

KLIMATIZACIJA

Tema: - FILTRACIJA ZRAKA

Doc.dr.sc. Igor BALEN

Zašto filtrirati zrak?

- Ugodnost
- Zdravlje
- Zaštita opreme od onečišćenja
- Poboljšanje kvalitete industrijskih proizvoda npr. mikroelektronika, farmaceutska industrija, prerada hrane
- Stvaranje održivog okoliša

Izvori zagađenja:

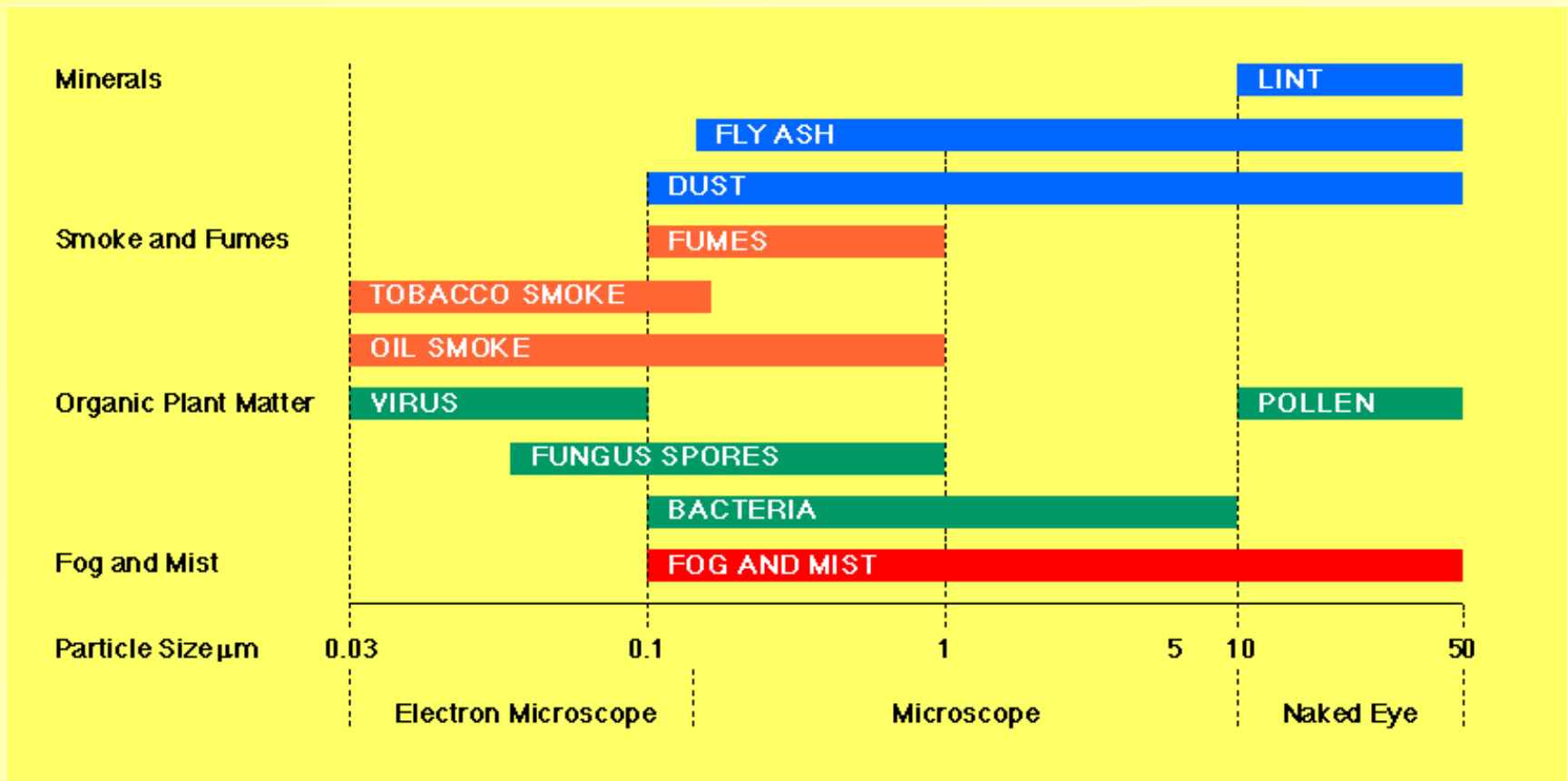
- Atmosferski/vanjski – dim (industrija, promet...), prašina (pijesak, zemlja, promet...), organske čestice (bakterije, pelud...)
- Unutarnji – koža i kosa, vlakna, oprema, kondenzat...



Distribucija veličine čestica u zraku vanjskog okoliša

Iskustvena opažanja:

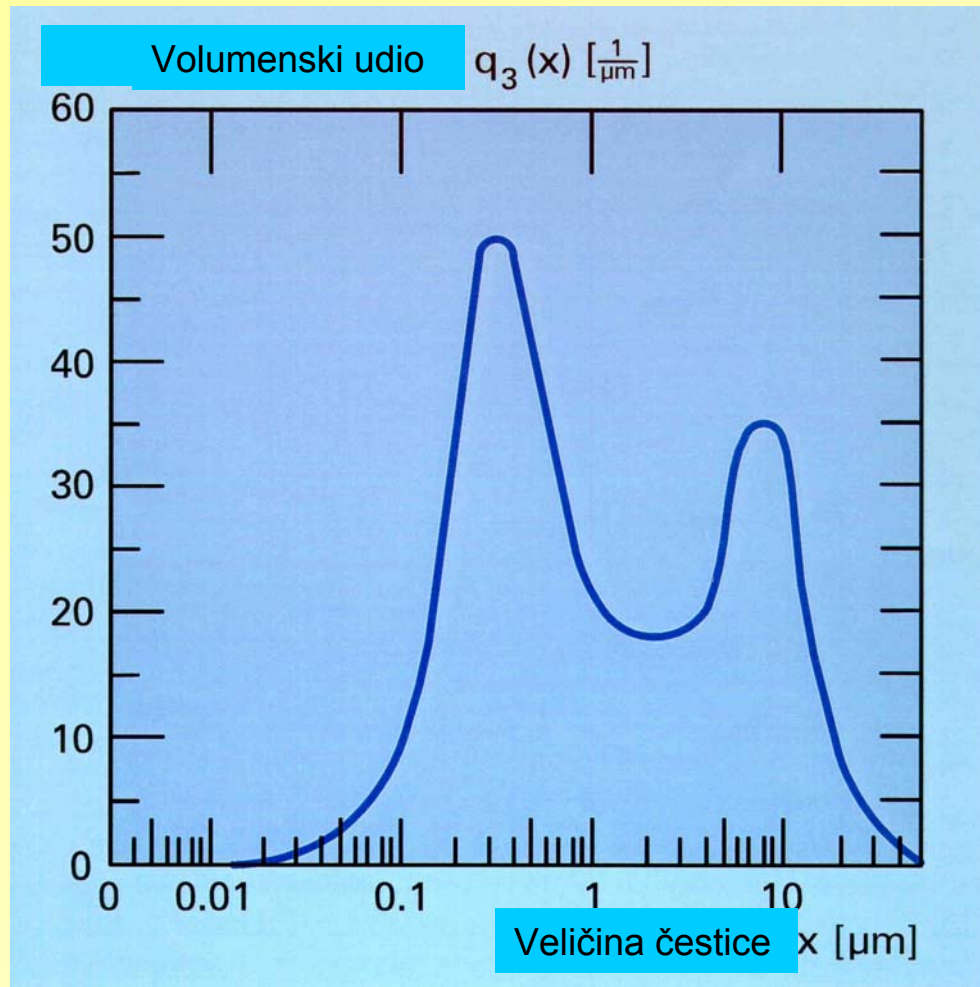
- tipično, 0.005% čestica u tipičnom uzorku ima promjer veći od 10 μm
- samo 50 čestica na milijun vidljive su golim okom



Distribucija veličine čestica u tipičnom uzorku zraka urbanog okoliša

Iskustvena opažanja:

- 0.5% čestica u tipičnom uzorku predstavlja 91% ukupne mase
- 92% čestica u tipičnom uzorku ima promjer do $0.5 \mu\text{m}$



Osnovne značajke filtera za zrak

- učinkovitost (↗)
 - izražava se kao postotak izdvojene nečistoće sveden na veličinu čestice
- kapacitet zadržavanja prašine (↗)
 - ukupna količina prašine koju filter može akumulirati
- pad tlaka (↘)
- dodatni pojam : sposobnost zadržavanja prašine – maseni udio izdvojene prašine u odnosu na ukupnu količinu ispred filtera (pojam se često brka s učinkovitošću!)

Mehanizmi filtracije zraka

- uklanjanje ili skupljanje čestica prašine u filtraciji zraka provodi se različitim kombinacijama sljedećih osnovnih mehanizama:

Prosijavanje. Ukoliko su otvori na filteru manji od veličine čestica prašine, čestice će se zadržati na filteru.

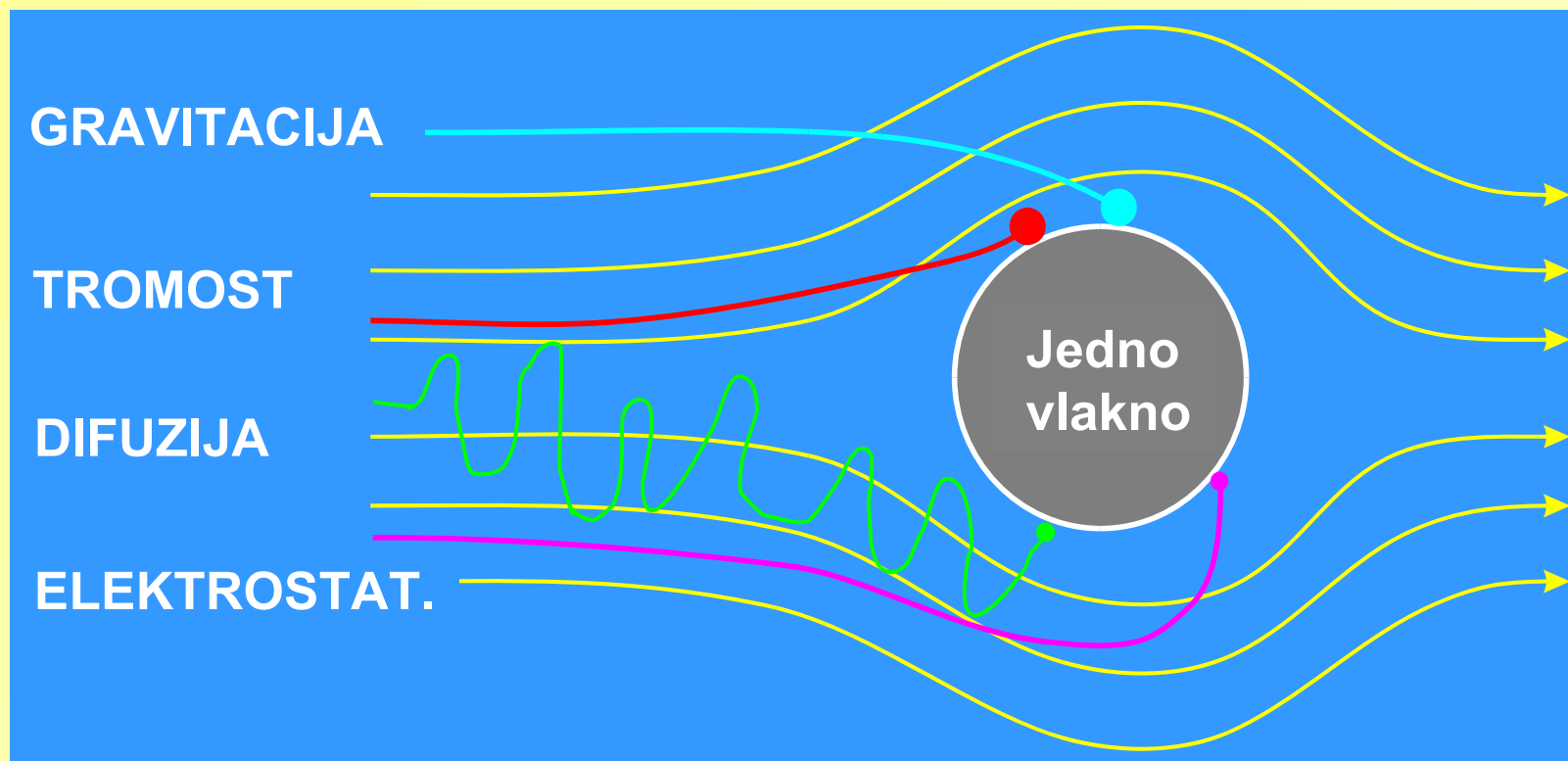
Tromost. Iznenadna promjena smjera strujanja zraka dovodi do sudara između čestica prašine i vlakna filtera.

