

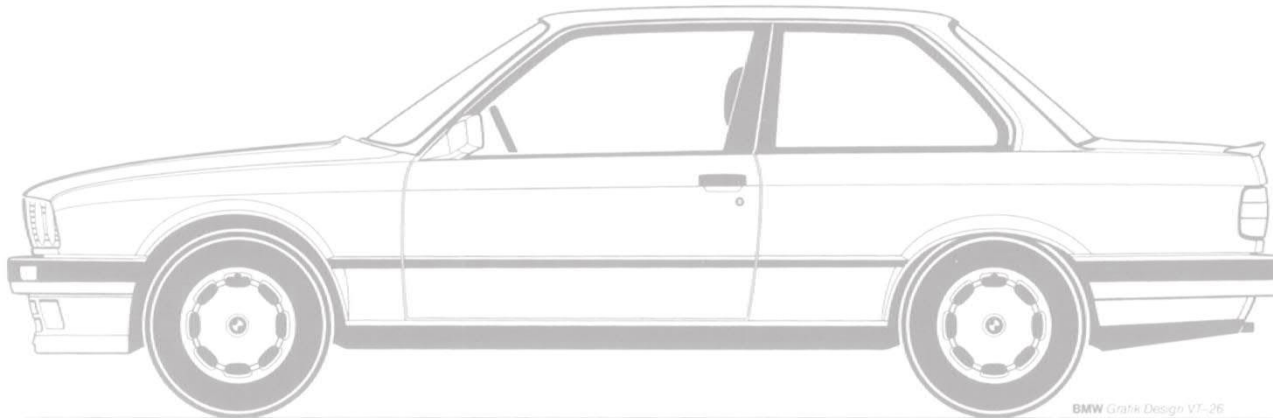
Gépészmérnök mesterszak (MSc)
BMEGEÁTMG01 Hő- és áramlástan
MÉRÉSI FELADAT BEMUTATÓ



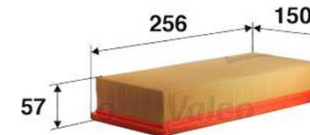
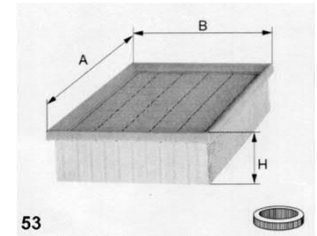
H06 SZEMÉLYAUTÓ LÉGSZŰRŐK ÖSSZEHASONLÍTÓ MÉRÉSE

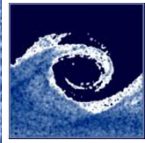


Mérésfelelős:
Dr. Suda Jenő Miklós
Benedek Tamás



BMW 318is





BEVEZETÉS

MI A LEVEGŐSZŰRŐ ALKALMAZÁSÁNAK CÉLJA?

A teljes motor fordulatszám tartományban minél nagyobb $\eta(x)$ frakció leválasztási hatásfokkal és minél kisebb Δp_{filter} nyomásveszteség árán megtisztítani a beszívott levegőt a szennyező részecskéktől.

$\eta(d_p)$ frakcióleválasztási hatásfok (I. jelleggörbe):
Tiszta levegő biztosítása: az égéshez szükséges, a motor által beszívott levegő megszűrése a különböző szennyező részecskéktől.

