



BUDAPESTI
ÉS PEST MEGYEI
MÉRNÖKI KAMARA

Pressair
SŰRÍTETT LEVEGŐ TECHNIKA

Kautny Kolos

Sűrítettlevegős Rendszerek

Méretezési irányelvek



Munkavégzés sűrítettlevegővel

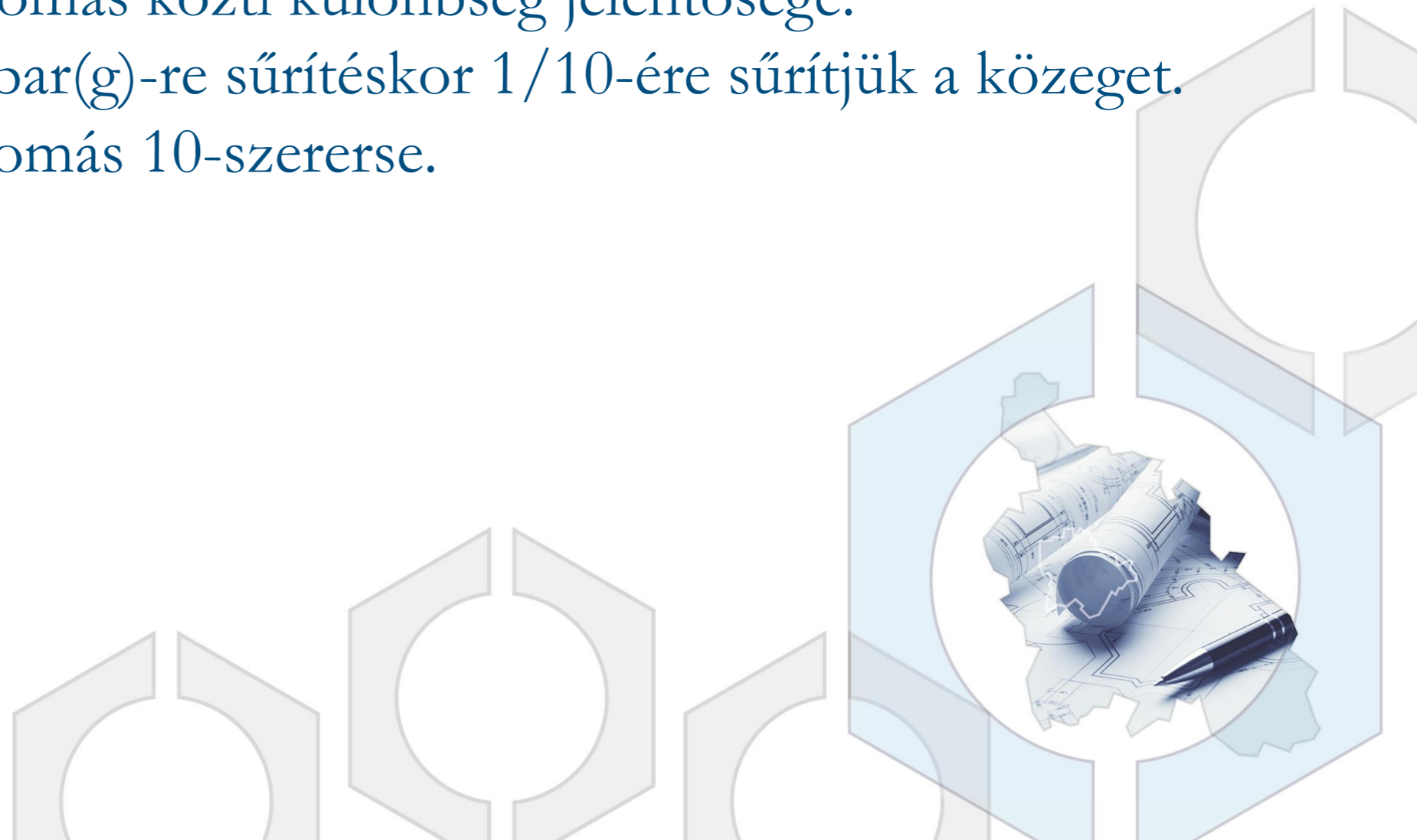
A levegő sűrítésébe bevitt teljesítményt a térfogatáram és a nyomásnövekmény szorzataként kapjuk meg.

Ez a teljesítmény vehető ki belőle a felhasználási helyen.

Az abszolút és túlynomás közti különbség jelentősége:

Atmoszférikusról 9 bar(g)-re sűrítéskor 1/10-ére sűrítjük a közeget.

9 bar(g) a légköri nyomás 10-szerese.



Légszállítás szabványai

1. FAD (Free Air Delivery)

Kompresszorok és légkezelő berendezések légszállítását szokták vele jellemezni.

Referencia körülmények:

- légköri nyomás tengerszinten: 101325 Pa (1 atm)
- hőmérséklet: 20°C (292.15 K)
- relatív páratartalom: 0%.



