

Kutatás-fejlesztési eredmény ismertető

Ipari előleválasztó prototípus fejlesztéséről

(GINOP-2.1.7-15-2016-00335)

A prototípus fejlesztés célja

A magyar fémfeldolgozó iparban számos olyan beszállító vállalkozás működik, ahol a fő tevékenység a forgácsolás, és a forgácsoló gépekhez kapcsolva régebben telepített elszívó rendszerek vannak, de sok helyen egyáltalán nincs olajköd leválasztó berendezés, vagy rendszer. A kifejlesztett előleválasztó alkalmas a régi berendezés elé kapcsolva annak élettartamát és a leválasztás hatékonyságát növelni, vagy finomszűrővel kiegészítve önállóan is alkalmazható.

A berendezés élelmiszeripari porokra is alkalmazható. Számos technológiai folyamat (alapanyag feldolgozás, darálás, kimérés) során képződik kiporzás. Sok esetben az élelmiszeripari porok a levegő párájával érintkezve tapadóssá, ragadóssá válnak, a por leválasztása ezáltal rendkívül nehézkes, vagy költséges a szűrőcserék miatt.

A fejlesztési folyamat leírása

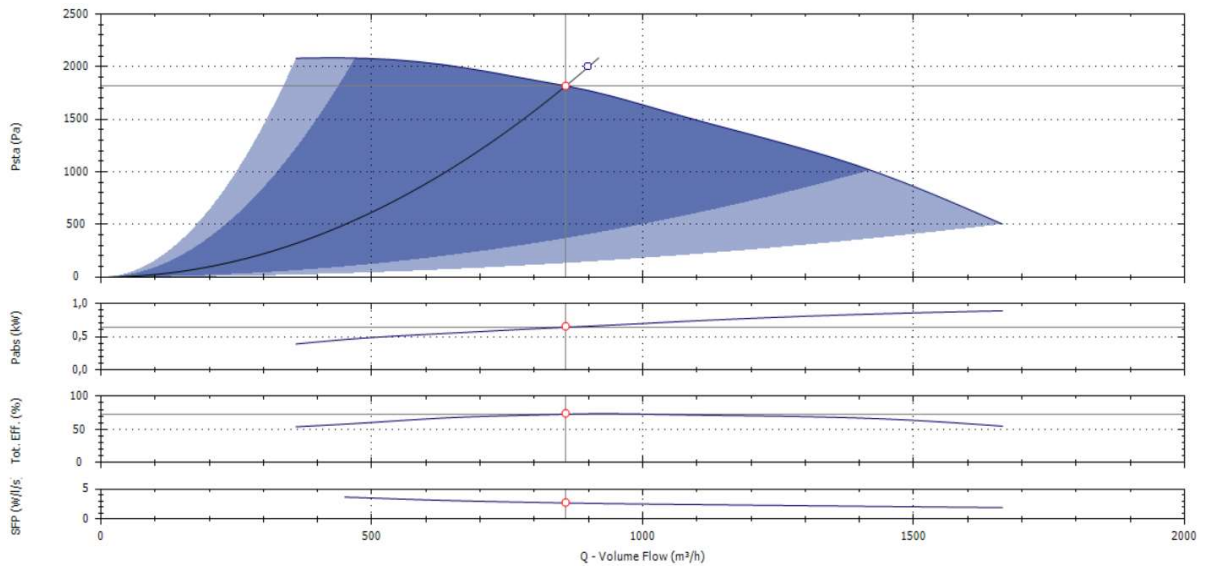
A fejlesztési munka kezdő lépése a készülék méretek nagyságrendi meghatározása, és az előleválasztó elem méreteinek meghatározása. Célul tűztük ki, hogy a két típus közül az egyik akár egy cnc gép tetejére is telepíthető kivitel legyen, a másik, nagyobb teljesítményű pedig álló kivitelű. Ezen kívül a szekrény méreteket a ventilátorok fizikai mérete is befolyásolja. Egy átlagos cnc gépből elszívandó levegő mennyisége 400-500 m³/h. A kisebb típust arra tervezzük, hogy 2 db cnc gépet tudjon ellátni, a nagyobb pedig akár 4 db-ot is. Ebből következik, hogy a kisebb egység 800-1000, a nagyobb 1600-2000 m³/h légszállítással kell, hogy rendelkezzen. A ventilátorok kiválasztásához szükséges a munkapont meghatározása, melyhez a szükséges nyomásemelést is meg kell határozni.

A berendezés becsült saját nyomásveszteségét induló állapotban 600-1000 Pa közé becsüljük.

Ehhez jön a szívó oldali hálózati nyomásveszteség, és a nyomó oldal vesztesége (esetenként a nyomó oldali, szűrt levegőt is ki kell vezetni, ezért erre is kell méretezni. Együttesen a rendszer-veszteségekre további 1000 Pa-t becsülünk, és a ventilátor kiválasztásnál ezt a nagyságrendet vesszük figyelembe.

A kiválasztott ventilátorok adatai:

1-es típushoz; Dynair PV-L 352 tip.:



PV-L 352

Selection

Product Code	7PV3511
Requested Air Volume	900 m ³ /h
Requested Pressure	2 000 Pa
Air Volume	858 m ³ /h
Static Pressure	1 818 Pa
Total Pressure	1 965 Pa
Velocity Pressure	148 Pa
Outlet Velocity	15,55 m/s
SFP	2,69 W/s
Fan Total Efficiency	73 %
Fan Static Efficiency	67,5 %
Air Properties	1,22kg/m ³ / 15°C/ 0m/ 50%
Fan Absorbed Power	0,641 kW
Temperature Range	-