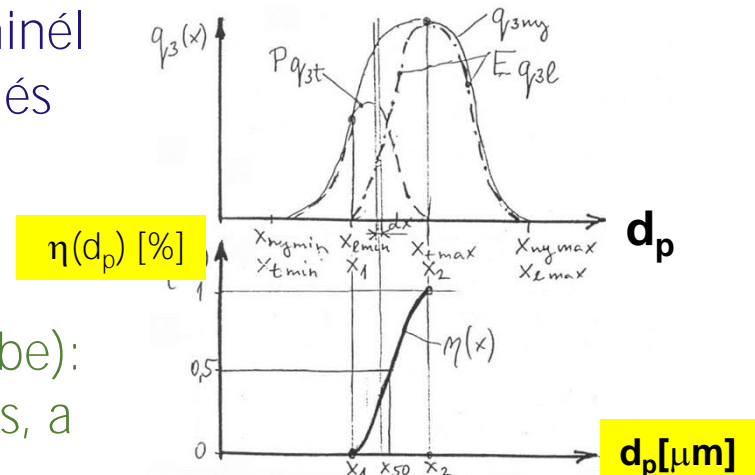
KÖVETKEZMÉNY:

A motor hasznos teljesítménye csökken:

$$P_{\text{veszt}} = \Delta p_{\text{filter}} \cdot q_v \text{ [W]}$$

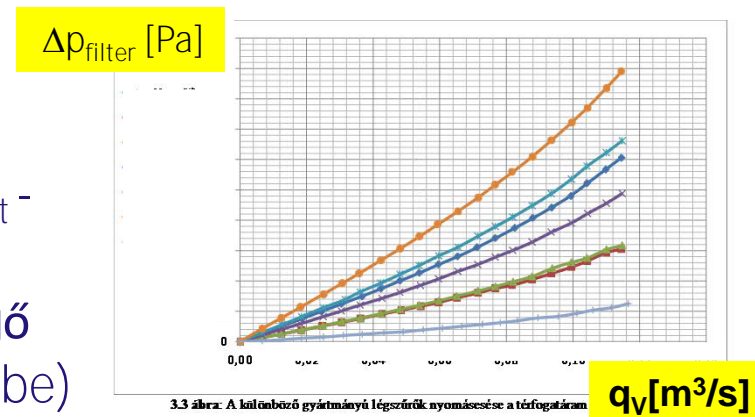
mivel a levegőt át kell áramoltatni a Δp_{filter} nyomásveszteségű légszűrőn. A motor n_{alaptart} - n_{max} üzemi fordulatszám-tartománya meghatározza a szűrőn átáramoltatandó levegő mennyiségét (q_m [kg/s], q_v [m³/s]) (II. jelleggörbe)