Légszállítás szabványai

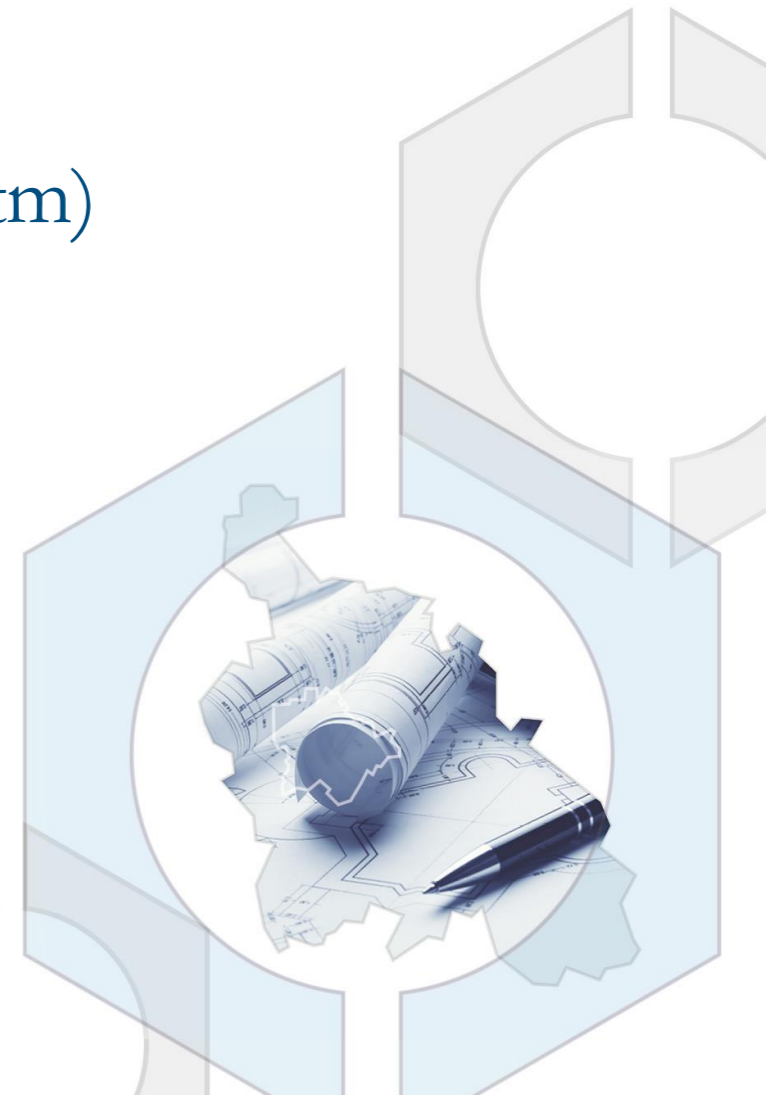
2. Nm³/min (Normál m³/min)

Sűrített levegő fogyasztók és gázgenerátorok légszállítását szokták vele jellemezni

Referencia körülmények:

- légköri nyomás tengerszinten: 101325 Pa (1 atm)
- hőmérséklet: 0°C (272.15 K)
- relatív páratartalom: 0%.

A fentiekén kívül: SCFM, ANR



Légszállítás szabványai

Nyomás és hőmérséklet fix \rightarrow térfogat fix

Tehát ez tömegáram

Egyesített gáztörvény szerint:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$p_1 = p_2$ tehát az átváltás csak a $\frac{T_1}{T_2}$ hőmérséklet viszonytól függ.

$$\frac{292.15 \text{ K}}{272.15 \text{ K}} = 1.0735$$

Ugyan az a tömegáram FAD-ban 7%-al magasabb érték mint Nm^3/min -ben. Kompresszor kiválasztásnál figyelni kell rá



Levegő minőség

Levegő szennyezői

- Szilárdszennyeződések $5 - 50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$
- Olaj, szénhidrogének. Légtérben $0.3 - 40 \text{ mg}/\text{Nm}^3$

Levegő nedvesség tartalma

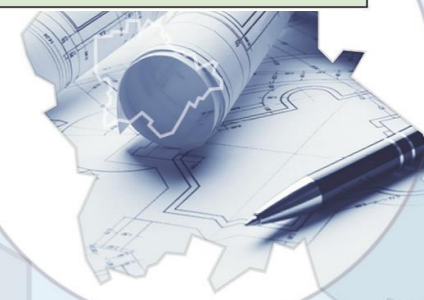
- $5 - 25 \text{ g}/\text{m}^3$ (0°C 100%, 35°C 60%)
Sűrítve 9 bar-ra $50 - 250 \text{ g}/\text{m}^3$, ebből kondenzálódik
 $45 - 245 \text{ g}/\text{m}^3$, vagy $4.5 - 24.5 \text{ g}/\text{m}^3$ légköri nyomáson.

100kW-so kompresszor esetében, $15 \text{ m}^3/\text{min}$ légszállítás mellett:
4 - 22 L/h szennyezett kondenzátum keletkezik, melynek
megtisztításáról és elvezetéséről gondoskodni kell.