Difuzija. Kod vrlo fine prašine ($<0,1 \mu\text{m}$), Brownovo gibanje dovodi do taloženja čestica.

Presretanje. Čestice prašine, nošene strujom zraka, nailaze na filterska vlakna, koja ih zadržavaju.

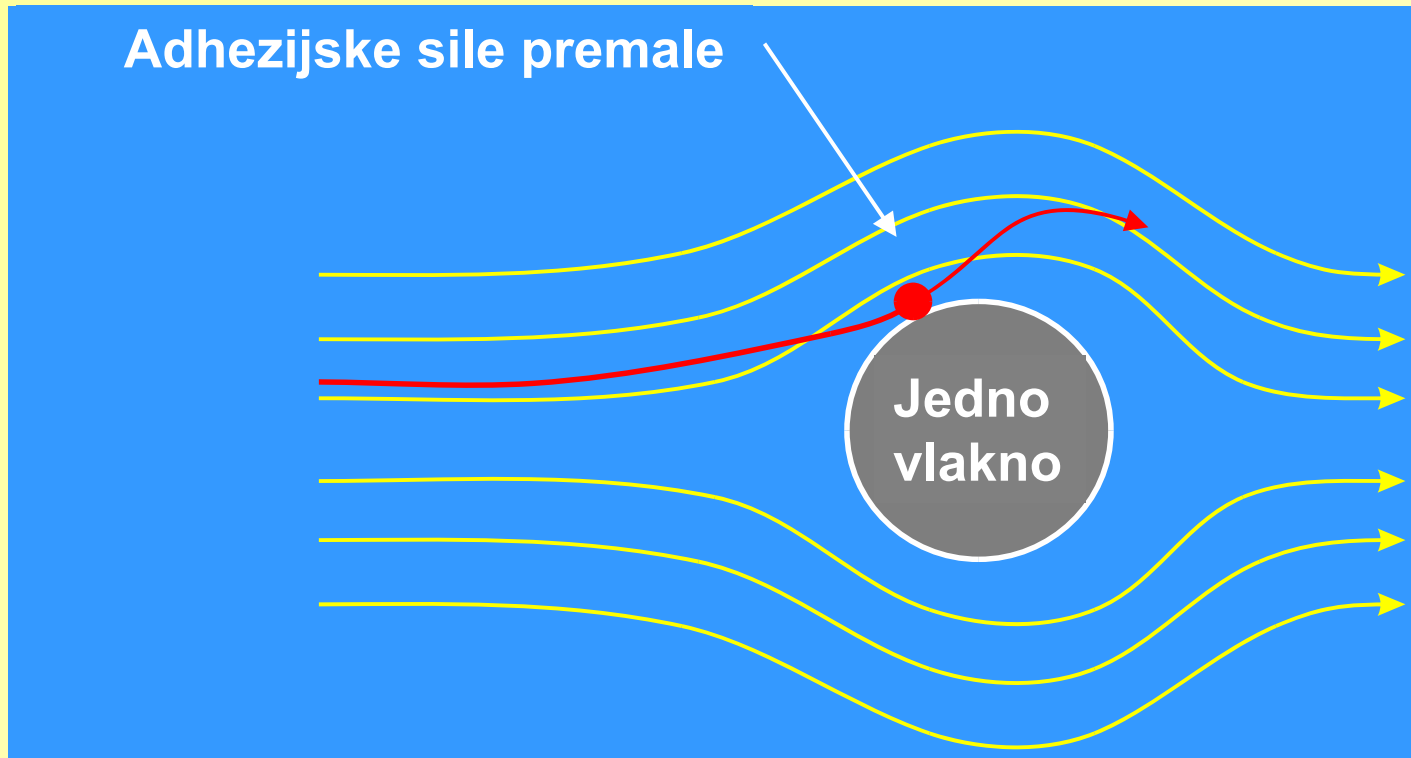
Elektrostatički efekt. Čestice i filterski medij su električki nabijeni i privlače se što dovodi do uklanjanja prašine iz zraka.

Mehanizmi filtracije zraka



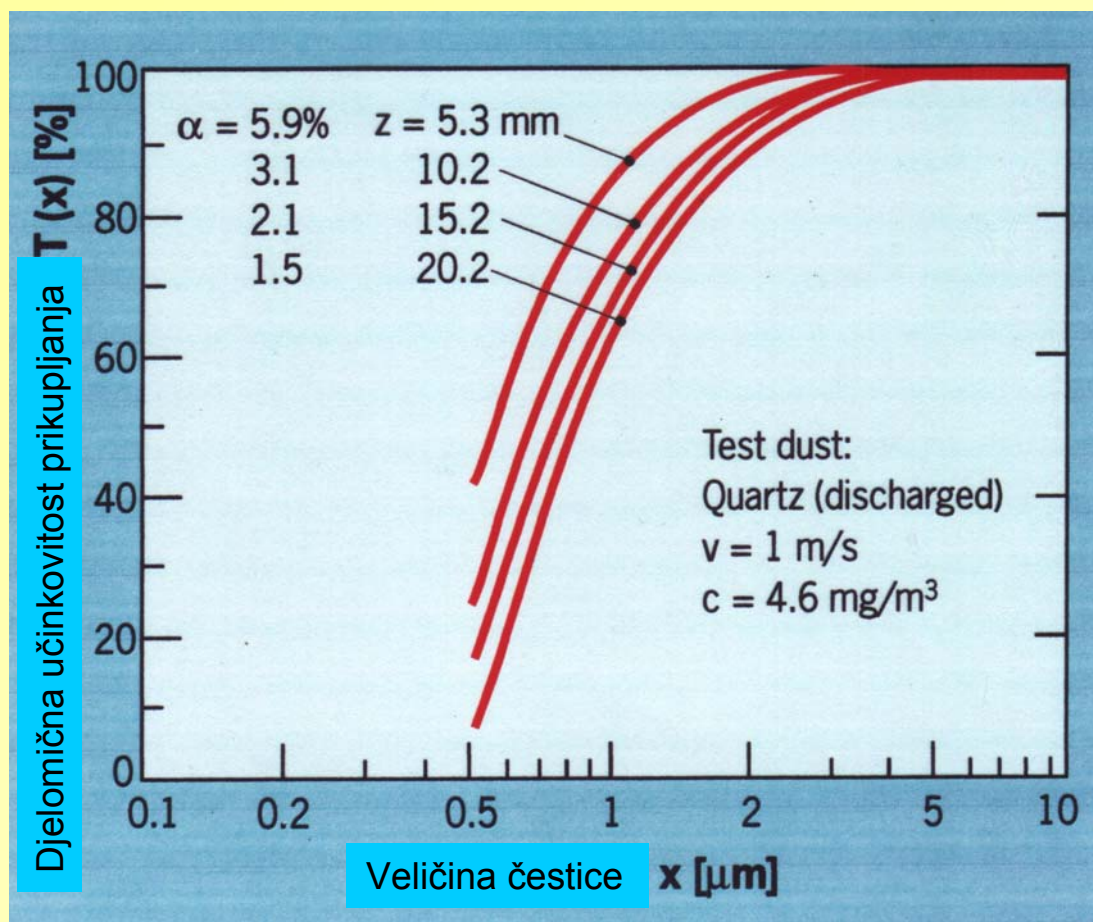
Mehanizmi filtracije zraka

Čestica “odskaje”



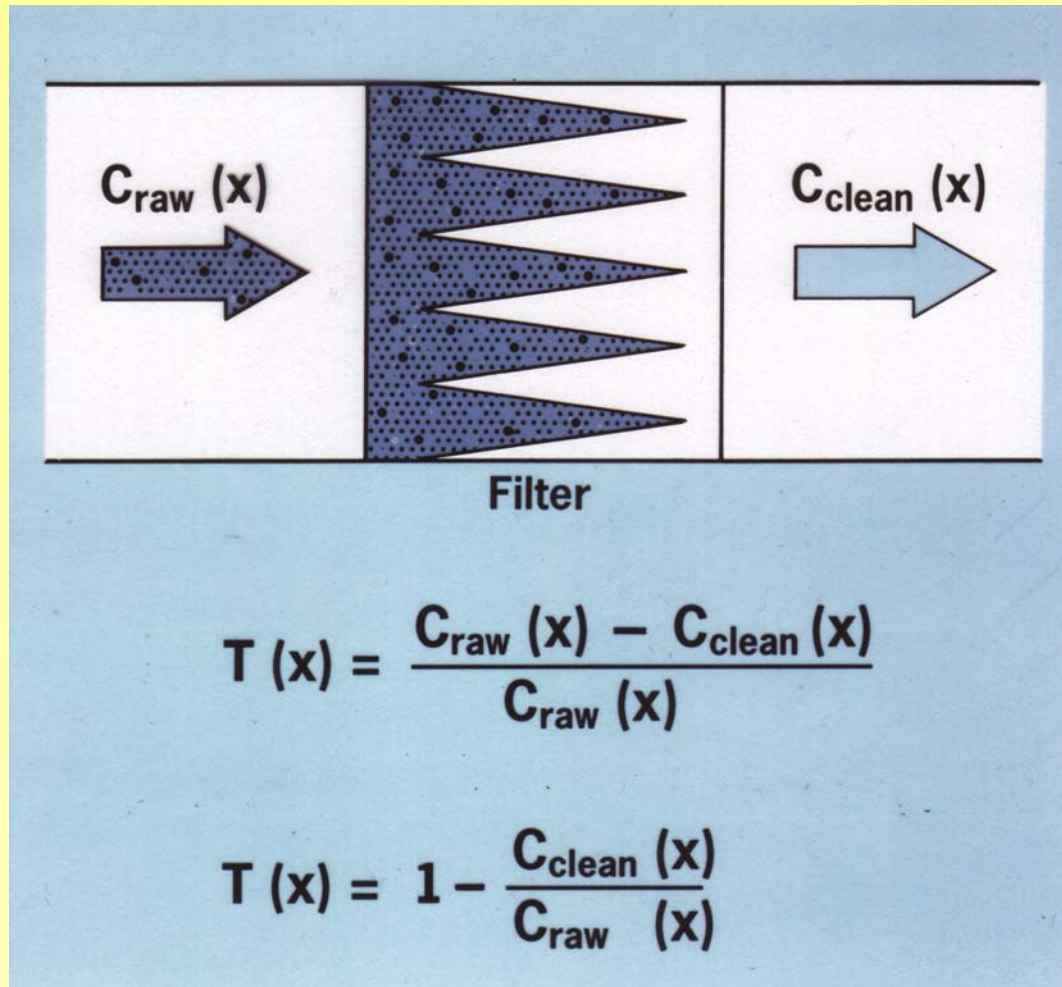
Mehanizmi filtracije zraka

Djelomična učinkovitost prikupljanja (eng. *Fractional Collection Efficiency - FCE*) kao funkcija promjera vlakna i gustoće medija:



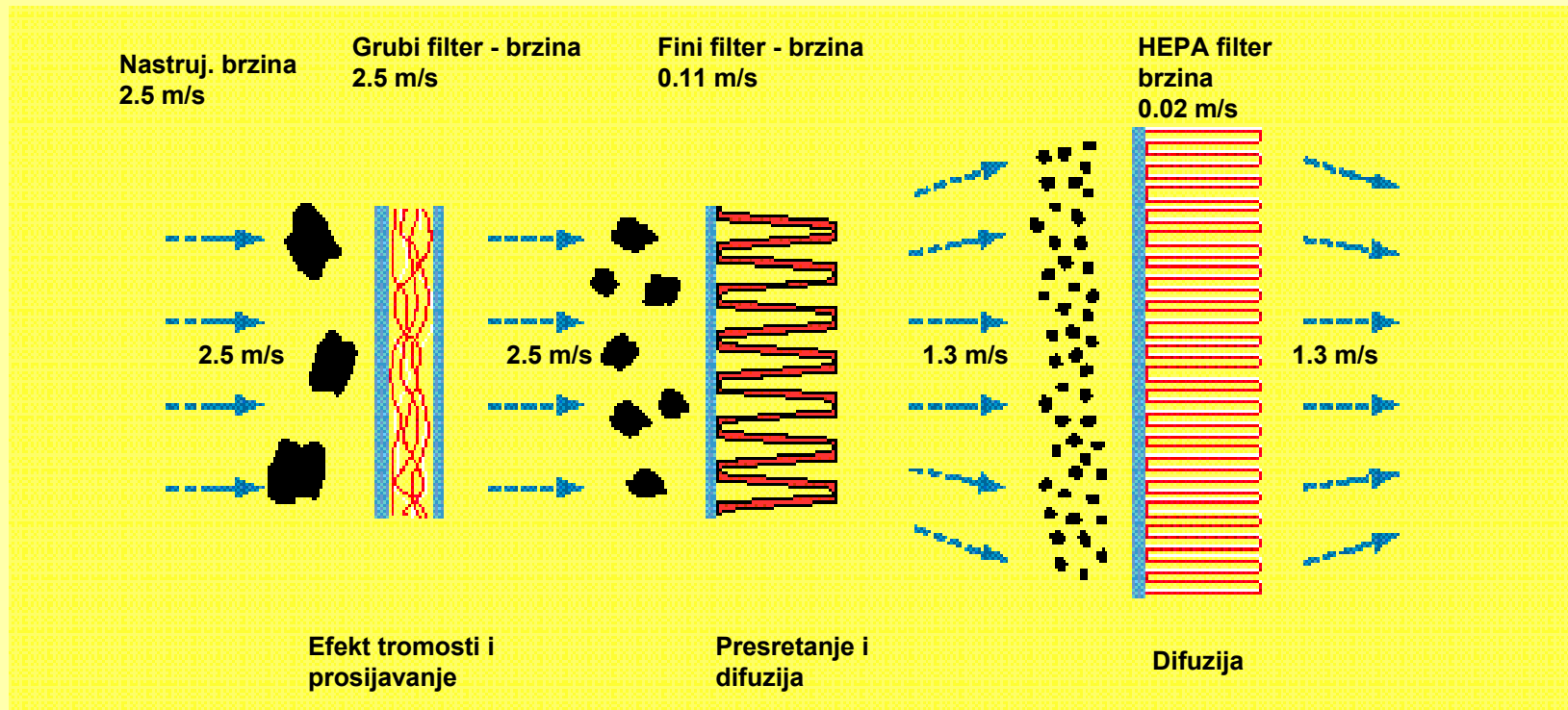
Mehanizmi filtracije zraka

Definicija djelomične učinkovitosti prikupljanja $T(x)$:



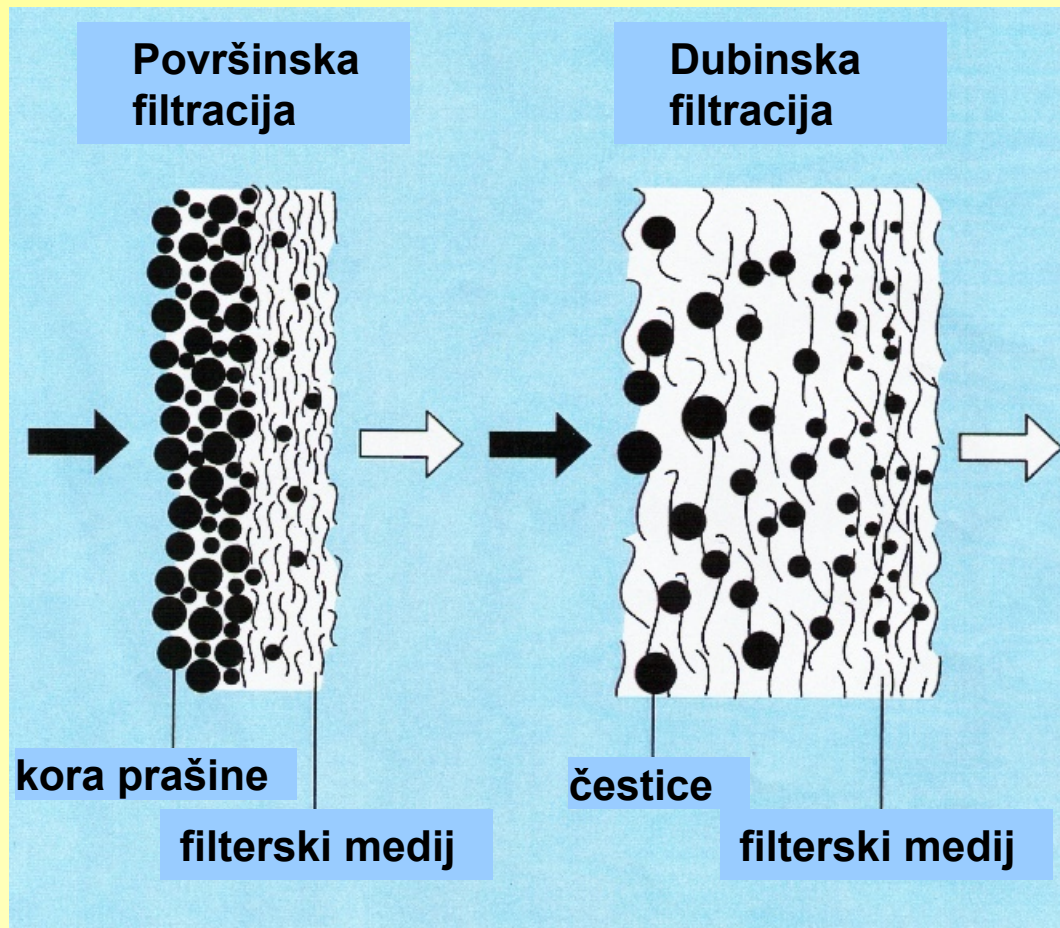
Mehanizmi filtracije zraka

Uklanjanje čestica

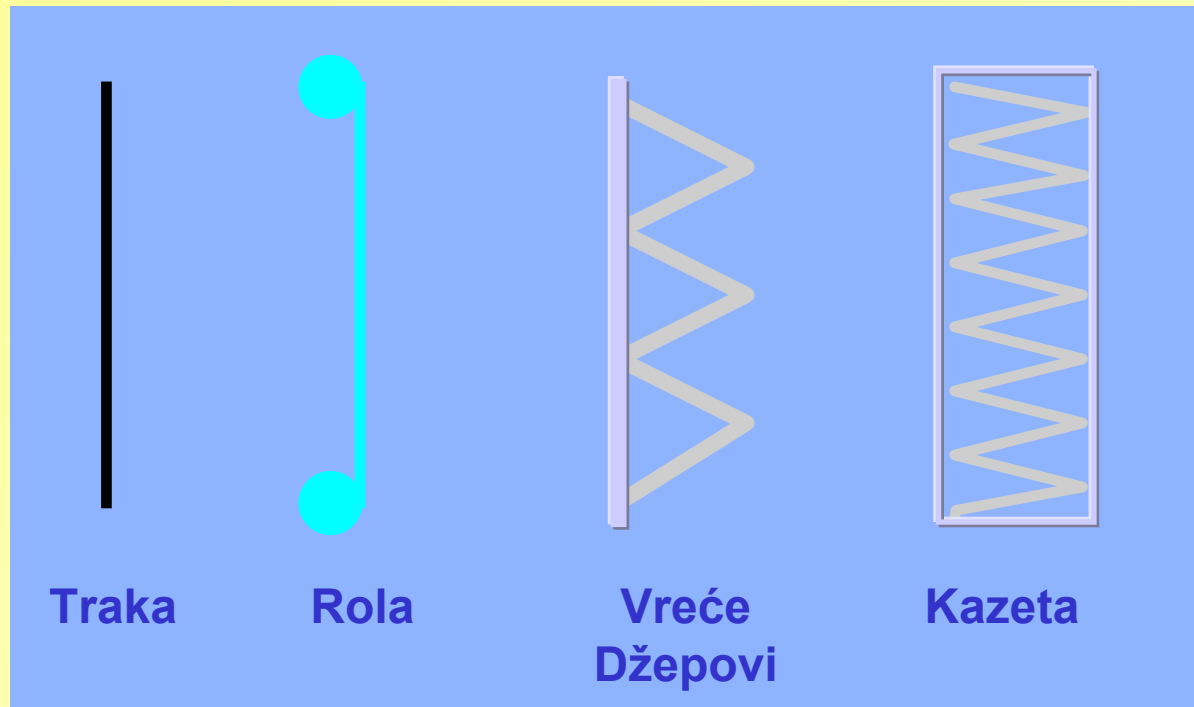


Mehanizmi filtracije zraka

Principi filtracije s površinskim i dubinskim uklanjanjem čestica:



Osnovni tipovi filtera sa suhim vlaknima



Porast filtracijske površine

Filteri za zrak i pripadajuće klase filtracije

	Vrećasti filteri									
	Rol - filteri				Kazetni filteri					HEPA/ULPA filteri
	Filterske trake									
According to EN 779	G 1	G 2	G 3	G 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9	H 10 - U 17 (EN 1822)
	Srednje zadržavanje A_a				Srednja učinkovitost E_a					Inicijal. učinkovitost za MPPS
According to ASHRAE 52.1-1992	$A_a < 65\%$	$65\% \leq A_a < 80\%$	$80\% \leq A_a < 90\%$	$90\% \leq A_a$	$40\% \leq E_a < 60\%$	$60\% \leq E_a < 80\%$	$80\% \leq E_a < 90\%$	$90\% \leq E_a < 95\%$	$95\% \leq E_a$	$85\% < T_{(x=MPPS)} < 99.999995\%$

Klase filtracije prema ASHRAE St. 52

TABLE 15.3 Minimum Efficiency Reporting Value (MERV) Parameters

Standard 52.2 minimum efficiency reporting value (MERV)	Composite average particle size efficiency, % in size range, μm			Average arrestance, % by Standard 52.1 method	Minimum final resistance	
	Range 1 0.30–1.0	Range 2 1.0–3.0	Range 3 3.0–10.0		Pa	in. of water
1	n/a	n/a	$E_3 < 20$	$A_{avg} < 65$	75	0.3
2	n/a	n/a	$E_3 < 20$	$65 \leq A_{avg} < 70$	75	0.3
3	n/a	n/a	$E_3 < 20$	$70 \leq A_{avg} < 75$	75	0.3
4	n/a	n/a	$E_3 < 20$	$75 \leq A_{avg}$	75	0.3
5	n/a	n/a	$20 \leq E_3 < 35$	n/a	150	0.6
6	n/a	n/a	$35 \leq E_3 < 50$	n/a	150	0.6
7	n/a	n/a	$50 \leq E_3 < 70$	n/a	150	0.6
8	n/a	n/a	$70 \leq E_3$	n/a	150	0.6
9	n/a	$E_2 < 50$	$85 \leq E_3$	n/a	250	1.0
10	n/a	$50 \leq E_2 < 65$	$85 \leq E_3$	n/a	250	1.0
11	n/a	$65 \leq E_2 < 80$	$85 \leq E_3$	n/a	250	1.0
12	n/a	$80 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	n/a	250	1.0
13	$E_1 < 75$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	n/a	350	1.4
14	$75 \leq E_1 < 85$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	n/a	350	1.4
15	$85 \leq E_1 < 95$	$90 \leq E_2$	$90 \leq E_3$	n/a	350	1.4
16	$95 \leq E_1$	$95 \leq E_2$	$95 \leq E_3$	n/a	350	1.4

Note: The minimum final resistance shall be at least twice the initial resistance, or as specified above, whichever is greater.