I. jelleggörbe

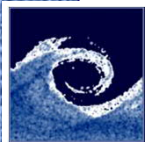


7.3. ábra A frakcióleválasztási görbe és frakcióleválasztási fok

II. jelleggörbe



3.3 ábra: A különböző gyártmányú légszűrők nyomásesése a térfogatáram



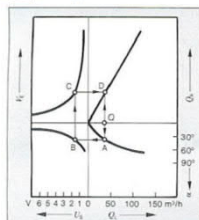
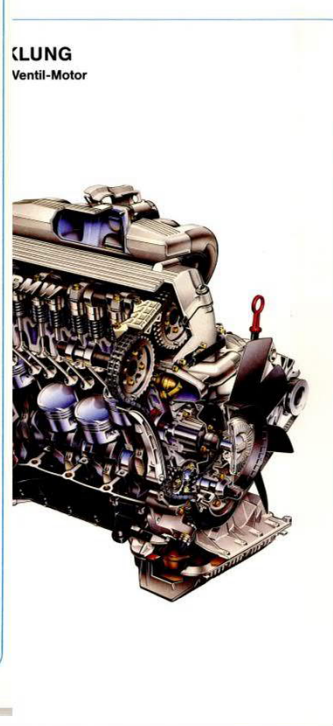
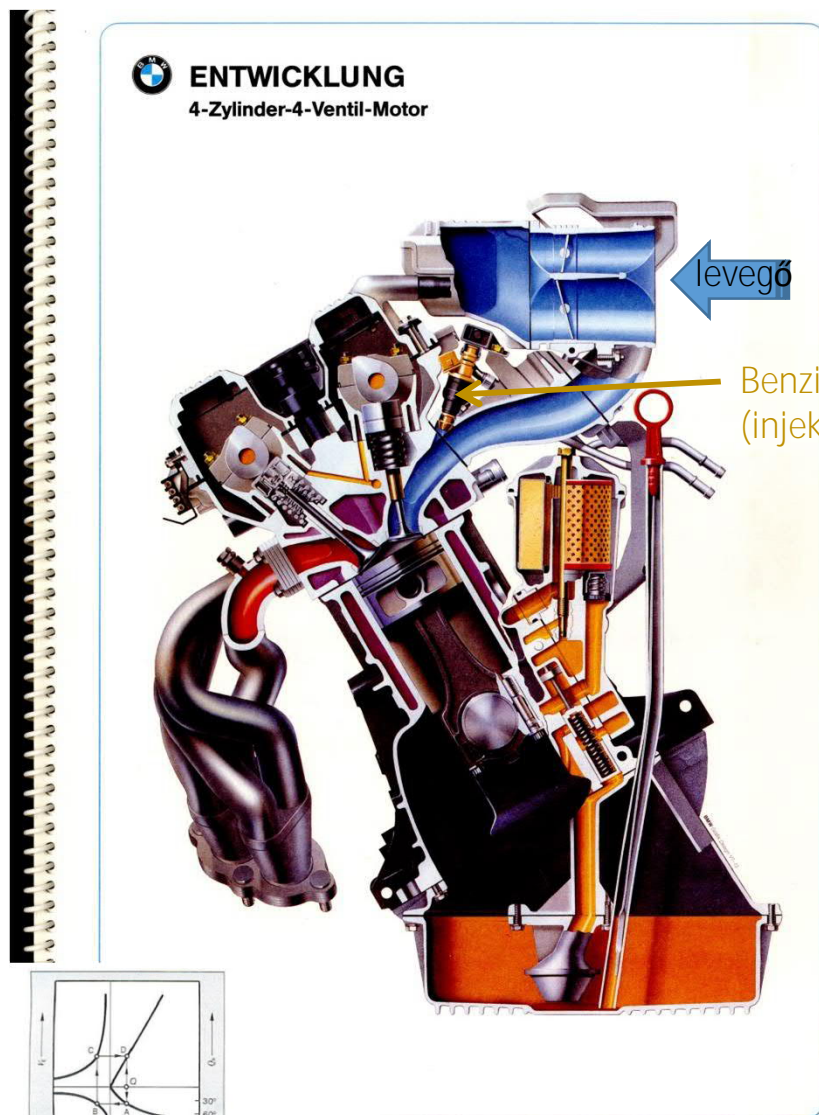
MIÉRT KELL LEVEGŐ?

MCU (Motor Control Unit) DME (Digital Motor Electronic) végzi az üzemanyag-befecskendezés szabályozását.

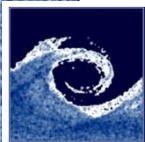
Cél: $\lambda=1$. Ehhez mérések szükségesek!

DME: „air-flow-meter” + „injection timing”

- Légtömegáram (AFM, torlólap szögállást mér)
- Levegő hőmérséklet (hőfilm szonda)
- Gázpedál-állás (pillangószelep szögállás)
- ford. szám (főtengely), „henger-felismerés”
- λ -szonda



7. ábra A levegőmennyiség-mérő Térfogatáram - Torlólap állásszög - Kimenő feszültség - Befecskendezett üzemanyag mennyiség karakterisztikája



BEVEZETÉS – HOL VAN A LÉGSZŰRŐ?