ISO 8573-1

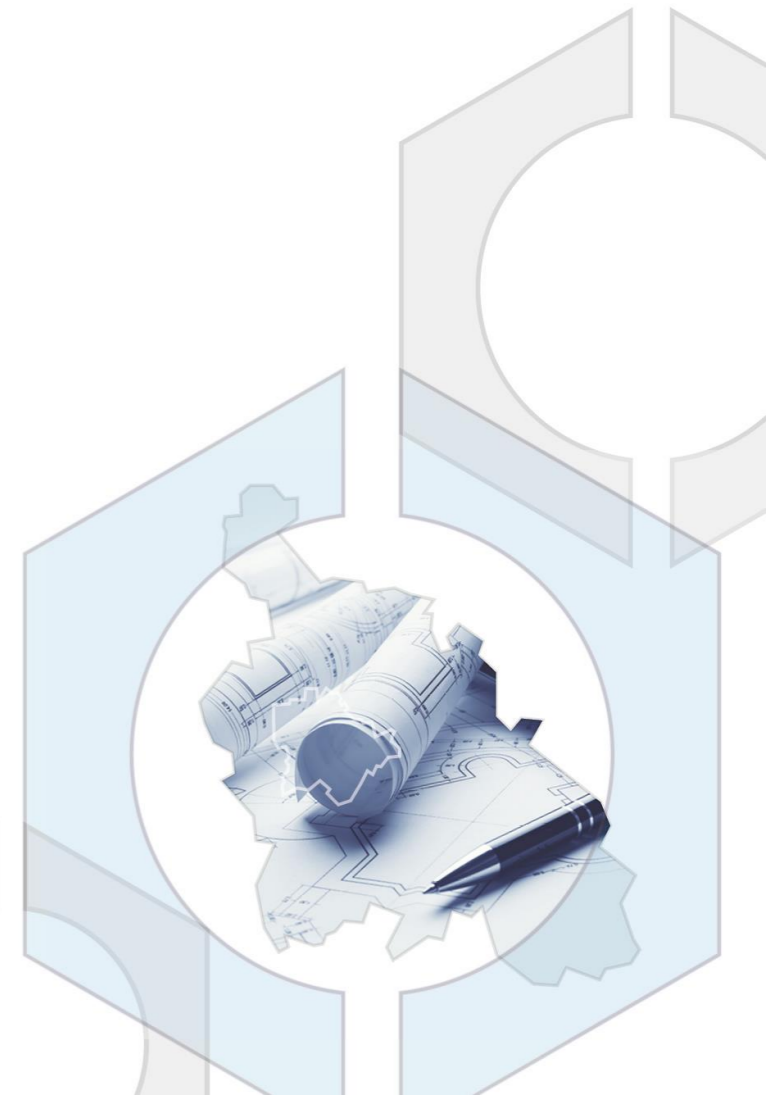
Minőségi osztály	Részecske				Nedvesség		Olajtartalom
	$\leq 0,1 \mu\text{m}$	$0,1 \mu\text{m} < d \leq 0,5 \mu\text{m}$	$0,5 \mu\text{m} < d \leq 1,0 \mu\text{m}$	$1,0 \mu\text{m} < d \leq 5,0 \mu\text{m}$	Nyomás alatti harmatpont [°C]	Abszolút nedvességtartalom [g / Nm ³]	(Aeroszol és gőz) [mg / Nm ³]
	max. részecskeszám / Nm ³ [μm]						
0	Egyedi specifikáció, ami erősebb követelményeket támaszt, mint az 1. osztály						
1	n. a.	$\leq 20\,000$	≤ 400	≤ 10	≤ -70	$\leq 0,003$	$\leq 0,01$
2	n. a.	$\leq 100\,000$	$\leq 6\,000$	≤ 100	≤ -40	$\leq 0,11$	$\leq 0,1$
3	n. a.	n. a.	$\leq 90\,000$	$\leq 1\,000$	≤ -20	$\leq 0,88$	≤ 1
4	n. a.	n. a.	n. a.	$\leq 10\,000$	$\leq +3$	≤ 6	≤ 5
5	n. a.	n. a.	n. a.	$\leq 100\,000$	$\leq +7$	$\leq 7,8$	> 5
6	$C_p: 0 \text{ mg / Nm}^3 < C_p \leq 5 \text{ mg / Nm}^3$				$\leq +10$	$\leq 9,4$	-
7	$C_p: 5 \text{ mg / Nm}^3 < C_p \leq 10 \text{ mg / Nm}^3$				$C_w \leq 0,5 \text{ g / Nm}^3$		-
8	-				$0,5 \text{ g / Nm}^3 < C_w \leq 5 \text{ g / Nm}^3$		-
9	-				$5 \text{ g / Nm}^3 < C_w \leq 10 \text{ g / Nm}^3$		-
x	$C_p: C_p > 10 \text{ mg / Nm}^3$				$C_w > 10 \text{ g / Nm}^3$		> 5
	maximális részecskeszám / Nm ³ ISO 8573-4 alapján				maximális nyomás alatti harmatponti hőmérséklet ISO 8573-3 alapján		maximális olajtartalom ISO 8573-2 és-5 alapján
Referencia körülmények Hőmérséklet: 20 °C / Nyomás: 1 bar (absz.) / H ₂ O nyomás: 0 bar ISO 8573-10:2010 / 4. rész C_p = tömegkoncentráció; C_w = Folyadék halmazállapotú víz koncentráció; n.a. = nincs meghatározva							



Adatszolgáltatás

Hálózat tervezéséhez

- Csúcsfogyasztások (egyidejűség, átlagok)
- Nyomásigény (legmagasabb)
- Levegő minőség igény (ISO 8573-1)
- Fogyasztási pontok elhelyezkedése
- Egyebek: építész alaprajzok, metszetek, társszakágak tervei.



Puffer szükséglet számítása

- Sűrített levegős rendszerek dinamikus változásainak lekezelésére puffer tartályt kell beépíteni.
- Frenkvenciaváltós kompresszor nem váltja ki a puffertartályt.
- Minél nagyobb, annál jobb.
- 11 bar-os tartály 900 L-ig nem engedélyköteles (213/2019. (VIII.27.) Kom. Rendelet)
- A puffertartály csak nagy kapcsolási hiszterézis mellett képes pufferként viselkedni, viszont minden esetben alkalmas a hálózati nyomásegyenetlenségeinek kiküszöbölésére.
- **TEHÁT:** érdemes puffereket elhelyezni szakaszosan nagy fogyasztású gépek közelében.