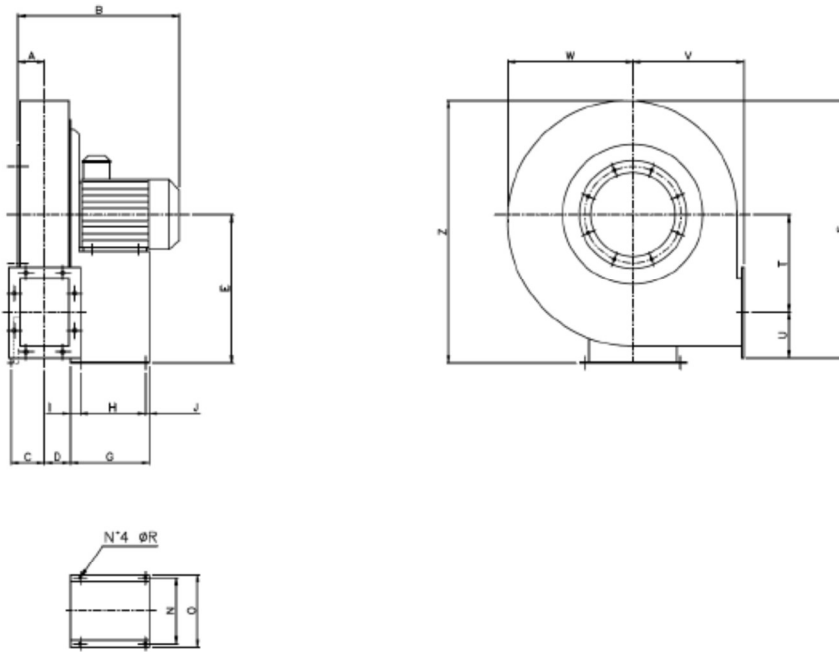
Motor Selection

Electrical Supply	400/3/50
Motor Rating	1.10 kW
Enclosure/Class	55 / F
Frame Size	D80
Poles number	2
Motor Speed	2880 rpm
Full Load Current	2.40 A

ERP Information

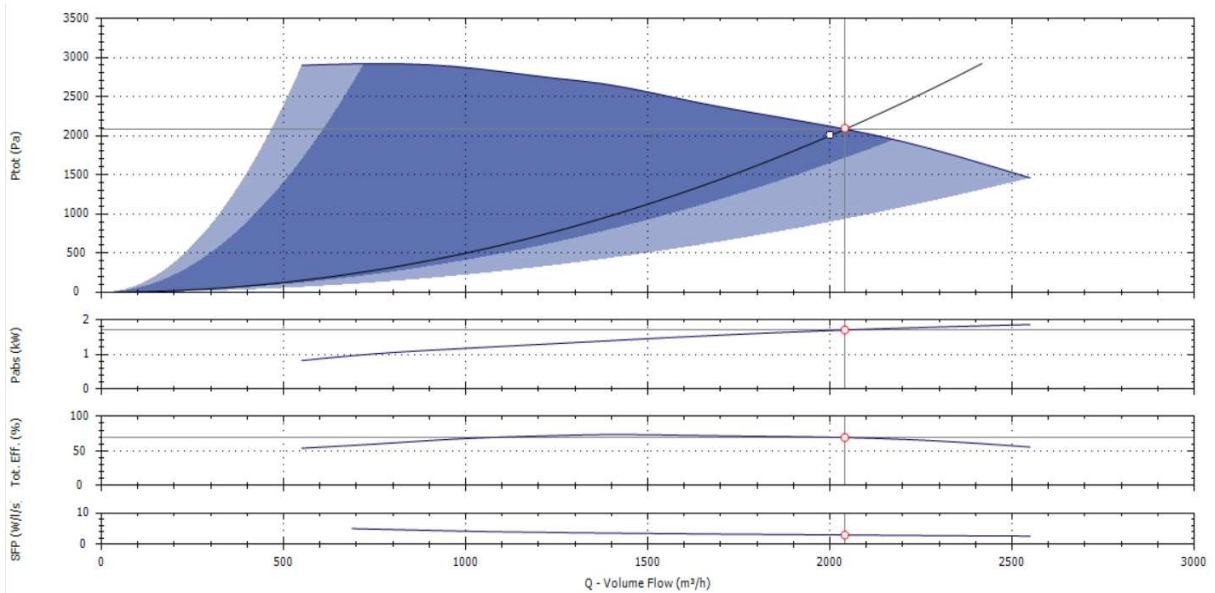
Optimal Efficiency	73,59%
Installation Type	B
Efficiency Category	Total
N	69
Manufacturer	Maico
Reference	PV-L 352
Optimal Power	0,675 kW
Optimal Airflow	945 m ³ /h
Optimal Pressure	1 894 Pa
Optimal Speed	2845rpm

A ventilátor fizikai méretei:

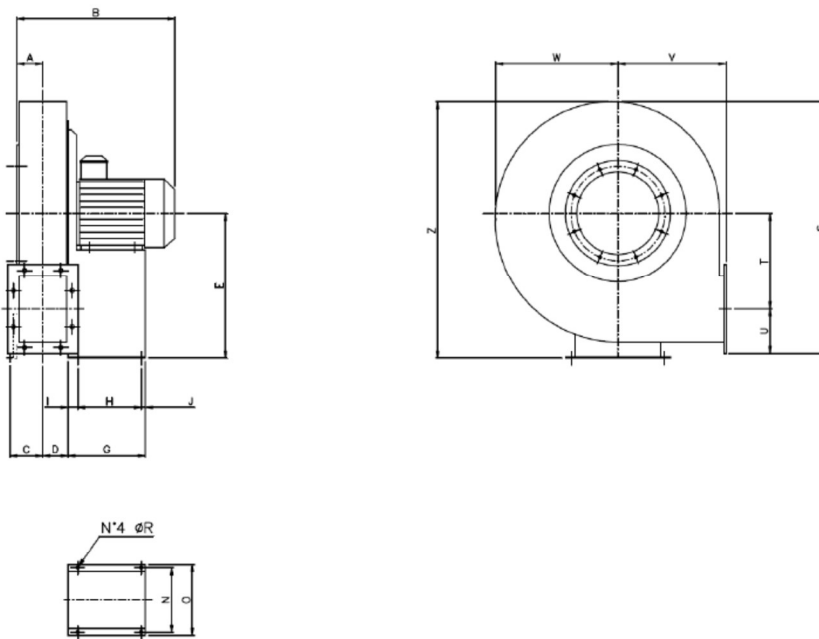


Key	A	B	C	D	E	G	H	I	J	N	O	R	S	T
Value [mm]	65	377	70	56	355	211	121	45	45	203	225	10	585	215
V	W	Z	Kg											
250	315	617	36											

2-es típushoz; PV-L 402 tip.:



A ventilátor fizikai méretei:



Key	A	B	C	D	E	G	H	I	J	N	O	R	S	T
Value [mm]	71	437	76	63	375	246	133	55	58	234	260	10	640	238
V	W	Z	Kg											
280	340	659	50											