Source: ANSI/ASHRAE Standard 52.2–1999. Reprinted with permission.

Klase filtracije prema EN779

DIN EN 779 ¹⁾

Srednje zadržavanje [%]

G 1	Aa < 65
G 2	65 ≤ Aa < 80
G 3	80 ≤ Aa < 90
G 4	90 ≤ Aa

Grubi filteri

Srednja učinkovitost [%]

F 5	40 ≤ Ea < 60
F 6	60 ≤ Ea < 80
F 7	80 ≤ Ea < 90
F 8	90 ≤ Ea < 95
F 9	95 ≤ Ea

Fini filteri

EUROVENT 4/9

Srednje zadržavanje [%]

EU 1	Aa < 65
EU 2	65 ≤ Aa < 80
EU 3	80 ≤ Aa < 90
EU 4	90 ≤ Aa

Srednji FCE ²⁾ [%]

EU 5	40 ≤ Ea < 60
EU 6	60 ≤ Ea < 80
EU 7	80 ≤ Ea < 90
EU 8	90 ≤ Ea < 95
EU 9	95 ≤ Ea

1) Zadržavanje i učinkovitost prema DIN EN 779 odgovaraju vrijednostima iz ASHRAE 52.1

2) Djelomična učinkovitost prikupljanja pri 0.4 µm (test aerosol: DEHS)

Klase filtracije prema EN1822

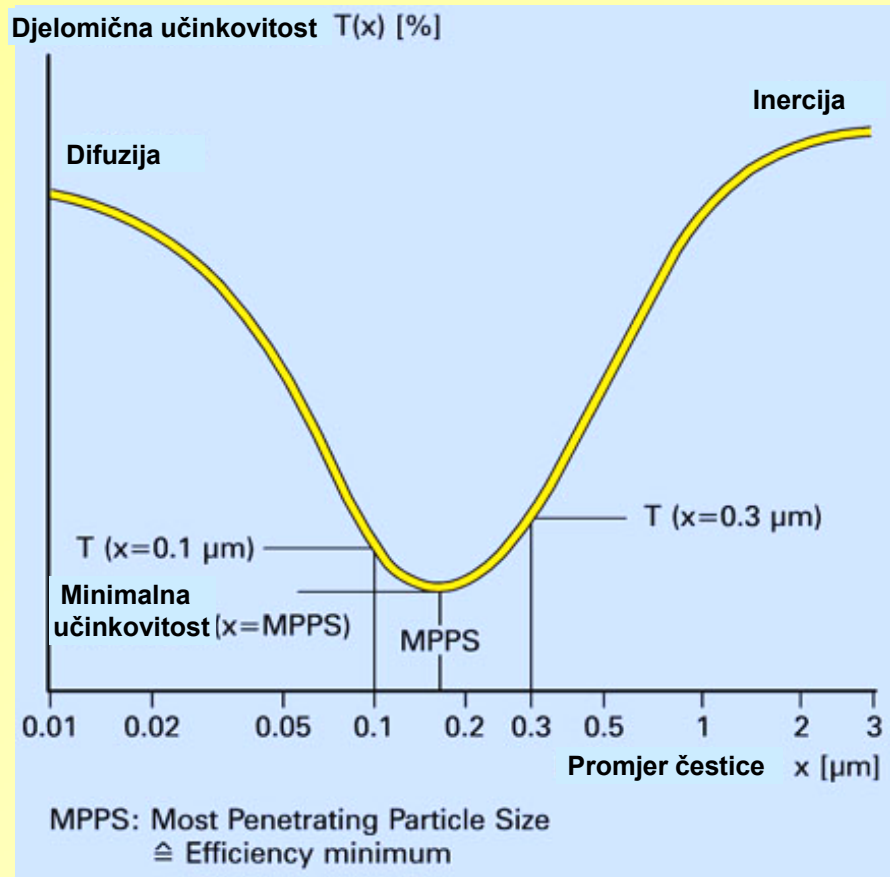
Klasa filtracije		Ukupna vrijednost		Lokalna vrijednost	
Prema DIN 24183	Prema EN 1822	Učinkovitost (%)	Propusnost (%)	Učinkovitost (%)	Propusnost (%)
EU 10	H 10	85	15	---	---
EU 11	H 11	95	5	---	---
EU 12	H 12	99.5	0.5	---	---
EU 13	H 13	99.95	0.05	99.75*	0.25*
EU 14	H 14	99.995	0.005	99.975*	0.025*
EU 15	U 15	99.9995	0.0005	99.9975	0.0025
EU 16	U 16	99.99995	0.00005	99.99975	0.00025
EU 17	U 17	99.999995	0.000005	99.9999	0.0001

Local penetration values lower than those given in the table may be agreed between supplier and purchaser.

* Leak detection for Classes H 13/H 14 can also be carried out with the oil-mist test.

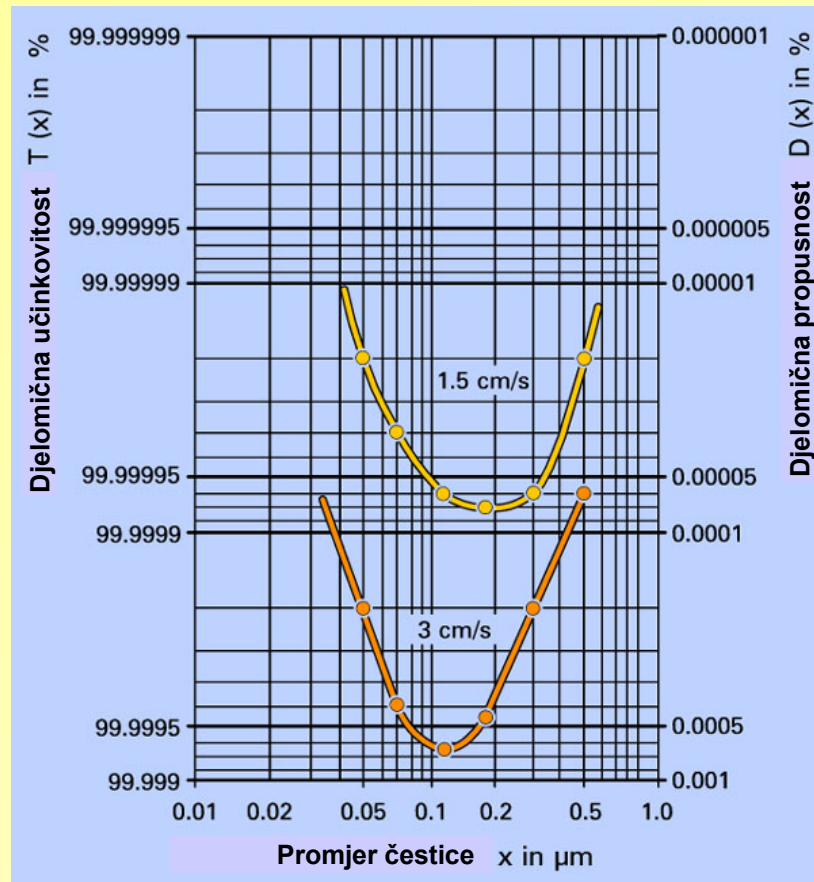
Klase filtracije prema EN1822

Krivulja učinkovitosti za apsolutne filtere



Klase filtracije prema EN1822

Utjecaj brzine strujanja zraka na učinkovitost i propusnost



Klase filtracije i klase čistih prostora

- sljedeće velike industrijske grane koriste čiste prostore u proizvodnji:

Farmacija/Biotehnologija; Mikroelektronika/Poluvodiči (većina novijih čistih prostora u proizvodnji poluvodiča su ISO 14644-1 klasa 5 ili čišće); Aeronautika (prostori velikog volumena s razinom čistoće ISO 14644-1 klasa 8 ili čišće); Aseptička prerada i pakiranje hrane; Automobilske lakirnice; Kristali; Laseri/Optika;...

Table 1 Comparison of Airborne Particle Concentration Limits from FS 209 and ISO/FDIS 14644-1

FS 209 Class	ISO Class	0.1 μm			0.5 μm			5.0 μm		
		Federal Standard 209		ISO	Federal Standard 209		ISO	Federal Standard 209		ISO
		Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³	Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³	Particles/ft ³	Particles/m ³	Particles/m ³
	1			10						
	2			100			4			
1	3	35	1230	1000	1	35	35			
10	4	345	12 200	10 000	10	353	352			
100	5	3450	122 000	100 000	100	3530	3520			29
1000	6	34 500	1 220 000	1 000 000	1000	35 300	35 200	7	247	293
10,000	7	345 000	1.22×10^7		10 000	353 000	352 000	65	2300	2930
100,000	8	3 450 000	1.22×10^8		100 000	3 530 000	3 520 000	700	24700	29 300
	9	3.45×10^7	1.22×10^9				35 200 000			293 000

Klase filtracije i klase čistih prostora

Klase čistoće US Fed. Std. 209 D US Fed. Std. 209 E	100,000 M 6.5	10,000 M 5.5	1,000 M 4.5	100 M 3.5	10 M 2.5	1 M 1.5	0.1
Klase čistoće VDI 2083	6	5	4	3	2	1	0
Strujanje zraka	Turbulentno miješajuće struj.		Prijelazno	Niskoturbulentno poprečno strujanje			
Filter na pov. stropa [%]	5 - 10	10 - 20	30 - 70	> 80	> 90		
Prvi stupanj filtracije DIN EN 779	G 4		F 5			F 6	
Drugi stupanj filtracije DIN EN 779 DIN 24183 / EN 1822	F 7			F 9 EU10/H10		EU10/H10 EU12/H12 EU13/H13	EU13/H13
Treći stupanj filtracije DIN 24183 / EN 1822	EU12/H12 EU13/H13	EU13/H13	EU14/H14	EU15/U15	EU16/U16	EU17/U17	

Osnovni tipovi filtera

- **Grubi filteri.** Koriste se za uklanjanje čestica ($5 \div 80 \mu\text{m}$) kao npr. prašine što se taloži na površinama, peludi i tekstilnih vlakana. Karakterizira ih mali pad tlaka, niska cijena i dobra učinkovitost za vlakna i krupnije čestice ($5 \mu\text{m}$ i veće), ali i relativno slaba učinkovitost za tipičnu atmosfersku prašinu. Najčešće su u izvedbi panelnih ili plisiranih filtera klase EN779 **G 1** i **2** (MERV 1,2,3,4) sa masenim zadržavanjem 65 do 75%. Obično su suhe i jednokratne izvedbe. U tu kategoriju spadaju trake iz sintetičkih, celuloznih ili staklenih vlakana s promjerom vlakna većinom iznad $10 \mu\text{m}$. Projektna brzina strujanja zraka kroz filterski medij obično je od 1.5 do 4 m/s. Filter se zamjenjuje novim kada se dosegne konačni pad tlaka propisan od proizvođača.