Puffer szükséglet számítása

- Puffertartélynak kérhetik a vizes nyomáspróbáját, ezért a tartály tömegét vízzel feltöltve kell megadni a statikus kollegáknak.
- Anyagminőség tekintetében elérhető festett vagy horganyzott szénacél tartály és rozsdamentes acél tartály. Festett tartályt csak szárítás után érdemes elhelyezni. Festett és horganyzott tartály esetében is tészecskék válhatnak le a tartály belső felületéről, tehát a megfelelő részecskeszám biztosításához a tartály után is érdemes elhelyezni szűrőt.



Adatszolgáltatás

Berendezések kiválasztásához:

- Nyomás [barg v. bare]
- Sűrített levegő elvétel [NL/min] (átváltani FAD-ra!)
- ISO 8573-1 szerinti levegő minőség

Továbbá jó tudni:

Kompresszorház elhelyezkedése, környezeti hőmérséklet, környezet szennyezettsége, redundancia igény, elvétel dinamikája



Adatszolgáltatás

Alulméretezés:

Instabil üzem, nem megfelelő levegőminőség és mennyiség

Túlméretezés:

Energiapazarlás, gyakori meghibásodás, berendezések élettartama csökken



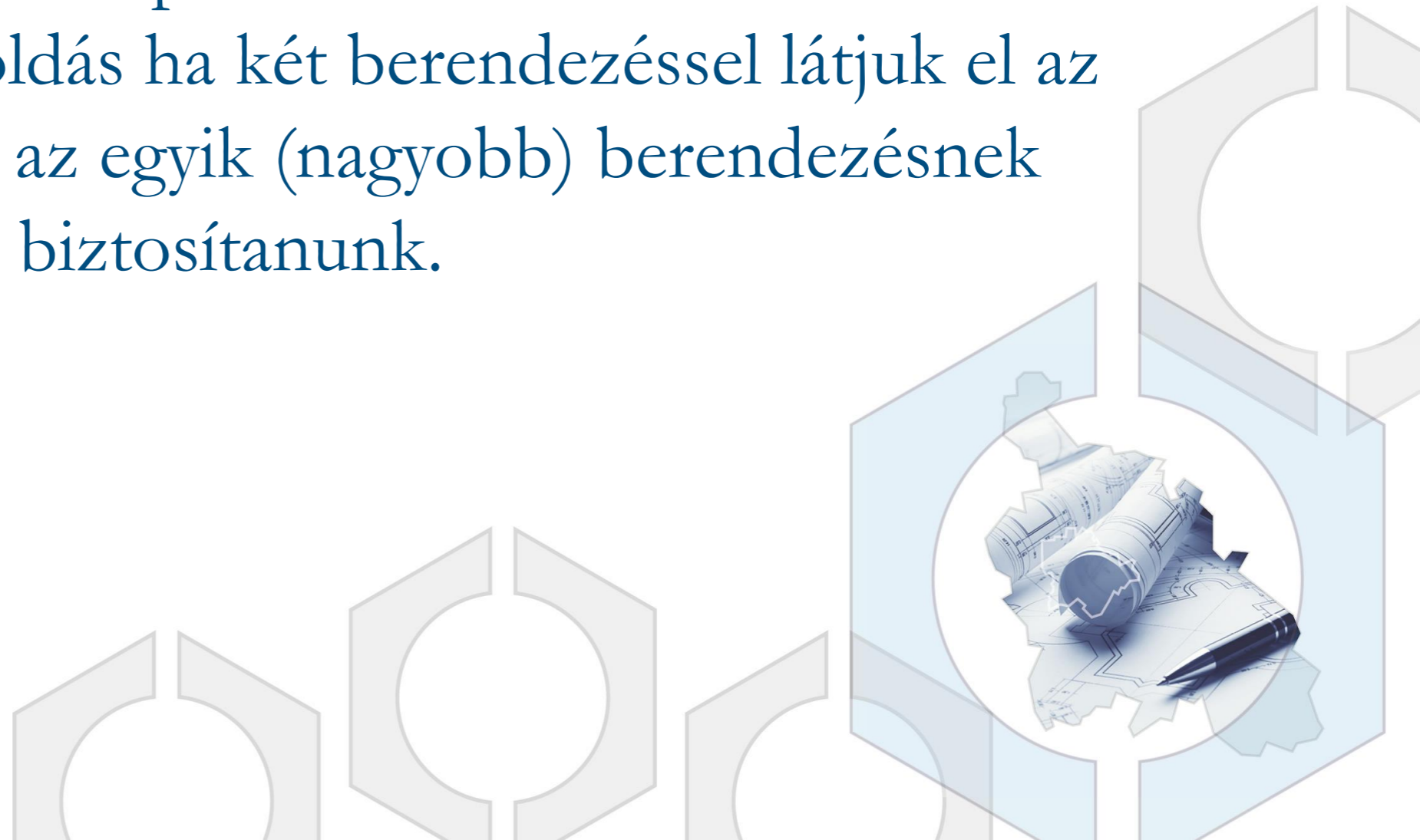
Kompresszorház összeállítása

Központi levegőkezelés						Decentralizált levegőkezelés	részecske	nedveség	olaj
1	-	-	-	-	-	-	-	7-8	-
1	2	4	3	-	-	-	2	4-6	2
1	2	4	3	-	-	3	1	4-6	2
1	2	4	3	8	2	-	2	4-6	1
1	2	4	3	8	2	3	1	4-6	1
1	3	5	2	-	-	-	2	1-2	2
1	3	5	2	-	-	9	1	1-2	1
1	3	6	2	-	-	-	2	1-2	1
1	3	7	8	2	-	-	2	1-2	1
1	3	7	8	2	-	3	1	1-2	1