Elektromos és egyéb adatok:

PV-L 402	
Selection	
Product Code	7PV4016
Requested Air Volume	2 000 m ³ /h
Requested Pressure	2 000 Pa
Air Volume	2 042 m ³ /h
Static Pressure	1 564 Pa
Total Pressure	2 084 Pa
Velocity Pressure	520 Pa
Outlet Velocity	29,20 m/s
SFP	3,00 W/l/s
Fan Total Efficiency	69,4 %
Fan Static Efficiency	52,1 %
Air Properties	1,22kg/m ³ / 15°C/ 0m/ 50%
Fan Absorbed Power	1,70 kW
Temperature Range	-

Motor Selection	
Electrical Supply	400/3/50
Motor Rating	2.20 kW
Enclosure/Class	55 / F
Frame Size	D90L
Poles number	2
Motor Speed	2880 rpm
Full Load Current	4.68 A
ERP Information	
Optimal Efficiency	73,62%
Installation Type	B
Efficiency Category	Total
N	68

Előzetes mérések, tesztek

Az előzetes mérések és tesztek elkészítéséhez kezdetben a helyszínen rendelkezésre álló forgácsoló cnc-t használjuk fel. A tesztek megkezdéséhez ideiglenesen ventilátor és szűrő fogadó szekrényeket készítünk, melyekbe behelyezhetőek a vizsgálandó egységek. Mivel a forgácsoló cnc-ből forgács is bekerül a rendszerbe, szükséges egy olyan kamrarész kialakítása, ahol a forgács kiválhat a levegőből, és azt viszonylag egyszerűen ki is lehet tisztítani.

Nagy mennyiségű forgács is bekerülhet a rendszerből:

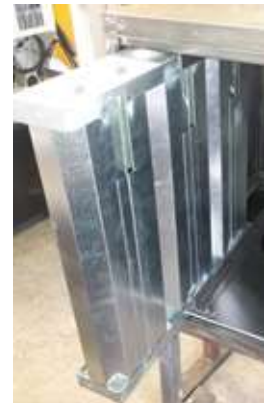


Forgácsleválasztó kamrarész kialakítása:

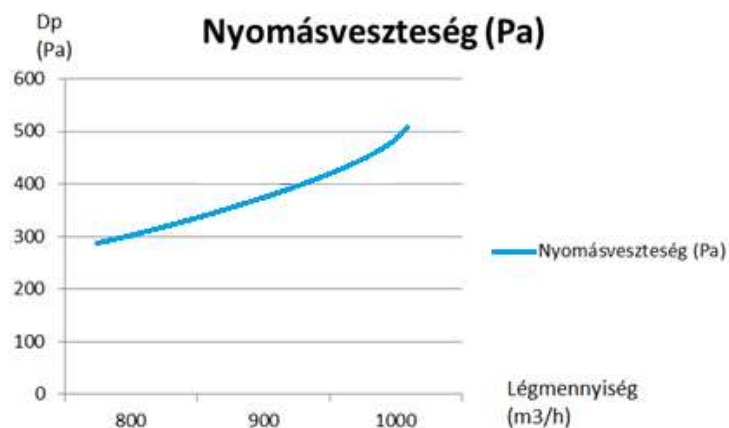


A forgácskiválás már a csővezetékben elkezdődik.

A kialakított kamrarészbe hátulról lép be a szennyezett levegő, és a terelő lemez örvénymozgásra kényszeríti. A centrifugális erő a forgácsot a készülék fala felé tereli. A forgácstól megtisztított levegő közepén, a kör csonknál áramlik felfelé. A kamrarész bal oldalába tolható be az előleválasztó elem, melyből a durva szennyeződés lefelé távozik, a tisztított levegő pedig felfelé, a „búvárcsöveken” keresztül.



A 6 csöves, 600mm-es előleválasztó elem nyomásvesztése az előzetes mérések alapján:



Az álló berendezésbe 2 db előleválasztó elemet terveztünk, a kamra kialakítás hasonló a fekvő elrendezésűéhez.

A középső szűrőfokozat méréseihez használt ideiglenes fogadó szekrények:



A szűrőszekrények segítségével megkezdjük a próbaszűrők és a szűrőanyagok vizsgálatát. A vizsgálat során az előválasztó elem próbadarabján kívül üvegszál, alumínium expandált és horganyzott szitászövet szűrőanyagokat vizsgálunk.

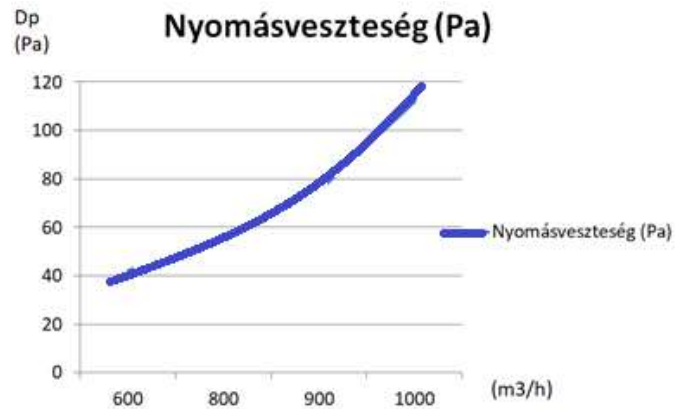


Az előzetes mérések következő fázisa a középszűrő anyagának és nyomásvesztésének meghatározása.

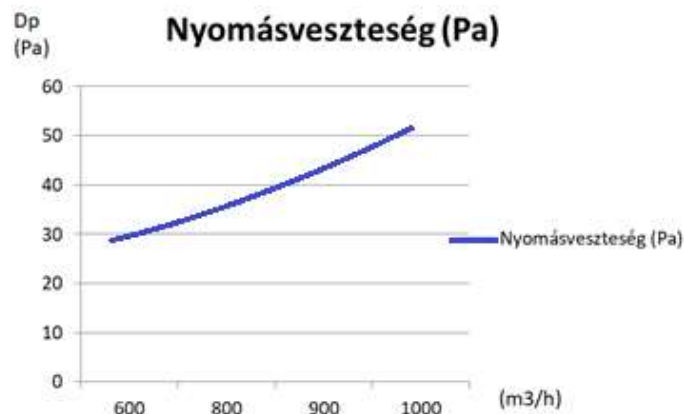
Az alumínium anyagú expandált lemez szűrőbetétet 10-től 30 rétegig vizsgáltuk.