Osnovni tipovi filtera

- **Niskoučinski filteri.** Uključuju klase EN779 **G 3** i **4** (MERV 5,6,7,8) i koriste se za uklanjanje čestica prašine između 3 i 10 μm , npr. spora, plijesni, laka za kosu, cementne prašine i slično. Najčešće su u izvedbi plisiranih ili vrećastih filtera. Kao filterski medij koriste se prirodna, sintetička ili staklena vlakna, viskozna valovita žičana mreža i elektrostatički ispražnjena vlakna. Za sintetička i staklena vlakna promjer može varirati od 1 μm do nekoliko μm . Kako im iskoristivost raste, promjer i razmak između vlakana se smanjuju. Nastrujne brzine zraka većinom su oko 2.5 m/s što odgovara nastrujnim brzinama na izmjenjivače u klima jedinici. Plisirani filteri imaju površinu filtracije 2 do 8 puta veću od nastrujne površine, pa se brzina strujanja zraka nakon ulaska u filterski medij smanjuje na 0.25 do 0.5 m/s. Često se koriste u paketnim klima uređajima i klima jedinicama u komercijalnim i javnim zgradama, u radnim prostorima i u nešto zahtjevnijim stambenim aplikacijama.

Osnovni tipovi filtera

- **Srednjeučinski filteri.** Uključuju klase EN779 **F 5** i **6** (MERV 9,10,11,12) i koriste se za uklanjanje prašine veličine 1 do 3 μm kao što su plinovi kod zavarivanja, bakterije legionele i ugljena prašina. Za čestice veličine 1 to 3 μm učinkovitost je od $E_2 < 50 \%$ do $E_2 > 80 \%$. Izvedba je najčešće vrećasta ili kazetna s plisiranim materijalom povećane površine filtracije. Proizvode se od sintetičkih i staklenih vlakana promjera od $<1 \mu\text{m}$ do nekoliko μm . Brzine strujanja unutar medija su od 0.03 do 0.5 m/s, uz nastrujne brzine do 4 m/s. Koriste se u zahtjevnijim komercijalnim i industrijskim aplikacijama.

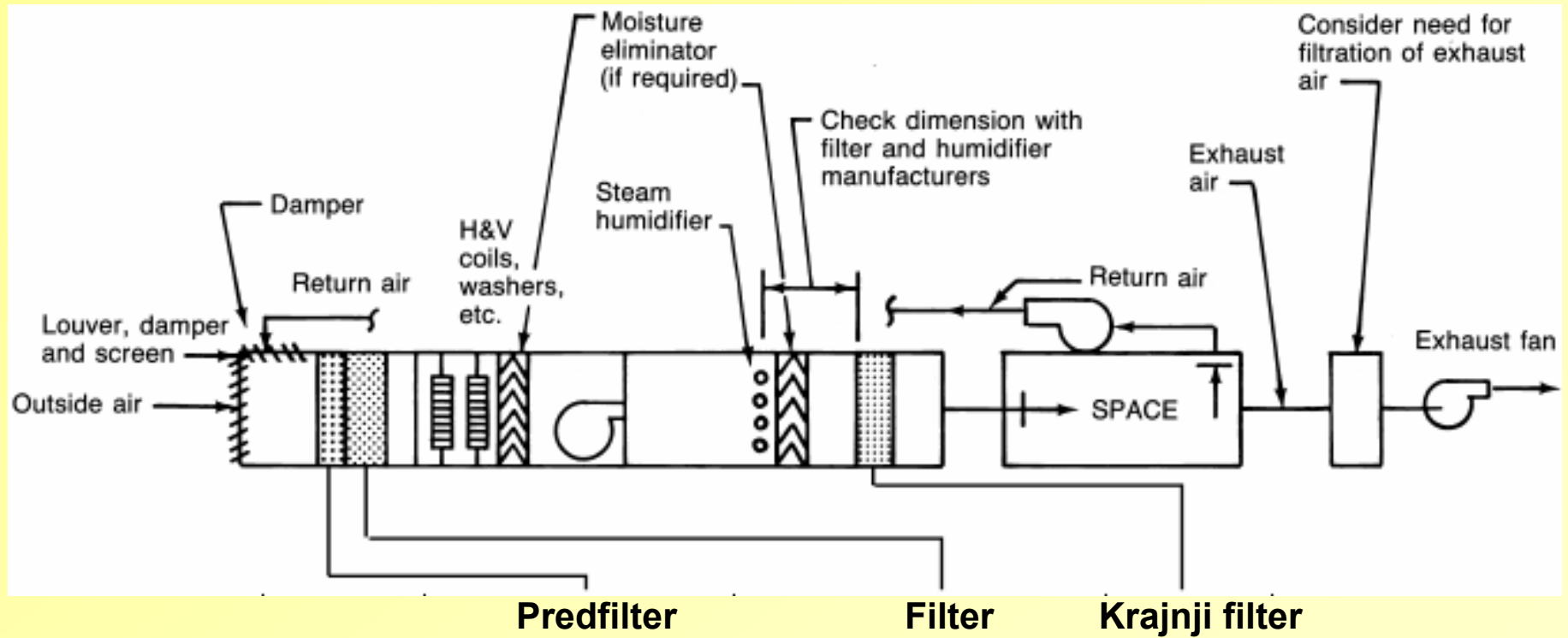
Osnovni tipovi filtera

- **Visokoučinski filteri.** Uključuju klase EN779 **F 7,8 i 9** (MERV 13,14,15,16) i koriste se za uklanjanje čestica od 0.3 do 1 μm , npr. bakterije, virusi, isparenja od kuhanja, dim. Za čestice veličine od 0.3 do 1 μm učinkovitost je od $E_1 < 75 \%$ do $E_1 > 95 \%$. Filterski medij je od sintetičkih ili staklenih vlakana promjera $< 1 \mu\text{m}$. Često su u izvedbi plisirane trake s patronom te vrećastog ili kazetnog filtera. Brzine strujanja unutar medija su od 0.03 do 0.5 m/s, uz nastrojne brzine do 4 m/s. Često im prethodi nisko- ili srednjeučinski prefilter kako bi im se produžio radni vijek. Često se koriste u zračnim sustavima za bolnice, visokozahtjevne komercijalne zgrade i radionice precizne mehanike.

Osnovni tipovi filtera

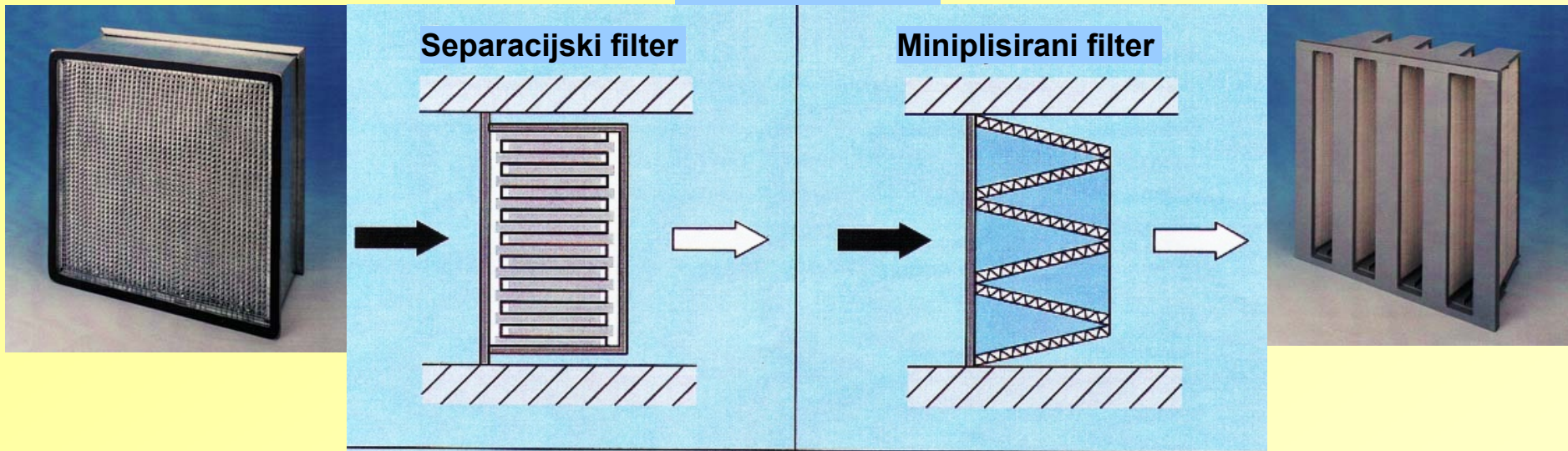
- **Ultravisokoučinski filteri. HEPA** (eng. *high efficiency particulate air*) filteri imaju učinkovitost od 99.97 % za čestice $\geq 0.3 \mu\text{m}$ prema DOP test metodi. **ULPA** (eng. *ultra-low penetration air*) filteri imaju učinkovitost 99.999 % za čestice $\geq 0.12 \mu\text{m}$ prema DOP test metodi. Filterski medij je od staklenih vlakana promjera $<1 \mu\text{m}$ koja se plisiraju u čvrste papirne trake. Veća vlakna služe za učvršćenje strukturne mreže. Površina filtracije može biti 50 puta veća od prednje površine filtera, uz nastrujne brzine zraka od 1 do 2 m/s i pad tlaka od 160 do 340 Pa za čist filter. Nastrujna brzina za HEPA/ ULPA filtere može se povećati do 2.5 m/s. Brtvljenje između medija i okvira filtera, te između okvira i vanjske brtve je kritično za propuštanje i učinkovitost. Za produljenje radnog vijeka prethodi im jedan srednjeučinski prefilter ili dva: po jedan nisko- i srednjeučinski filter ispred HEPA/ULPA filtera. Služe za uklanjanje čestica kao što su slobodni virusi, ugljična prašina, dim od izgaranja i radonski spojevi. Koriste se za čiste prostore u mikroelektroničkoj i farmaceutskoj industriji, preciznoj mehanici i u OP dvoranama u bolnicama.