Kompresszorház összeállítása

Sűrített levegő ellátás kritikus az üzem működése szempontjából ezért a redundanciát biztosítanunk kell. Ha 1 db kompresszorral kívánjuk ellátni az igényeket, még egyszer be kell építeni redundanciának. Ennél jobb megoldás ha két berendezéssel látjuk el az igényeket és csak az egyik (nagyobb) berendezésnek kell redundanciát biztosítanunk.



Kompresszorház összeállítása

A teljesítmény ketté osztása egyébként is javasolt, így lehetőség nyílik az állandó elvételre olcsó és hatékony fix fordulátú kompresszort, míg a változások kimozgására frekvenciaváltós kompresszort betervezni.

Frekvenciaváltós kompresszor $\sim 20\%$ -ig képes vissz szabályozni, de nem érdemes 40% alatt üzemeltetni mert romlik a hatásfoka,

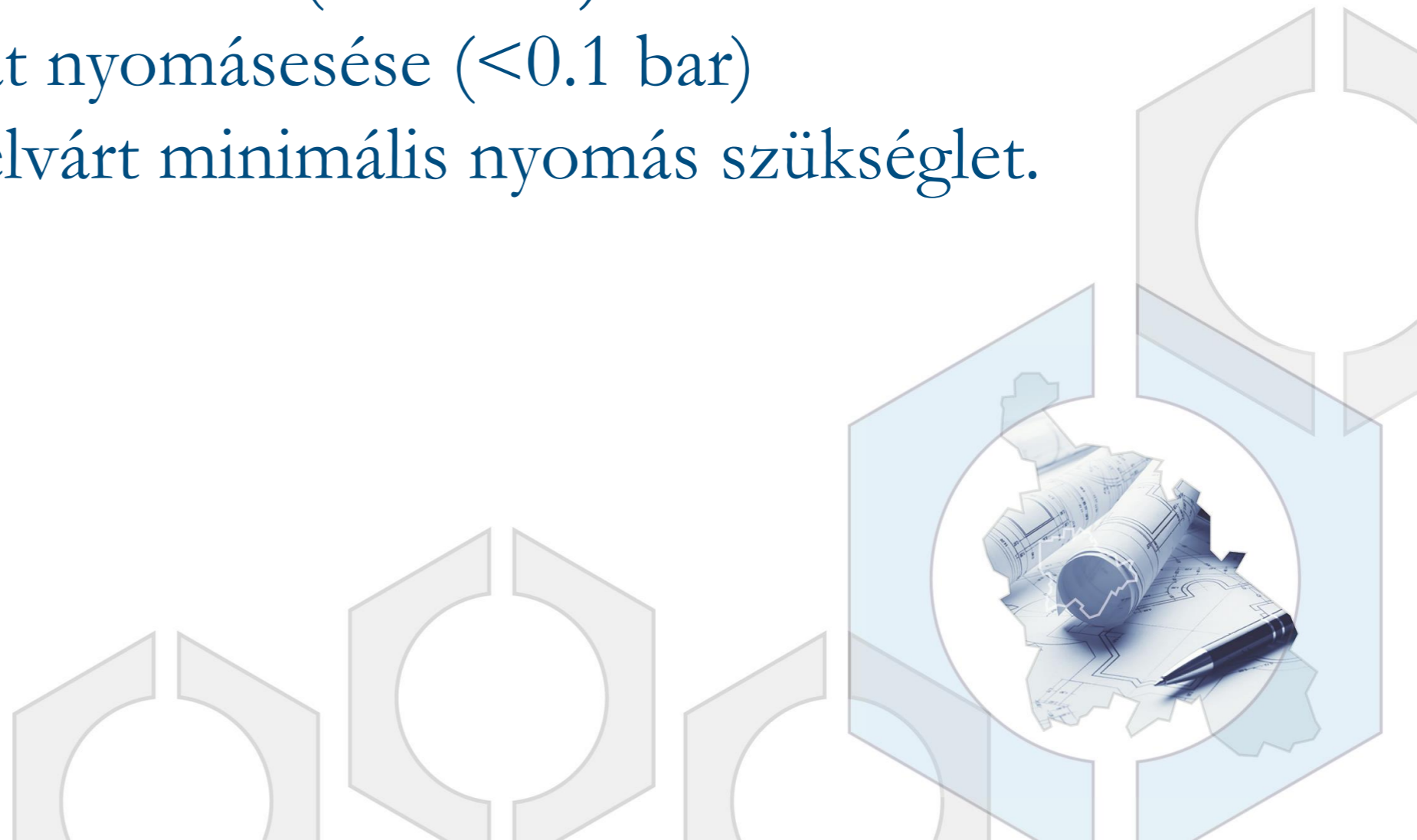
$50-50\%$ fix/frek.váltós \rightarrow control gap $50-70\%$ között
 $40-60\%$ optimális \rightarrow nincs control gap.