Mivel a kisebb rétegszám gyenge leválasztást produkált, csak a 30 rétegű elem nyomásvesztését mértük ki, 600x600mm keresztmetszetben.



A horganyzott szítaszövet (0,3mm fonat) 40 és 60 rétegben került be a bontható horganyzott keretbe. A 60 rétegű szűrőelem nyomásvesztése kisebb, mint a 30 rétegű expandált lemezes betété, és az előzetes mérés szerint a leválasztási foka is jobb.

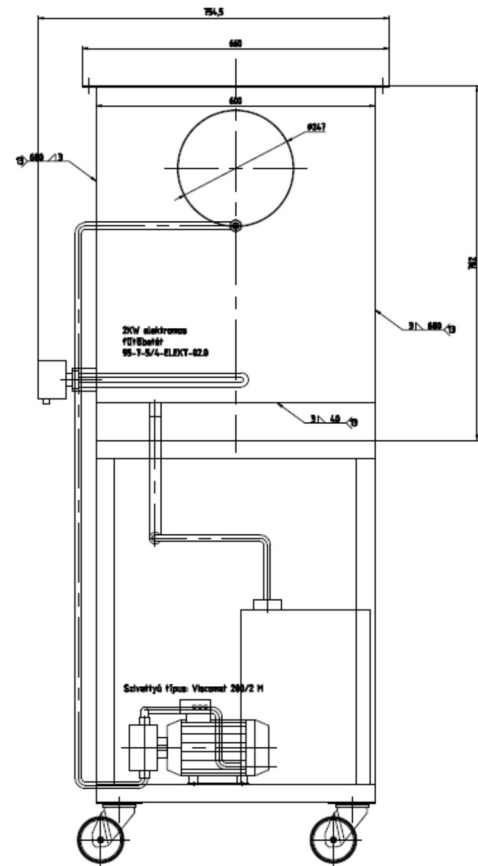
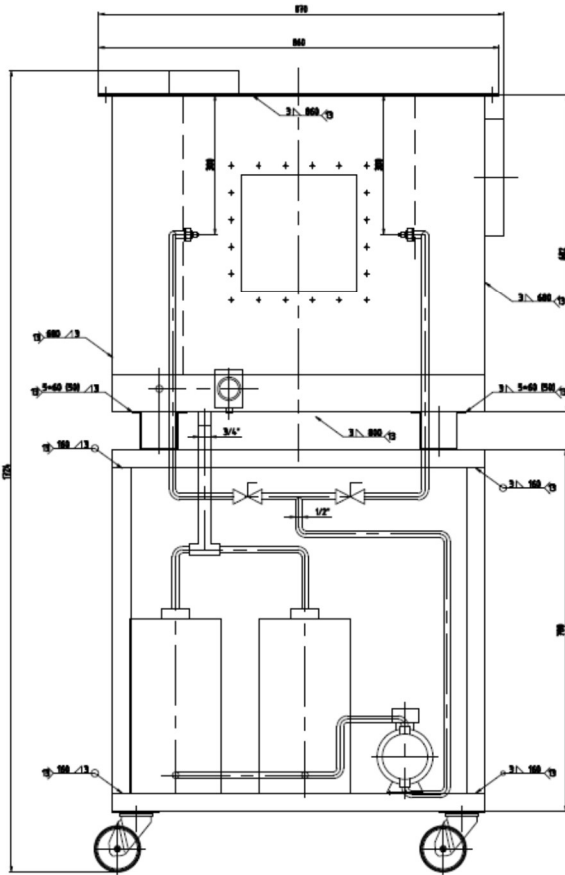


A kedvezőbb eredmények miatt a közép fokozatú szűrőelem anyagaként a pontosabb mérésekhez horganyzott szövetet alkalmazunk.

A finomszűrő anyagok tekintetében két féle anyaggal próbálkoztunk. Az egyik a poliészter szövet, a másik anyag mikroszálalás üvegfátyol szövet. A csapadék leereszkedése az üvegszövet szűrőnél bizonyult jobbnak, ezért a kialakítandó berendezés egyik opcionális finomszűrője mikroszálalás üvegszövetből készül.

A pontosabb mérések elvégzése érdekében szükségessé vált egy szennyező anyagot adagoló, szennyezést szimuláló berendezés, mely megfelelően szabályozható. Erre szolgál a megtervezett és megépített porlasztó kamra.

A pályázat keretében létrehozott szimulációs porlasztó kamra átnézeti rajza és képe:



Műszaki adatok

Szivattyú: Viscomat 200/2T típus.

Elektromos adatok: $U=400V$, $0,55kW$, $n=1450$ 1/min.

Folyadékszállítás: 9l / perc

Porlasztó fúvóka:

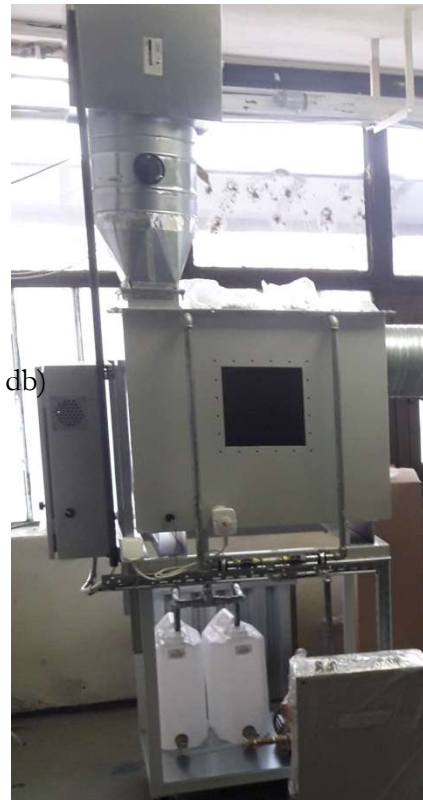
Típus: DAW 0740 B1

Szóráskép: telekúp, 120° .