Típus: BMW 318iS (E30) 1990/01

Motorkód: M42B18, 1796 cm³, 4 Cyl, 16V

$P_{max} = 100 \text{ kW}/136 \text{ le @ 6000rpm}$

$M_{max} = 172 \text{ Nm @ 4600rpm}$

$n_{idle} = 850 \pm 40 \text{ rpm}$, $n_{shut-off} = 6500 \pm 40 \text{ rpm}$

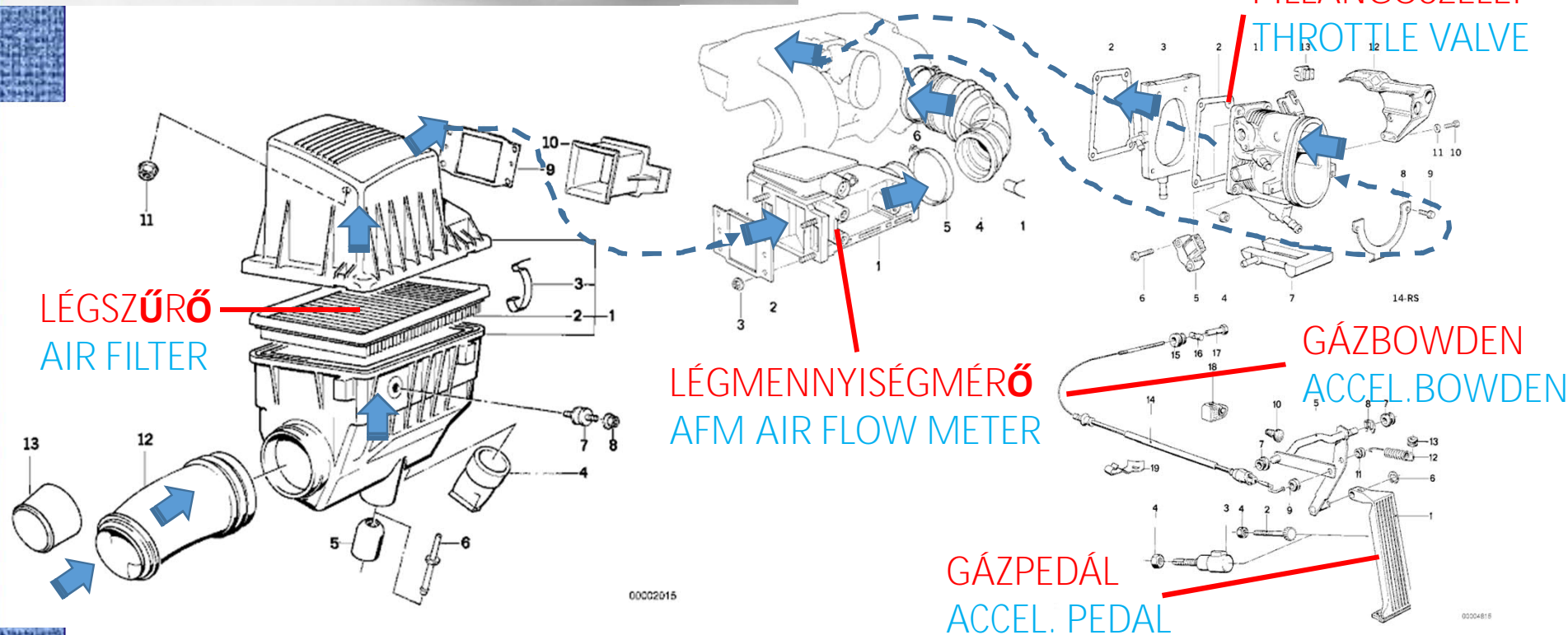
AFM = légmennyiségmérő (AFM = air flow meter)

Bosch Nr. 0 280 202 203

Vezérlés: DME (Digital Motor Electronic) M1.7

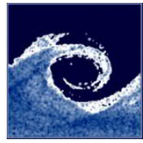
PILLANGÓSZELEP

THROTTLE VALVE



00002015

00004818



MÉRŐSTAND = M1:1 „modellberendezés”