Kompresszorház összeállítása

A kompresszor szükséges nyomásszintjének meghatározásához szükség van:

- hiszterézis a pufferben (fix > 1 bar, ferkv. < 1 bar)
- légkezelés nyomásesése (~ 0.5 bar)
- elosztó hálózat nyomásesése (< 0.1 bar)
- a végponton elvárt minimális nyomás szükséglet.



Kompresszorház összeállítása

Ha felmerül hidegregenerációs adszorpciós szárító beépítése (vagy PSA gázgenerátor), visszafelé válasszuk ki a berendezéseket mert a levegőkezelők befolyásolhatják a sűrített levegő igényt kompresszor oldalon.

Milyen harmatpontra van szükség?

$\geq +3^{\circ}\text{C}$ - hűtveszárító

$< 3^{\circ}\text{C}$ - adszorpciós szárító

Hűtveszárító kiválasztható a gyári faktorok alkalmazásával (beszívott levegő hőmérséklet, környezeti hőmérséklet, nyomás) vagy gyári méretező program segítségével.



Kompresszorház összeállítása

Ha adszorpciós szárító szükséges melyik típust válasszuk?

Hideggenerációs: kisebb bekerülési költség, nagyobb üzemeltetési költség.

Meleggenerációs: nagyobb bekerülési költség, kisebb üzemeltetési költség.

Hybrid megoldás: hűtveszárító után hideggenerációs szárító. Alacsonyabb a bekerülési költsége mint a meleggenerációsé, jobb a hatásfok mint a hideggenerációsé.

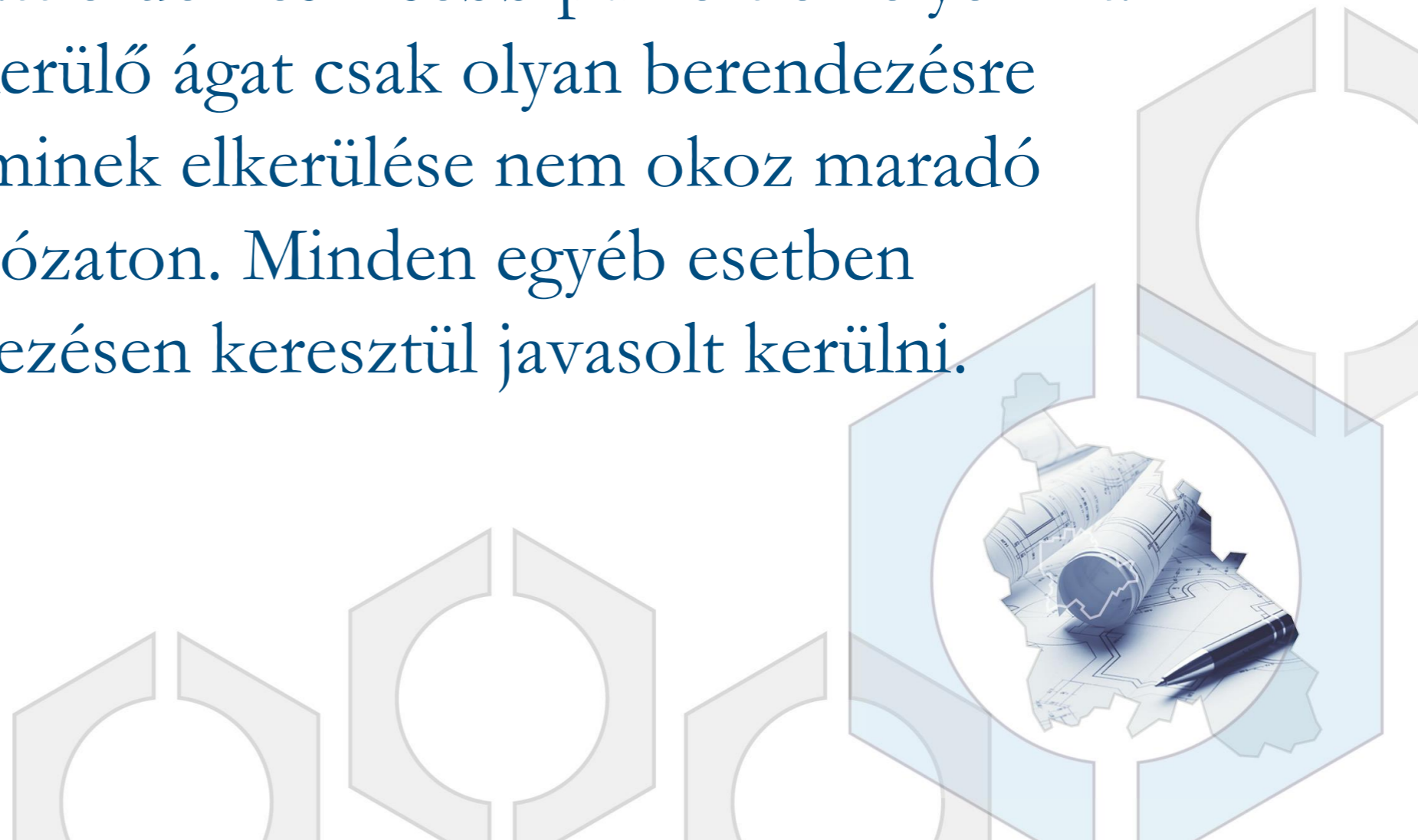
Ezen berendezések méretezése nagyon összetett, érdemes igénybe venni a gyártók által szolgáltatott méretező programokat.