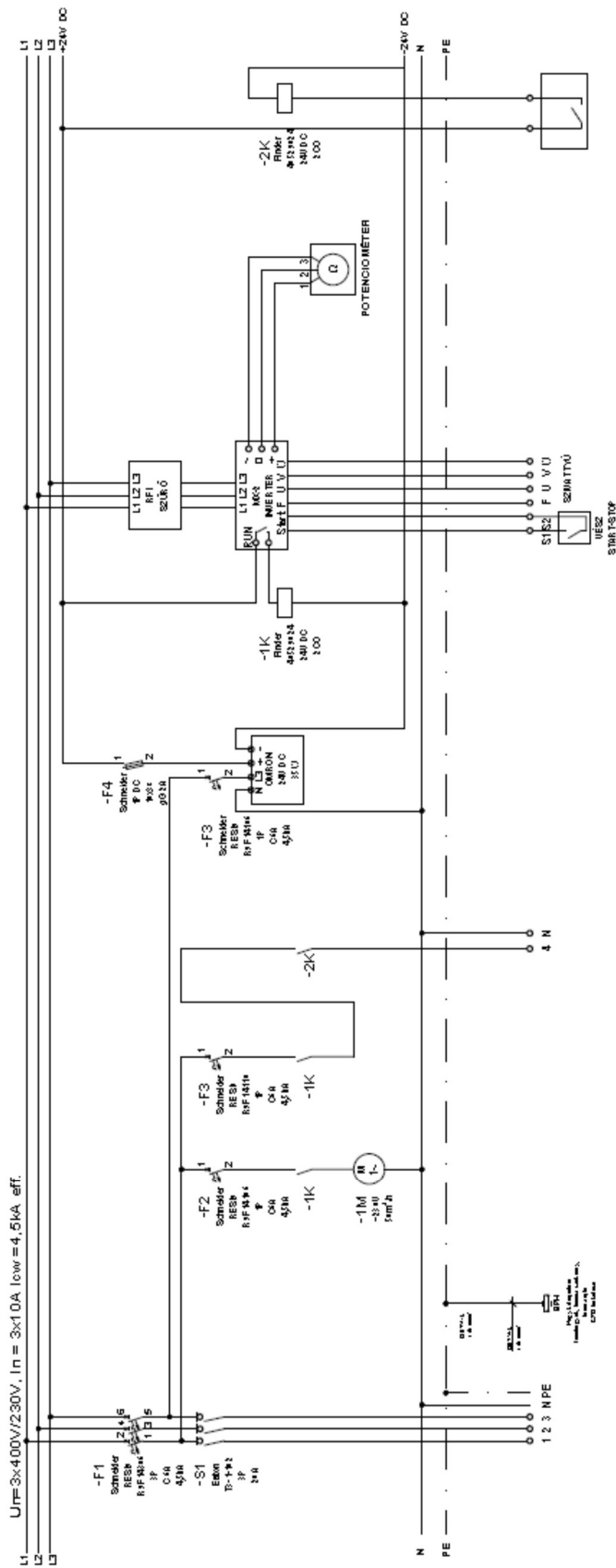
Térfogatáram: 0,74 liter/perc / db – 3 bar-nál (beépítve 2 db)

Fűtés: Heizer 2kW-os fűtőbetét (95-7-5/4")

Porlasztott emulzió: 10% Makromil 300 – víz keverék



A porlasztó kamra villamos vezérlésének kapcsolási rajza:



1	2	3	4	5	6	7	8
Levegőtér szűrő	Levegőtér szűrő	Szállító szék	Fűtőtest	OMRON 38U/C	Szállító vezérlés	Omron potenciométer	Szállító
Levegőtér megtakarító	Levegőtér szűrő	max 8VU	3VU max 8V	-	3VU	-	-
Levegőtér szűrő	max 8VU	max 8VU	max 8V	-	3VU	-	-
Levegőtér szűrő	max 8VU	max 8VU	max 8V	-	3VU	-	-
Levegőtér szűrő	max 8VU	max 8VU	max 8V	-	3VU	-	-

A szekrényelemek kialakult méreteivel elkészülnek a fekvő és az álló kivitelű berendezés tervei. A tervdokumentáció alapján a gyártást és leszállítást követően a berendezéseket a helyszínen összeállítjuk, és a villamos tervdokumentáció szerint legyártott vezérlést ráépítjük a berendezésekre. A berendezések nyomó oldalát csővezetékkel a külső térbe vezetjük ki, mivel a szűrőfokozatok vizsgálata során olajos levegő is távozik a berendezésekből. (A helyiségben a friss levegő ellátásról külön hővisszanyerős kis légkezelő gondoskodik.)

A két berendezés légmennyiség, nyomásvesztés, és leválasztási fok értékeiről külön jegyzőkönyv készül. Az előbbieket Testo 440 Dp kombinált légtechnikai mérőműszerrel, az utóbbit TSI Dusttrak II lézeres részecskeszámlálóval végezték.

A porlasztó kamrát csővezetékkel összekötjük a leválasztó szívó csonkjával.

Beüzemeljük a porlasztó kamrát, melynek porlasztását a frekvenciaváltó segítségével tudjuk szabályozni. Az emulziót MOL Makromil 300 tip. olajjal készítjük el, kezdetben 5, majd 10%-os arányban.



Mérési eredmények:

Előleválasztó 1-es tip. légszállítás és nyomásvesztés

Kimeneti Frekv. [Hz]	Térfogatáram [m ³ /h]	Nyomásvesztés előlev. elem [Pa]	Nyomásvesztés közép. [Pa]	Össz nyomásvesztés [Pa]
50	1138	620	54	674
45	1048	500	50	550
40	930	395	45	440
35	818	305	40	345
30	675	220	32	252
25	537	148	30	178

Teljes részecsketartomány - előleválasztó -**részecskemérés**

Térfogatáram [m3/h]	Össz nyomás-vesztés [Pa]	Szenny. Terhelés - konc. [mg/m3]	Koncentráció [mg/m3]	Leválasztás [%]
1138	674	0,81	0,2997	63
1048	550	0,8	0,312	61
930	440	0,9	0,405	55
818	345	0,9	0,495	45
675	252	0,92	0,552	40
537	178	1	0,62	38