Bal belső lámpatakaró
Levegő bevezető cső

Légszűrőház alsórész

Légszűrő

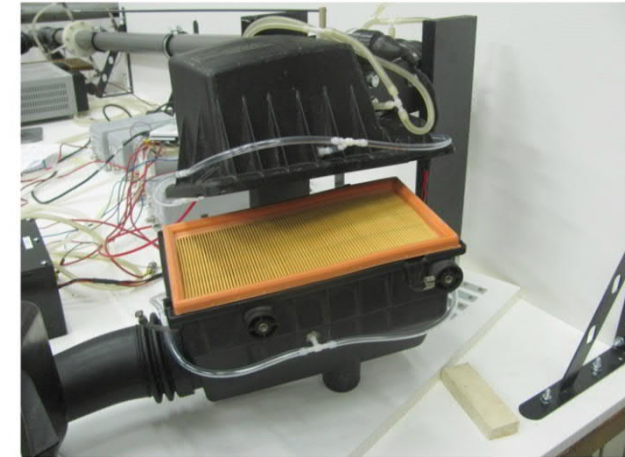
Légszűrőház felsőrész

AFM légmennyiség-mérő egység

Könyökidom

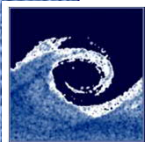
Pillangószelep

Gázbowden

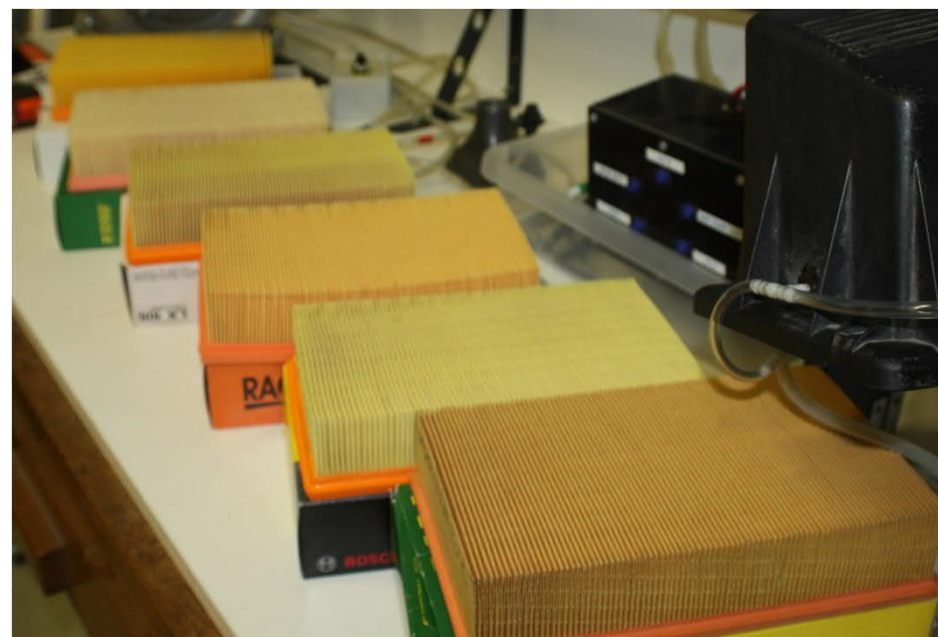


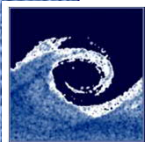
3. ábra Szét szerelt légszűrőház a szűrővel





FELHASZNÁLÓ KÉRDÉSE – MELYIKET VÁLASSZAM?





MELY PARAMÉTERE ALAPJÁN VÁLASSZAK SZŰRŐT?

MÉRET ?? (A×B×H) ??

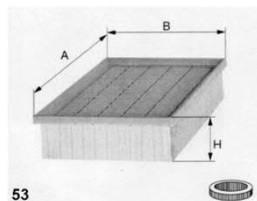
A_f felület ?

