \text{ Pa} = \rho r_m 2\pi m \Delta c_u \Rightarrow \Delta c_u = 10.6 \text{ m/s}$$

$$\bullet \quad c_a = \frac{q_V}{A_{gy}'} = 13.6 \text{ m/s}$$

$$\bullet \quad w_{\infty}^2 = c_a^2 + \left(u - \frac{\Delta c_u}{2}\right)^2 \quad w_{\infty} = 35.1 \text{ m/s}$$

$$\bullet \quad \beta_{\infty} = \arctan \frac{c_a}{u - \frac{\Delta c_u}{2}} \Rightarrow \beta_{\infty} = 23^{\circ}$$

$$\bullet \quad \frac{\ell}{t} c_f = \frac{2 \Delta c_u}{w_{\infty}} = 0.6$$

- Közelítésként egy ismert profil adataiból indulunk ki. Pl. a RAF 6E szárnymetszetnek a legnagyobb siklószáma kb. 80, és ennél a felhajtóerő-tényező $c_f = 1$, a megfűvási szög $\alpha = 6^{\circ}$.

- Ennél $\frac{\ell}{t} \approx 0.6$, ami megengedi az egyedülálló lapát-közelítést.

Tekintve a számítás közelítő jellegét, kb. $\gamma = \beta_{\infty} + \alpha \approx 30^{\circ}$ lapátbeállítási szögre számíthatunk.

Tehát irányelvként olyan

Közvetlen hajtású

Terelő nélküli

$$D \approx 1 \text{ m}$$

$$n \approx 960 \text{ 1/min}$$

$$\gamma \approx 30^\circ$$

ventilátorra számíthatunk, amelynek középsugarán

$$\frac{\ell}{t} \approx 0.6$$

KATALÓGUSOK: statikus nyomásnövekedési értékeket közölnek, tehát $335 - 60 =$

- $\Delta p_{st} = 275 \text{ Pa}$

Tartalékkal választjuk, a szűrő eltömődését is figyelembe véve.

Sorsz.	Típus	Átmérő	Fordulatszám	Lapátszög	Zajszint	Hatásfok	Egyéb
1	HELIOS AVD	1000 mm	1450 1/min	15°	98 dB(a)	(lapátszög a tartomány alsó szélén)	150 Pa tartalék
2	BENZING LC	1000 mm	960 1/min	25°	99 dB(A)	73 %	0 tartalék
3	BENZING LC	1000 mm	1440 1/min	12°	100 dB(A)	60 %	0 tartalék
4	HELIOS B AVD	1000 mm	1450 1/min	10°	101 dB(A)	(lapátszög a tartomány alsó szélén)	150 Pa tartalék
5	HELIOS RADAX VAR	1000 mm	725 1/min	-	94 dB(A)	-	120 Pa tartalék

+ **Értékelés: 8 p**

Minden • 1 pontot ér: 35 p

+ 7 + 8 p = 50 p