Teljes részecsketartomány - középszűrő **részecskemérés**

Térfogatáram [m3/h]	Össz nyomás-vesztés [Pa]	Szenny. Terhelés - konc. [mg/m3]	Koncentráció [mg/m3]	Leválasztás [%]
1138	674	0,2997	0,143856	52
1048	550	0,312	0,156	50
930	440	0,405	0,2106	48
818	345	0,495	0,2871	42
675	252	0,552	0,3312	40
537	178	0,62	0,3906	37

5µm részecsketartomány - előleválasztó **részecskemérés**

Térfogatáram [m3/h]	Össz nyomás-vesztés [Pa]	Szenny. Terhelés - konc. [mg/m3]	Koncentráció [mg/m3]	Leválasztás [%]
1138	674	0,81	0,0972	88
1048	550	0,8	0,192	76
930	440	0,9	0,252	72
818	345	0,9	0,27	70
675	252	0,92	0,322	65
537	178	1	0,4	60

5µm részecsketartomány - középszűrő **részecskemérés**

Térfogatáram [m3/h]	Össz nyomás-vesztés [Pa]	Szenny. Terhelés - konc. [mg/m3]	Koncentráció [mg/m3]	Leválasztás [%]
1138	674	0,0972	0,017496	82
1048	550	0,192	0,05376	72
930	440	0,252	0,0756	70
818	345	0,27	0,0864	68
675	252	0,322	0,12236	62
537	178	0,4	0,18	55

Előleválasztó 2-es tip. légszállítás és nyomásveszteség

Kimeneti Frekv. [Hz]	Térfogat-áram [m ³ /h]	Nyomásveszteség előlev. elem [Pa]	Nyomásveszteség közép. [Pa]	Nyomásveszteség finom. [Pa]	Össz nyomás-veszteség [Pa]
50	2118	430	210	270	910
45	1885	345	198	254	797
40	1560	280	184	228	692
35	1395	215	176	213	604
30	918	150	166	198	514
25	787	104	158	183	445

Teljes részecsketartomány - előleválasztó 2-es tip. Részecskemérés

Térfogatáram [m ³ /h]	Össz nyomás-veszteség [Pa]	Szenny. Terhelés - konc. [mg/m ³]	Koncentráció [mg/m ³]	Leválasztás [%]
2118	910	0,45	0,1575	65
1885	797	0,55	0,2035	63