2.1 táblázat: Az egyes légszűrő gyártmányok

			<i>hosszúság</i>	<i>szélesség</i>	<i>magasság</i>	<i>lamella pár</i>
	<i>Név</i>	<i>Cikkszám</i>	a [mm]	b [mm]	h [mm]	n_{lam} [db]
1	Mann Filter	C26110/1	245	137	48	86
2	Bosch	1457429964	243	137	47	75
3	Mahle Knecht	LX105	240	137	47	75
4	Racer	R3152	243	138	48	88
5	Tecneco	AR334PM	240	137	48	92
6	Unix	P161 H13-02-2564	240	137	46	74
7	K&N	33-2059	118	232	19,4	19

3.2 táblázat: Az egyes légszűrők szűrőfelületei

<i>Név</i>	<i>Össz-szűrőfelület</i>	
	[mm ²]	[m ²]
Mann Filter	1131072	1,1311
Bosch	965850	0,9659
Mahle Knecht	965850	0,9659
Racer	1165824	1,1658
Tecneco	1209984	1,2100
Unix	932696	0,9327
K&N	211482	0,2115



53

GYÁRI

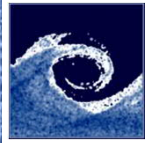
„GYÁRI”

(MITŐL?) „SPORT”

ÁR ALAPJÁN ? .-Ft ?

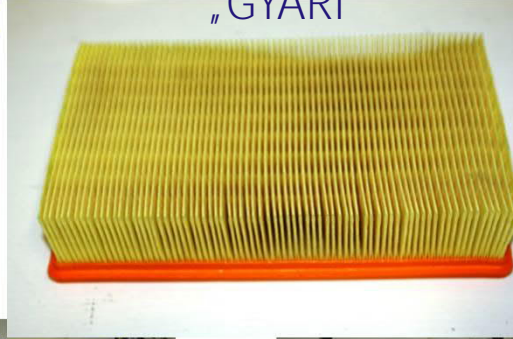
3.3 táblázat: Az egyes légszűrők árai

<i>Név</i>	<i>Cikkszám</i>	<i>Ár [Ft]</i>
BMW	13721715881	5821 + ÁFA
Mann Filter	C26110/1	5633 + ÁFA
Bosch	1457429964	2830 + ÁFA
Mahle Knecht	LX105	3149 + ÁFA
Racer	R3152	2135 + ÁFA
Tecneco	AR334PM	2389 + ÁFA
Unix	P161 H13-02-2564	1130 + ÁFA
K&N	33-2059	17849 + ÁFA
K&N Recharger Air Filter Cleaning Kit	99-5000EU	3519 + ÁFA



LÉGSZŰRŐK

„GYÁRI”



2.2 ábra: Mann Filter légszűrő



2.3 ábra: Bosch légszűrő



2.4 ábra: Mahle Knecht légszűrő



2.5 ábra: Racor légszűrő

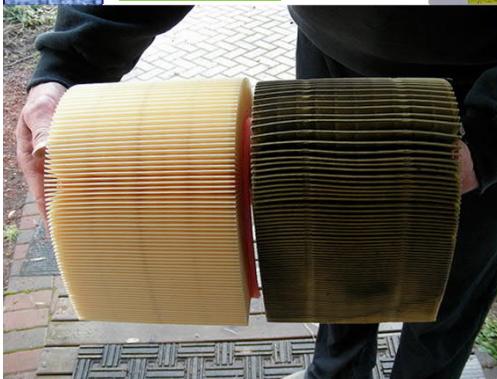


2.6 ábra: Tecneco légszűrő



2.7 ábra: Unix légszűrő

CSERE



(MITŐL?) „SPORT”