Tipičan primjer ugradnje filtera

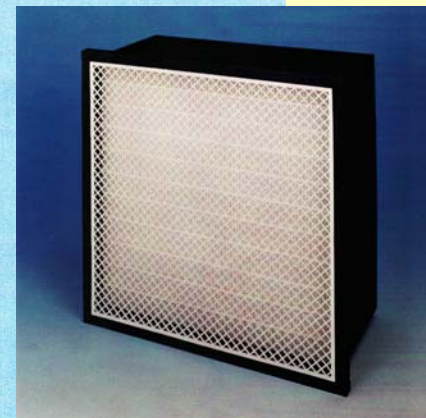
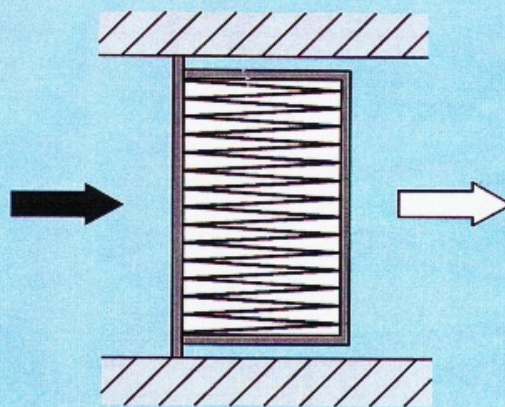


Osnovni tipovi filtera s površinskim uklanjanjem čestica

KAZETNI FILTER



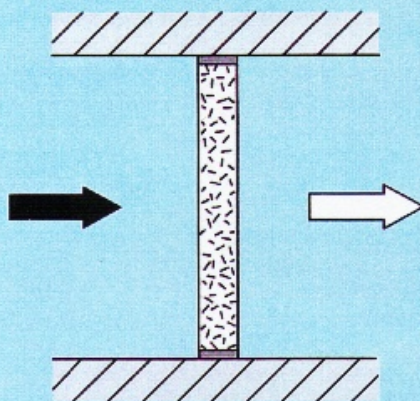
Maksiplisirani filter



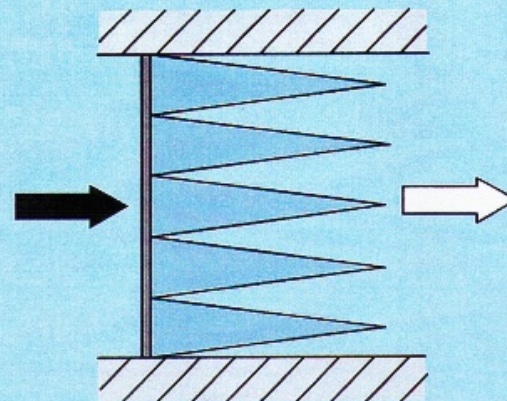
Osnovni tipovi filtera s dubinskim uklanjanjem čestica



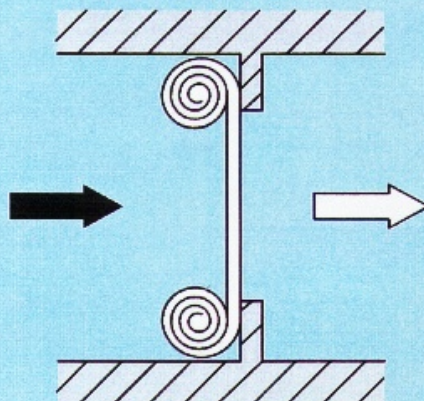
Filterska traka



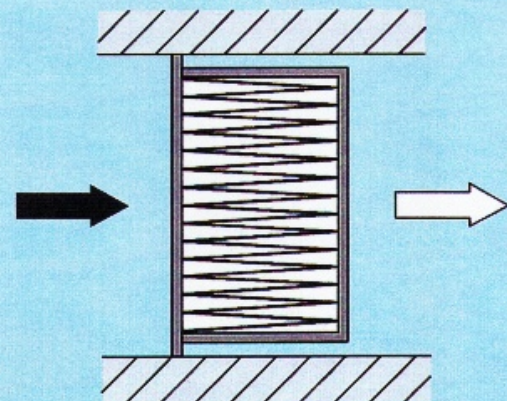
Vrećasti filter



Rot - filter



Panelni filter



Osnovni tipovi konstrukcije filtera

- **Filtracija čestica**

- Filterska traka
- Panelni filter
- Vrećasti filter
- HEPA filter

$$\Delta p = 20 - 600 \text{ Pa}$$

$$v = 0,02-2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$$

$$c_{\text{raw}} < 5 \text{ mg}/\text{m}^3$$

- **Otprašivanje
(uklanjanje prašine)**

- Filterske vreće
- Filterske patrone

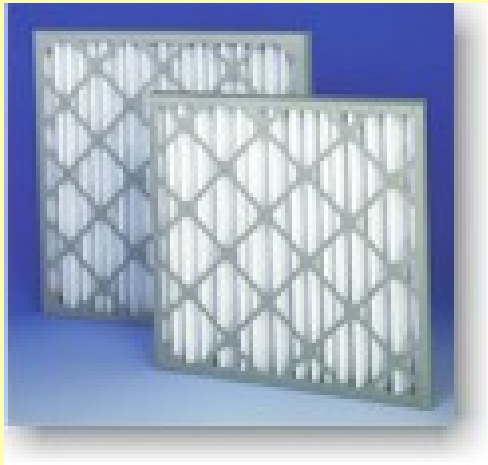
$$\Delta p = 1000 - 3000 \text{ Pa}$$

$$v = 0,005-0,05 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ s}$$

$$c_{\text{raw}} > 5 \text{ mg}/\text{m}^3$$

Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Panelni filteri. Izrađuju se od visokoporoznih grubih vlakana. Ugradbena dubina filtera uglavnom je između 15 do 100 mm. Pojedinačni paneli dostupni su u standardnim (600 mm x 600 mm) i posebnim veličinama. Obično se koriste u stambenim aplikacijama ili kao prefilteri za visokoučinske filtere. Zamjenjuju se pri krajnjem padu tlaka oko 120 Pa.



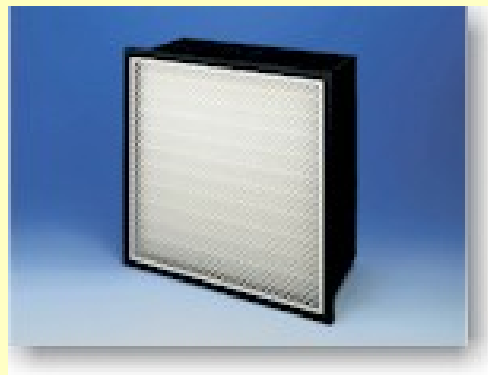
Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Pomični rol – filteri. Automatski se premotavaju elektromotornim pogonom prema signalu s tlačne sklopke ili tajmerom. Regulacija preko tlačne sklopke mjeri pad tlaka na filteru i uključuje/isključuje pogon za premotavanje prema gornjoj, odnosno donjoj postavljenoj vrijednosti. To štedi materijal, ali osjetnici statičkog tlaka trebaju biti pravilno montirani i izvan utjecaja pomicanja regulacijskih zaklopki klima jedinice. Većina sustava regulacije preko tlaka ne radi dobro u praksi. Regulacija tajmerom pomaže izbjegavanju navednih problema; ciklus premotavanja može se podesiti za osiguravanje pogona uz prihvatljivu potrošnju filterskog medija. Otpor strujanja od 100 do 125 Pa tipičan je za ove filtere.



Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Filteri s povećanom površinom. Koriste medij od različitih vrsta vlakana različite debljine, promjera i gustoće. Koriste se sintetička, celulozna, staklena vlakna i drugi materijali. Filterski medij obično se ugrađuje u okvir u obliku vreća te plisiran u pravokutni ili V-oblik. U nekim konstrukcijskim rješenjima medij se drži sam usljed vlastite krutosti ili usljed napuhavanja zrakom u povećanje oblika kao primjerice vrećasti filteri. Plisiranje osigurava velik omjer između površine filtracije i prednje površine filtera, omogućujući tako prihvatljiv pad tlaka uz male brzine strujanja zraka kroz medij. Početni pad tlaka je obično od 25 do 250 Pa. Zamjena se vrši pri konačnom padu tlaka od 125 Pa za filtere s nižim otporom i 500 Pa za filtere s najvišim otporom strujanju. Ugradbena dubina varira od 100 do 900 mm.



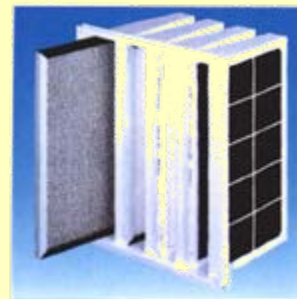
Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Ultravisokoučinski filteri. HEPA/ULPA filteri izrađuju se u konfiguraciji s povećanom površinom i s dubokim naborima papira od submikrometarskih staklenih vlakana. Standardne dimenzije su 610 x 610 x 292 mm. Filteri se koriste za nastrujne brzine u kanalu oko 1.5 m/s, uz pad tlaka u rasponu od 120 do više od 500 Pa tijekom radnog vijeka. Ovi filteri su uobičajeni u čistim prostorima, laboratorijima, OP dvoranama i aplikacijama u nuklearnoj tehnici.



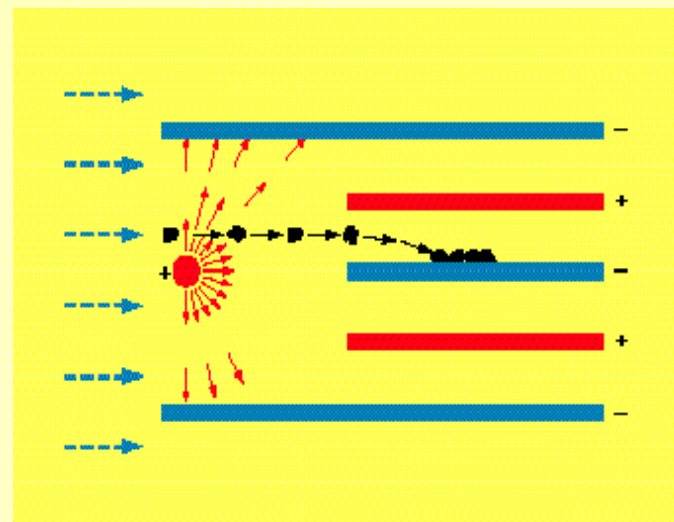
Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Adsorpcijski filteri. Adsorberi s aktivnim ugljenom često se koriste za uklanjanje neugodnih mirisa i isparenja (uključujući hlapljive organske spojeve unutar prostora, eng. *VOC*) iz struje zraka. Adsorpcija fizikalno predstavlja kondenzaciju plina ili pare na aktivnoj supstanci, koja je visokoporozna. Kad zrak struji kroz tipičan ventilacijski sustav brzinom od 2 do 2.5 m/s, pripadajući padovi tlaka su između 50 i 100 Pa. Općenito, pri većoj vlažnosti i temperaturi zraka opada kapacitet adsorpcije aktivnog ugljena. Granična vrijednost – maksimum radne temperature je +38°C.