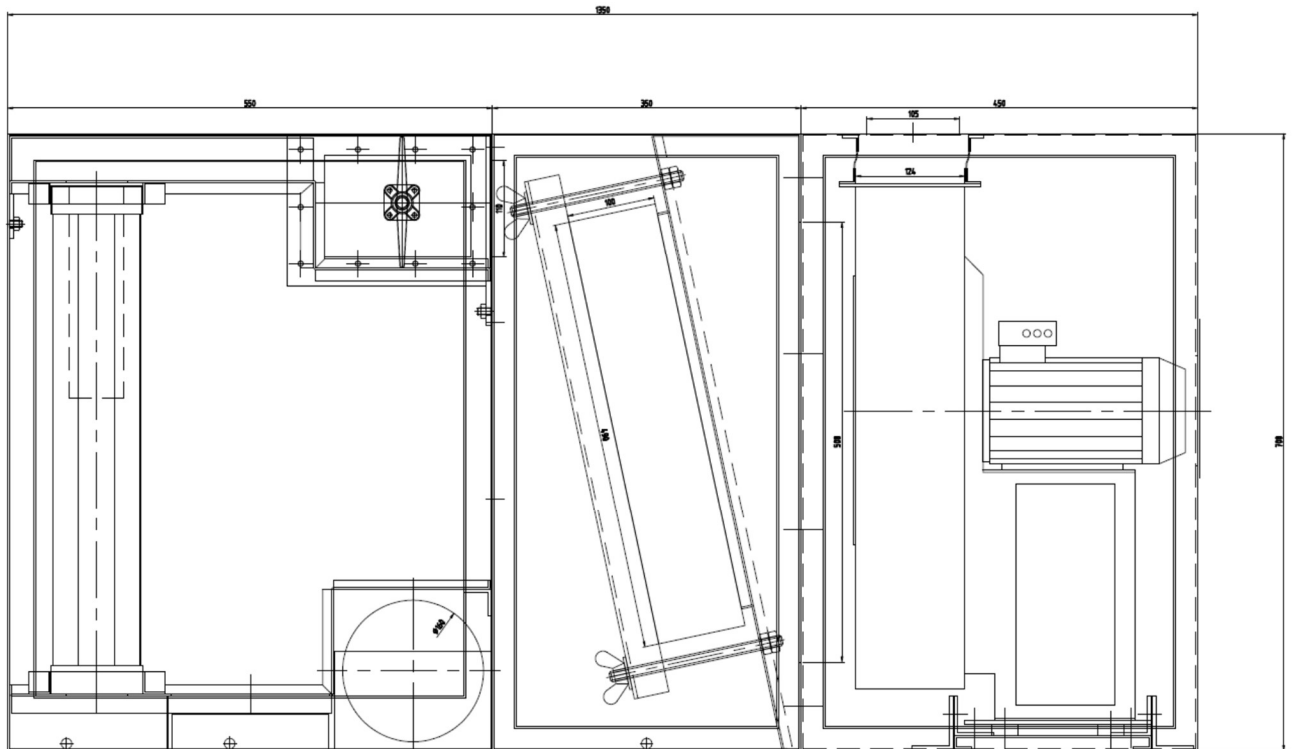
A kifejlesztett berendezések, adatok

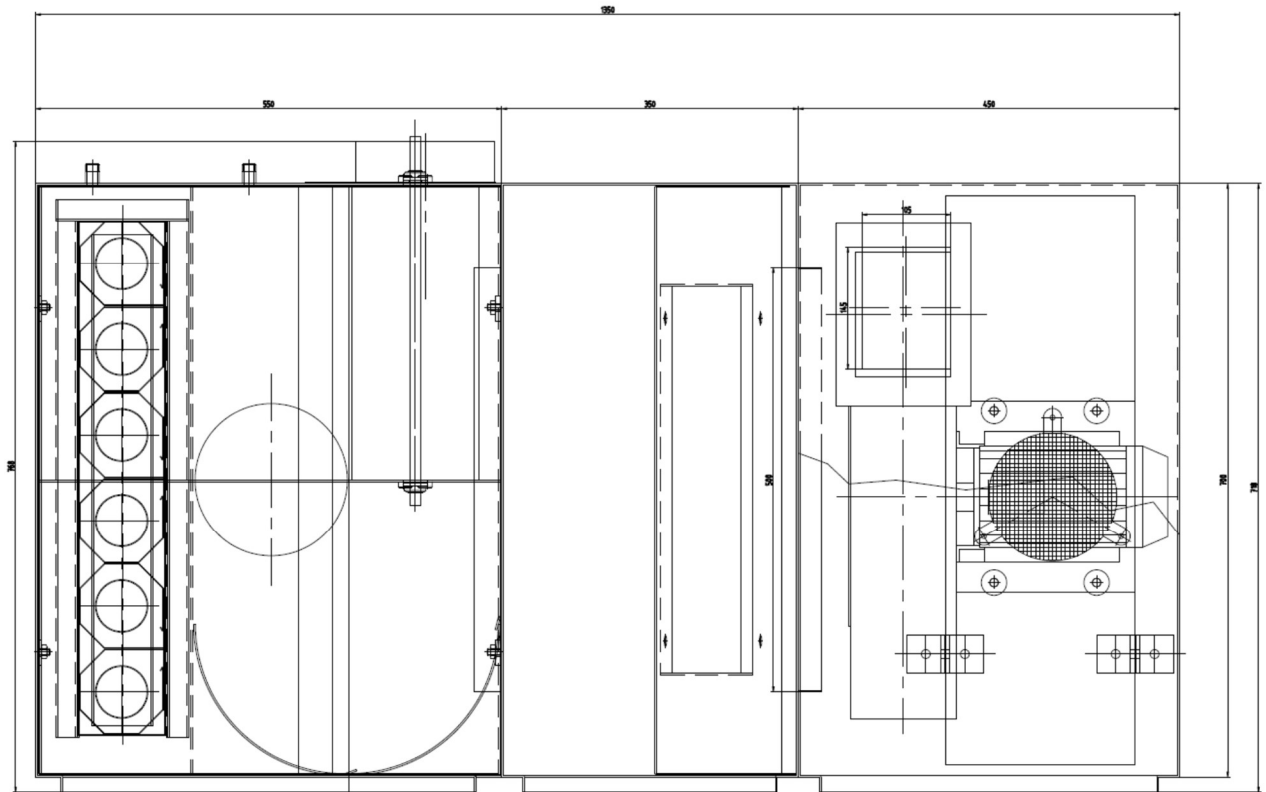
Kifejlesztett prototípus, 1 –es típus

Főbb műszaki adatok:

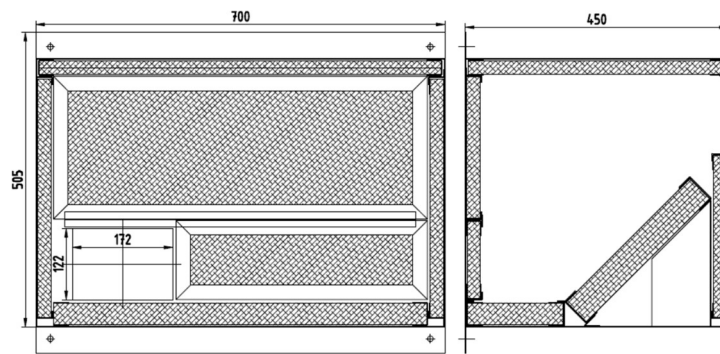
- Elrendezés: fekvő
- Méretek (Szé. x Ma. x Mé.): 1350x700x700 (768) mm.
- Elektromos adatok: U=400V; P=1,1 kW, I=2,4A
- Légszállítás: $V_{névl}=1100$ m³/h, $Dp(st)=670$ Pa.
- Leválasztási fok: 63% (előleválasztó és középszűrő) finomszűrés nélkül
- Ventilátor típus: PV-L 352 1,1kW
- Vezérlés: fordulatszám szabályozott vezérlés, nyomás távadóval, elszívó csőben mért vákuum állandó értéken tartásával.
- Frekvenciaváltó: Omron MX-2
- Előleválasztó betételelem méret: H=575; B=600, csőszám: 6db
- Középszűrő: 490x500x100; rétegszám: 65 (0,3mm)

Átnézeti rajz a berendezésről:





Átnézeti rajz a hangcsillapított kifúvó elemről:



Az elkészült berendezés:



A berendezés elektronikus
vezérlő szekrénye

Kifejlesztett prototípus, 2 –es típus

Főbb műszaki adatok:

Elrendezés: álló

Méreték (Szé. x Ma. x Mé.) előleválasztó és középszűrő szekció: 700x1400x700 mm

Finomszűrő (opcionális) szekció: 700x460x700 mm

Ventilátor szekció: 700x550x700 mm

Elektromos adatok: U=400V; P=2,2 kW, I= 4,68A

Légszállítás: V_{névl}=2100 m³/h, D_{p(st)}=910 Pa.

Leválasztási fok: 60% (előleválasztó és középszűrő) finomszűrés nélkül. Finomszűrővel 97%.