Kompresszorház összeállítása

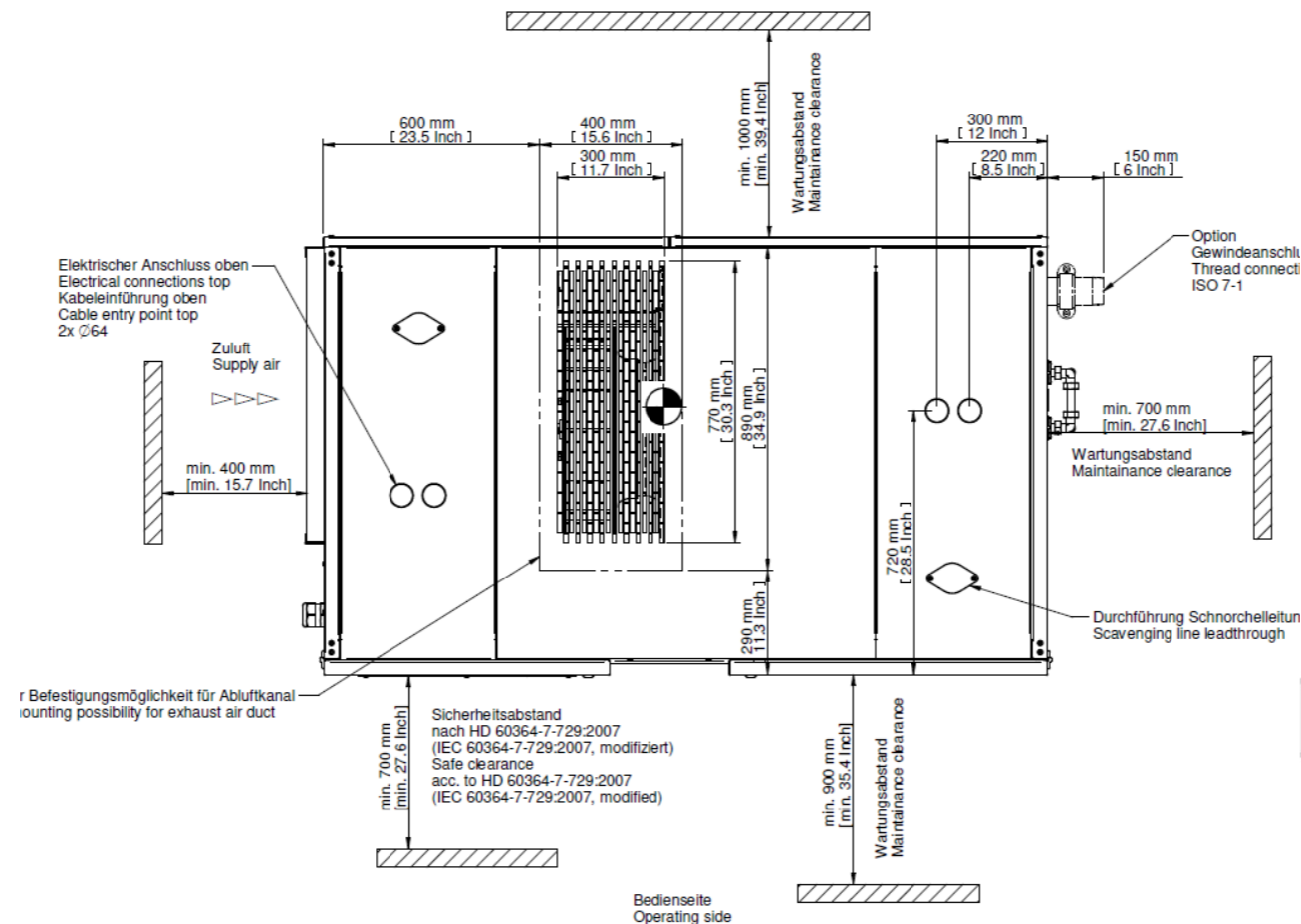
A kiválasztott szárító berendezéshez választjuk a szűrőket a korábbi dia táblázata szerint.

Ha arra esik a választás, adszorpciós szárítók ciklikus regenerációja miatt érdemes kisebb puffert elhelyezni a szárító előtt is. Kerülő ágat csak olyan berendezésre érdemes rakni, aminek elkerülése nem okoz maradószenyezést a hálózaton. Minden egyéb esetben alternatív berendezésen keresztül javasolt kerülni.



Kompresszorház összeállítás

Elhelyezésnél figyelembe kell venni a berendezések szervizelhetőségét: elektromos szekrény nyithatósága, rendszeres olaj, olajszűrő cseré, 4 - 5 évente csapágy cserék. 10 évente komplett berendezés cseréjére is sor kerülhet, tehát nem lehet a berendezés benschülött.



Kompresszorház összeállítása

Szellőzés:

Légűtéses vagy vízűtéses berendezés?

Légűtéses 100 kW-os kompresszor hűtőlevegő igénye

~15000 m³/h. Megfelelően méretezett

légcsatornával biztosítani kell. Érdeemes szigetelt

légcsatornát alkalmazni.

Túl alacsony hőmérséklet – fagyveszély, letilt a gép

5°C-nál.