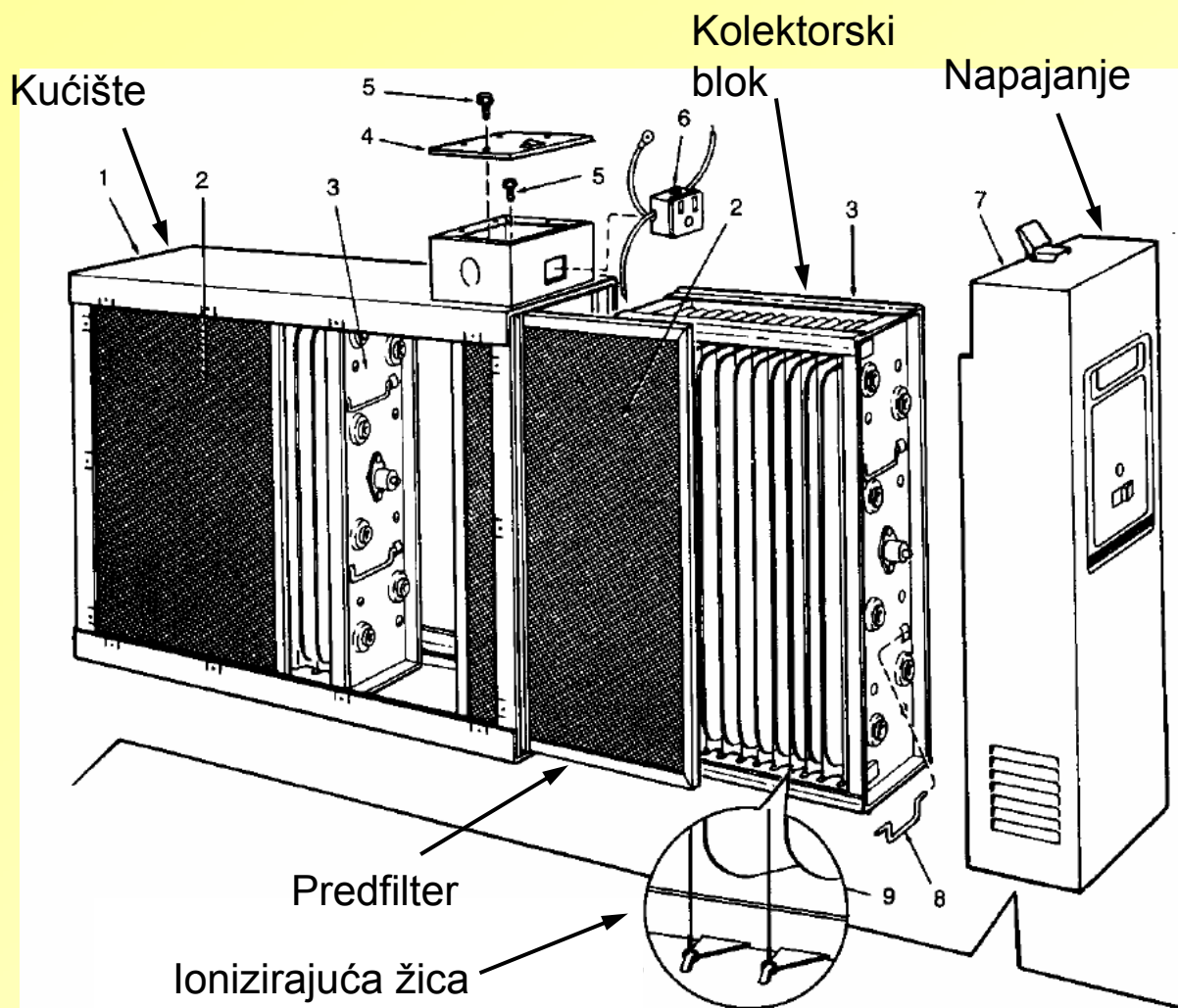
Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Elektrostatički/električki filteri. Koriste efekt privlačenja između čestica različitog električkog naboja (+/-). Elektrostatička izvedba koristi saće (PP) koje privlači čestice prašine suprotnog naboja, a naboj saća proizvodi strujanje zraka kroz filter. Električka verzija koristi električno napajanje – ionizirajuće žice daju česticama prašine (+) naboj, a zatim ih na kolektorskom bloku privuku ploče s (-) nabojem. Pripadajući padovi tlaka su između 50 i 100 Pa. Ugrađuju se u povratni kanal prije odsisnog ventilatora, a u slučaju filtriranja vanjskog zraka minimalna radna temperatura je +4°C.



Osnovni tipovi konstrukcije filtera

Električni filteri. Osnovni sastavni dijelovi:



Mogući uzroci slabe filtracije zraka

- Neučinkovitost filtera
- Prodor nečistog zraka
 - kroz filter
 - između filtera i okvira
 - između okvira i kućišta/susjednog okvira
- Oštećenje filtera: poderani, probušeni
- Neispravna ugradnja filtera
- Slabo održavanje filtera

Ugradnja zračnog filtera

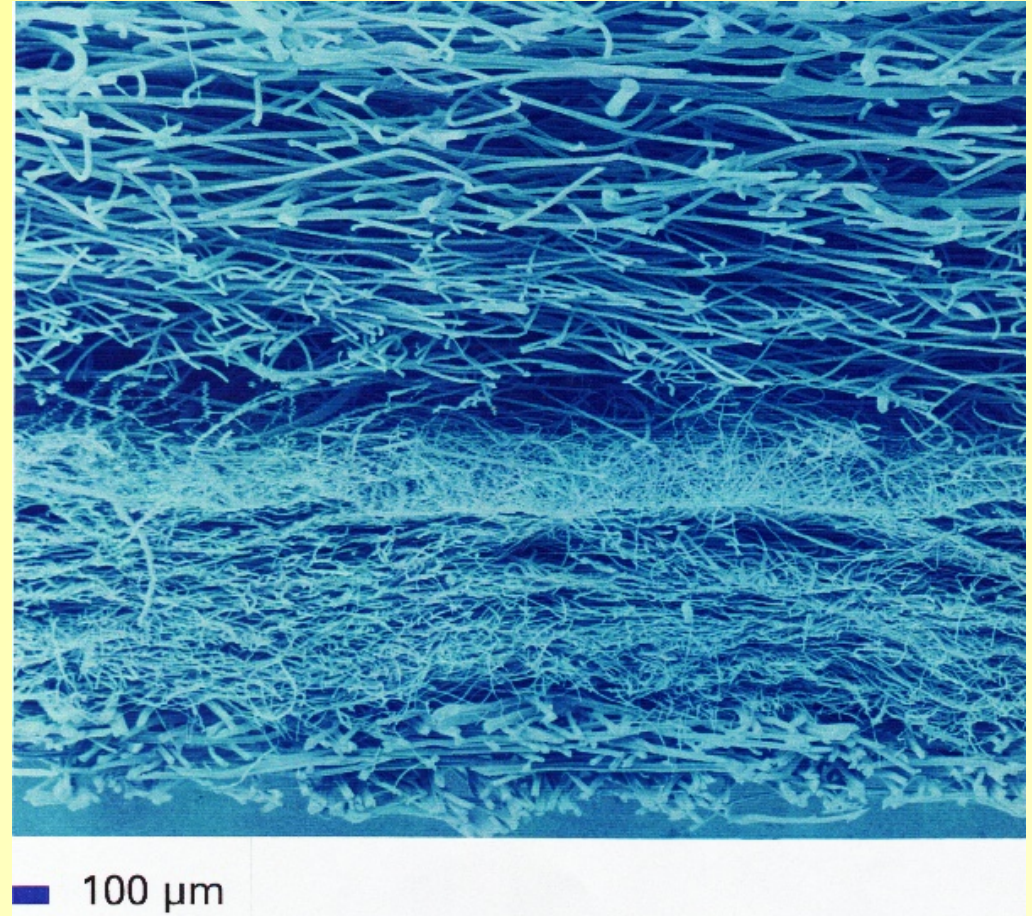
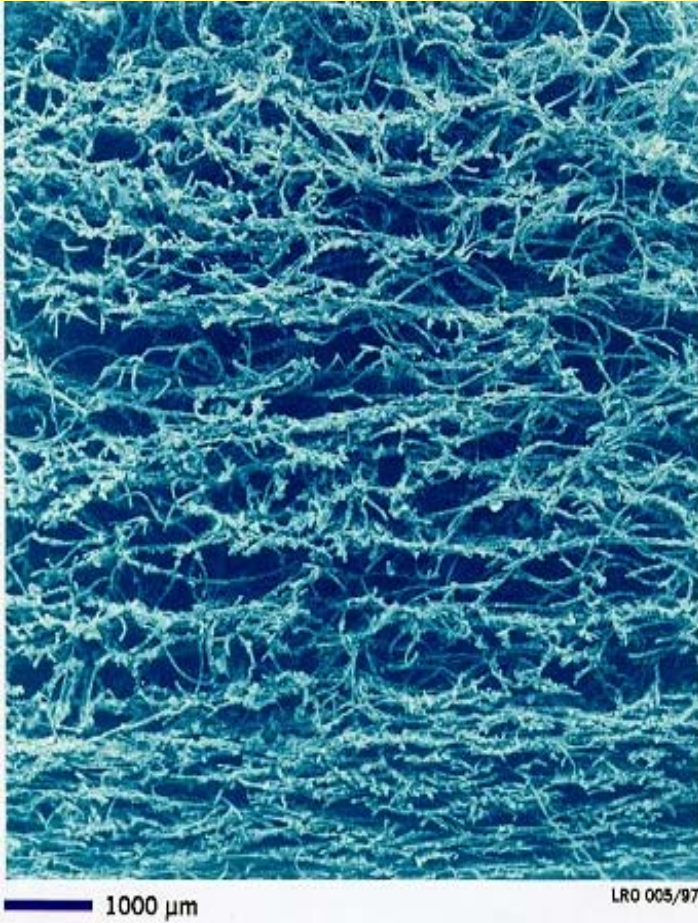
-važni zahtjevi na instalaciju filtera koji omogućuju odgovarajuću učinkovitost su:

- Filter mora imati dovoljan kapacitet u odnosu na količinu zraka i količinu prašine s kojima treba rukovati. Preopterećenje od 10 do 15% je gornja dopustiva granica. Ako će se količina zraka u sustavu naknadno povećavati, treba odmah ugraditi veću filtersku sekciju.
- Filter mora odgovarati pogonskim uvjetima, kao što su: količina prašine u vanjskom zraku, potrebna razina čistoće zraka, tip pogona, brzina strujanja zraka, dozvoljeni pad tlaka, pogonska temperatura.
- Filter mora odgovarati sustavu održavanja.