Ventilátor típus: PV-L 402 2,2 kW

Frekvenciaváltó: Omron MX-2

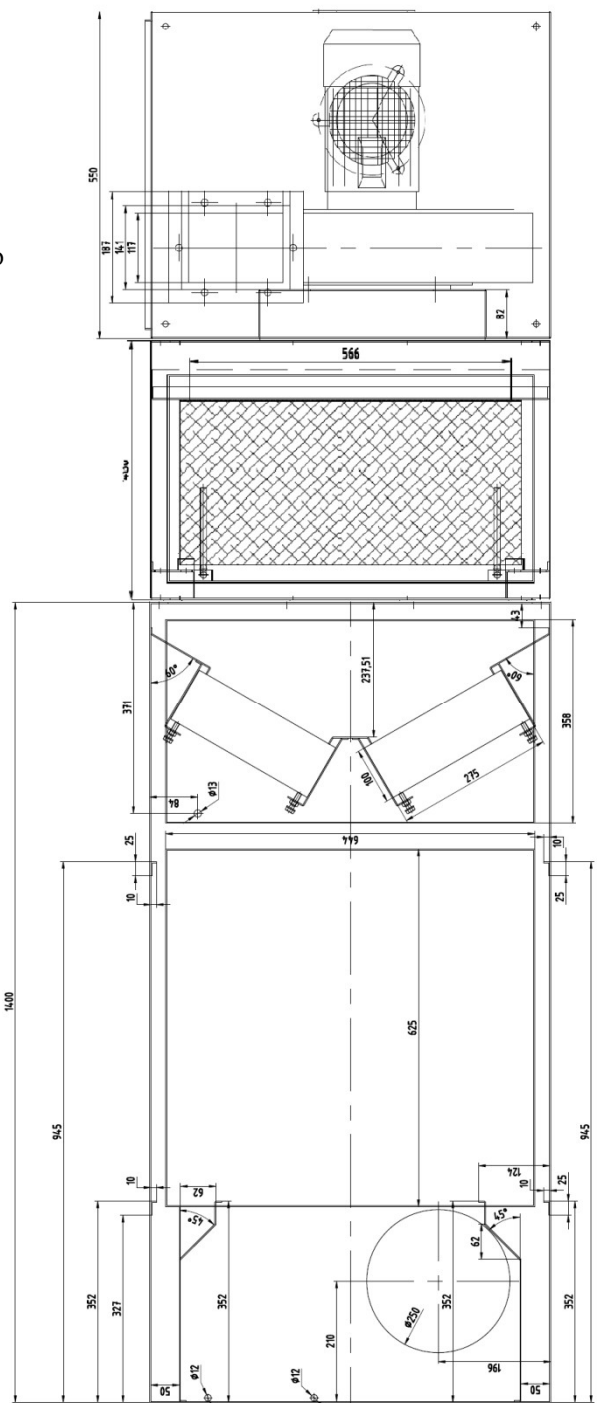
Előleválasztó betételem méret: H=600; B=600, csőszám: 6db, 2 soros

Középszűrő: 260x600x100; rétegszám: 65 (0,3mm), 2db

Vezérlés: fordulatszám szabályozott vezérlés, nyomás távadóval, elszívó csőben mért vákuum állandó értéken tartásával.

Frekvenciaváltó: Omron MX-2

Átnézeti rajz a berendezésről
(tartólábak nélkül):



A berendezések tulajdonságai

A létrehozott prototípus (2db) lényegében alacsony üzemeltetési költségű, jó leválasztási hatásokkal üzemelő ipari leválasztókamra, mely több szekcióból áll. A szekciókba építhetők be az előleválasztó, középszűrő, és –opcionálisan- a finomszűrő elemek. A berendezés első szűrőfokozata egy előleválasztó elem, mely olyan hajlítási technológiával került kialakításra, mely lehetővé teszi a költséghatékony sorozatgyártást, és tisztítási célból könnyen szétszedhető. Ez a ciklon elvű előleválasztó elem alkalmas főleg a kisnyomású hűtéssel felszerelt forgácsoló gépek emulzió és olajködnek 5 µm feletti frakciójának jó hatásfokú leválasztására, de más, nem agresszív anyagokra is alkalmazható (pl. nagykonyhai rendszerek zsírgőz leválasztására is). A középszűrő fokozat egy sűrűsítő, kis keresztmetszetű (0,2-0,3mm) horganyzott fonatanyag 60 rétegben, egymáson eltolva, keretbe foglalva, a rétegek a rugalmasság érdekében kissé meghajlítva. Ez a szűrőfokozat is tisztítható kivitelű. (A teljes frakcióban a leválasztási fok 59%). Az eszköz további –opcionális - szűrőfokozattal szerelhető fel.

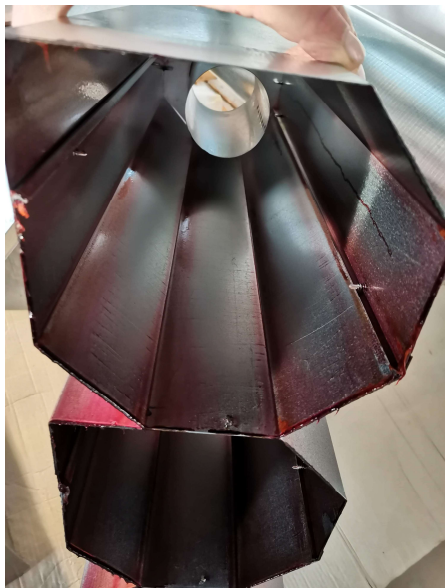
A berendezés tesztelése megtörtént élelmiszeripari porokra is. A szárított zöldség- és gyümölcsporok kellemetlen tulajdonsága, hogy átlagos páratartalomnál ($\phi > 30-35\%$) már erősen tapadnak, magasabb értéknél pedig ragacsos állagúvá változnak. A szövetszűrőket könnyen eltömítik, ezért különösen előnyös az előleválasztó használata.

Az előleválasztó elem megfelelő hatásfokkal (előleválasztó szekció; $\eta = 75\%$) távolítja el a ragacsos szennyeződést, így a közép fokozat szűrőjét is elegendő havi rendszerességgel tisztítani. Zöldség és gyümölcs porok szűrése esetén az előleválasztó elem porgyűjtő tartályos kivitelű:

A gyűjtőedényben jól látható a leválasztott anyag, a szekrény falán pedig a szennyeződés. A tiszta oldalon látható, hogy az anyag nem, vagy csak kis mértékben jut tovább a közép fokozatú szűrőbe:



A szennyeződés kiválása jól megfigyelhető az előválasztó elem palástján, és a porgyűjtő tartályban:



A fejlesztés hatásai

A kifejlesztett berendezés gyártója nagyobb hozzáadott értékkel – és így árbevétel növekedéssel – lehet jelen a piacon, pozícióját erősíti, ha a drágább import berendezés helyett kedvezőbb árú műszaki megoldással oldja meg a levegőtisztaság-védelmi feladatokat, melynek követelményei egyre szigorodnak, költségei pedig jelentős terhet rónak az érintett vállalkozásokra.

A magyar vállalkozásoknak fontos a költséghatékony üzemeltetés, márpedig az eldobható szűrőkkel rendelkező szűrőberendezésekkel szemben itt két leválasztó fokozat gyakorlatilag örökéletű, és hosszútávon jelentős megtakarítást eredményez.

Közzététellel kapcsolatos információ:

A berendezések a fenntartási időszak alatt a fejlesztő drégelypalánki telephelyén -előzetes egyeztetés alapján- tesztelhetők.

Expand Air Kft.