Túl magas hőmérséklet – romlik a hatásfok, 40 – 45

°C között letilt a gép



Kompresszorház összeállítása

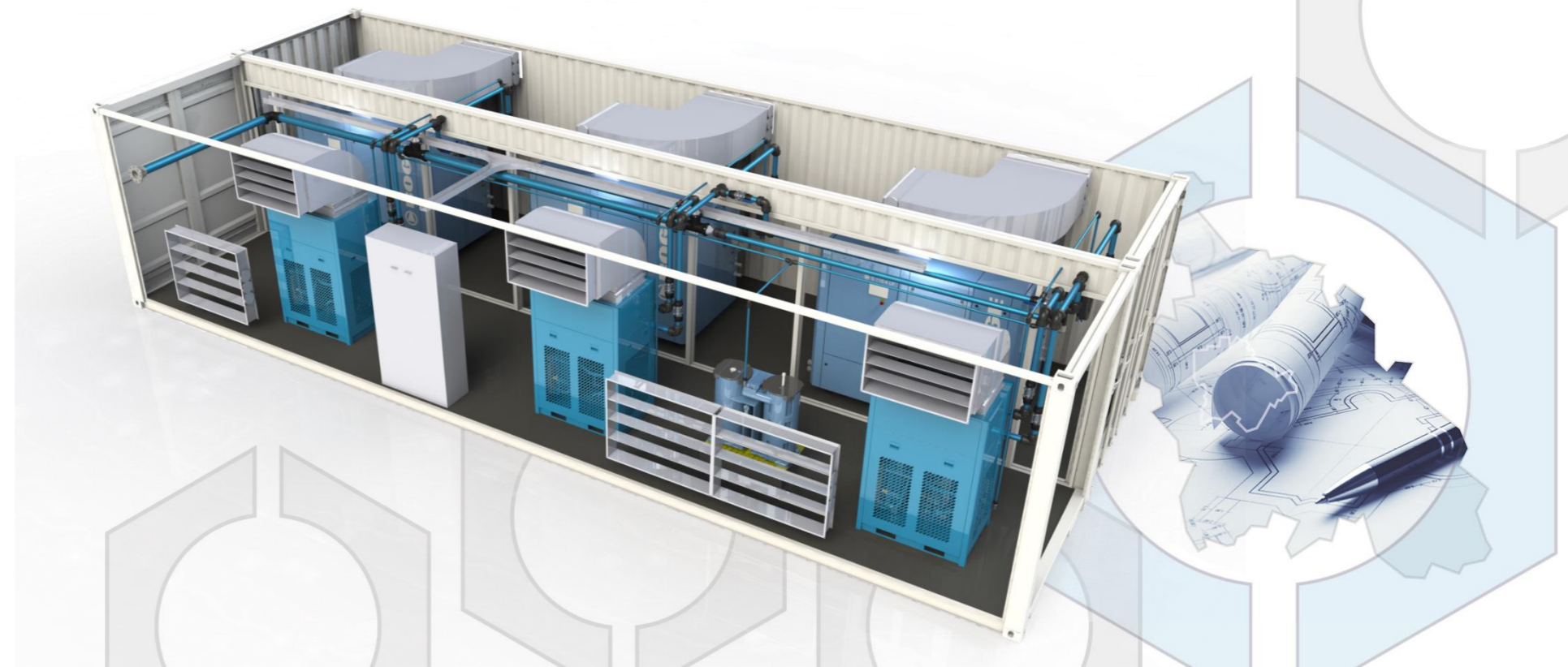
Visszakeringetést automatikus zsaluvezérléssel érdemes kiépíteni, így a hulladék hővel temperálható a kompresszorház. A felmelegített hűtőlevegő alkalmas csarnokok temperálására is, ezt szintén termosztát vezérelt csalukkal érdemes megoldani. Szívó oldalt nem szoktuk csatornázni a fagyveszély miatt.

Nyári túlmelegedés ellen egy dolgot tehetünk: a kompresszorházat észsaki, árnyékolt oldalra helyezzük, onnan szívjuk a levegőt.



Kompresszorház összeállítása

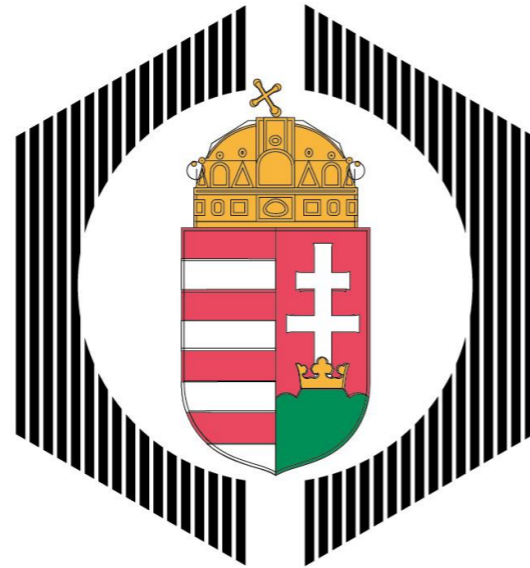
A kompresszorházban legyen csatorna csatlakozás. Ha nincs elég hely épületen belül elhelyezni a berendezéseket javasolható konténerbe telepített rendszer beszerzése. Ezek a korábban felsorolt szükséges feltételeket biztosítják a sűrített levegős berendezéseknek.



Köszönöm a figyelmet

Katuny Kolos / Press Air Kft. info@pressair.hu; www.pressair.hu





BUDAPESTI ÉS PEST MEGYEI MÉRNÖKI KAMARA

Cím: 1117 Budapest, Kaposvár utca 5-7.

Telefon: 00-36-1-455-88-60

www.bpmk.hu