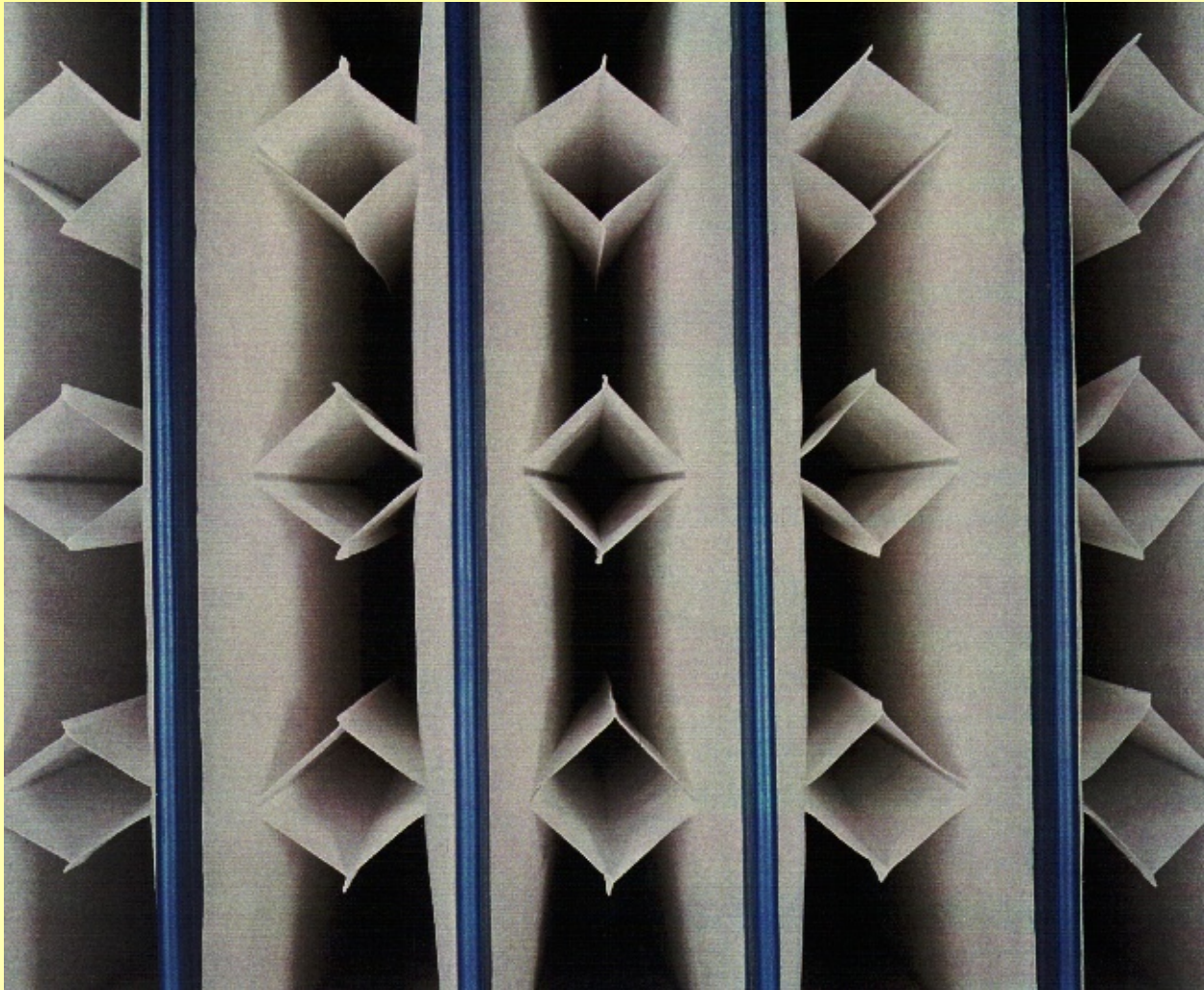
Ugradnja zračnog filtera

- filteri se ugrađuju na usis vanjskog zraka u zgradu i u recirkulacijske i obilazne kanale. Prvi i drugi filterski stupanj (u 3-stupanjskom sustavu) smješta se ispred grijača, hladnjaka i drugih elemenata sustava klimatizacije radi zaštite opreme od prašine.
- ako visokoučinski filteri štite kritične prostore kao što su čisti prostori, zadnji stupanj filtracije treba ugraditi što bliže prostoru da se spriječi onečišćenje između filtera i istrujnog otvora. Krajnji slučaj predstavljaju prostori s jednosmjernim strujanjem zraka, gdje čitav strop ili zid postaje krajnja filterska sekcija.
- filtere treba ugraditi tako da je prednja površina okomita na struju zraka kad god je to moguće.
- početni, srednji i krajnji padovi tlaka tijekom pogona, koji značajno utječu na potrošnju energije i trajnost filtera i zračnog sustava, moraju biti poznati. Praćenje pada tlaka na filteru direktno utječe na njegov učinak.

Netkani filterski medij



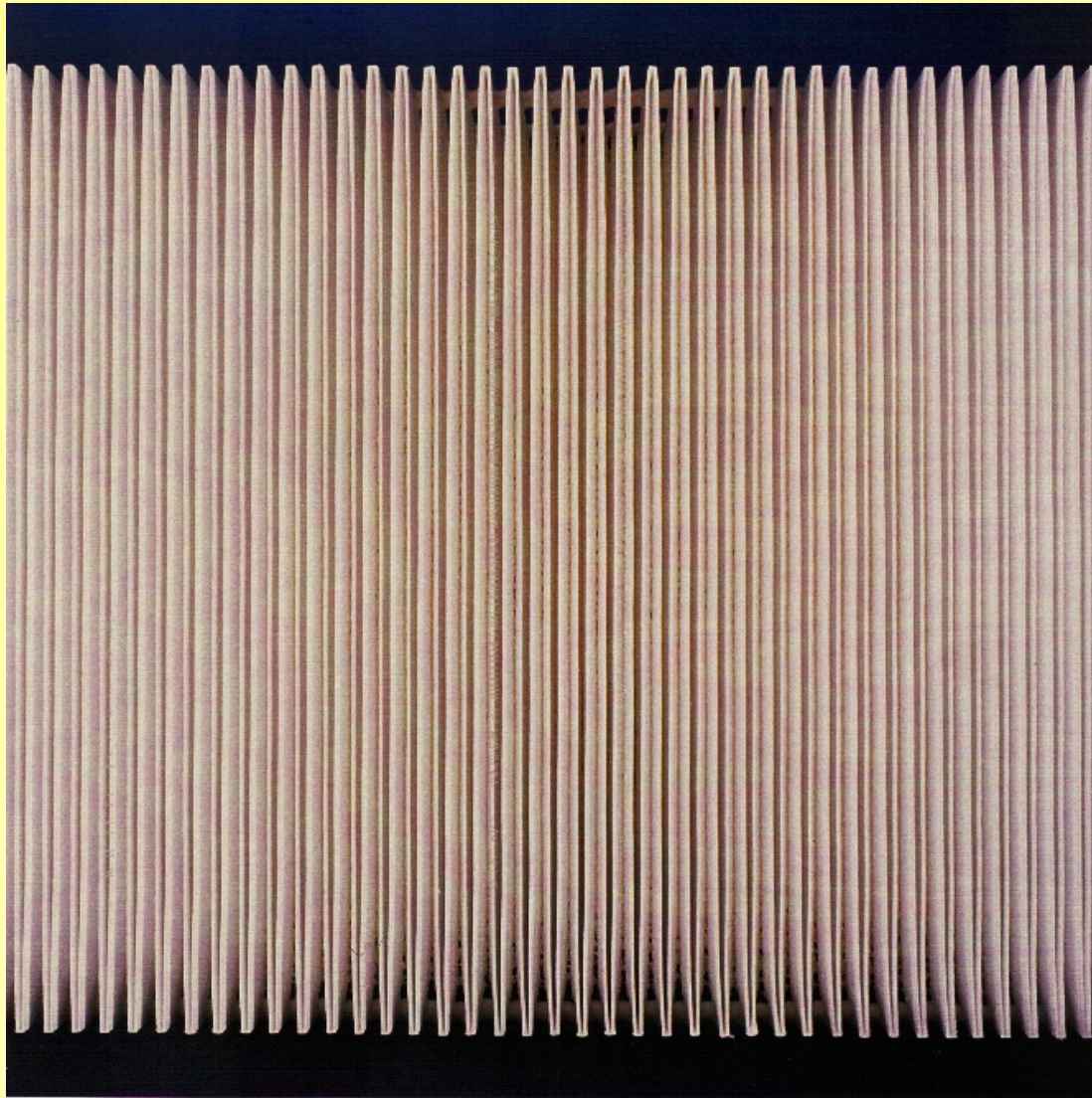
Stabilizatori na vrećastom filteru



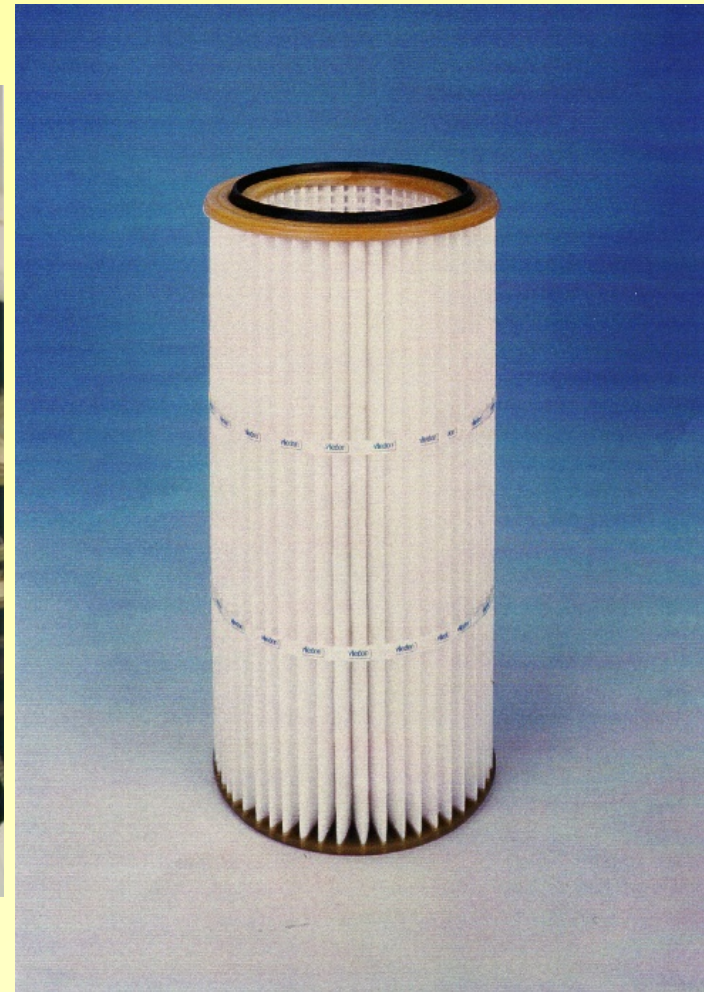
Stabilizatori/razmaknice na apsolutnom filteru



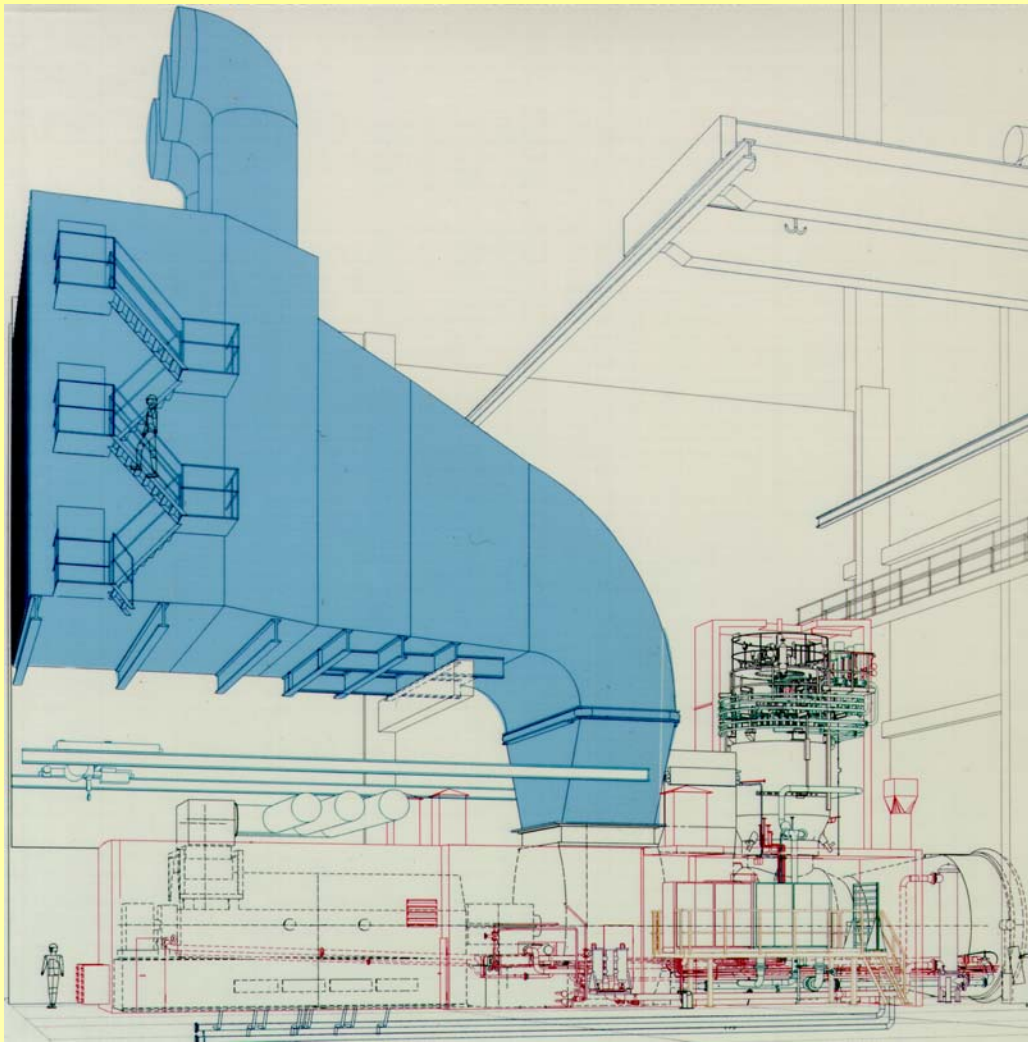
Materijal u kazetnom plisiranom filteru



Filterska patrona



Usis zraka plinske turbine



Laboratorij



Punonica tekućih lijekova



Lakirnica



OP dvorana