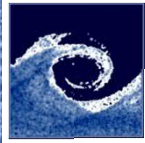


2.8 ábra: K&N sport légszűrő

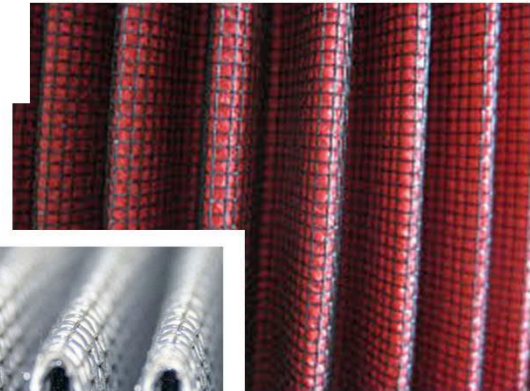
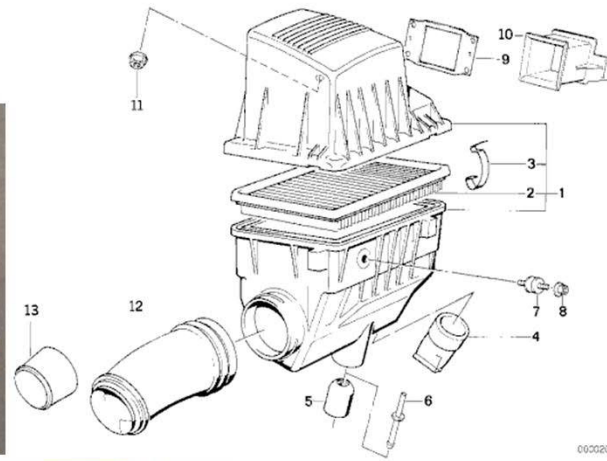
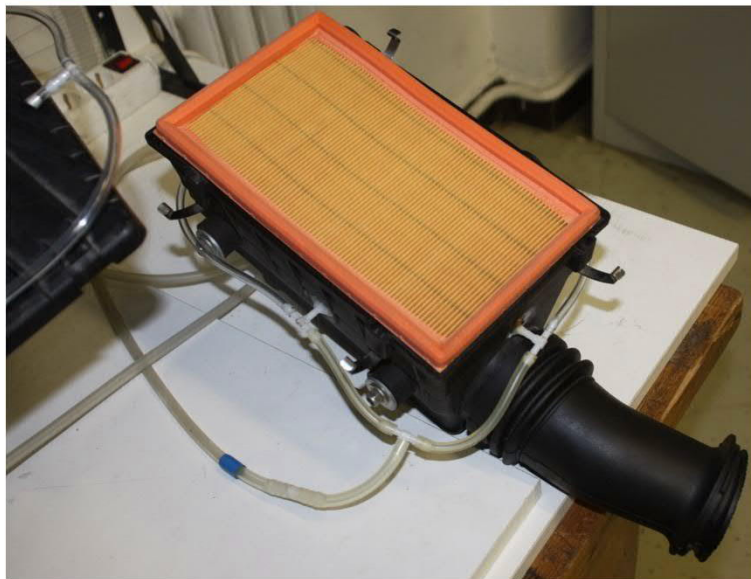
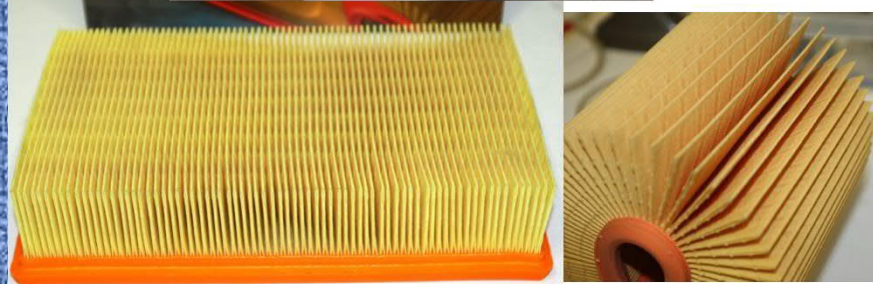


TISZTÍTÁS

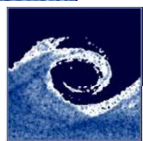




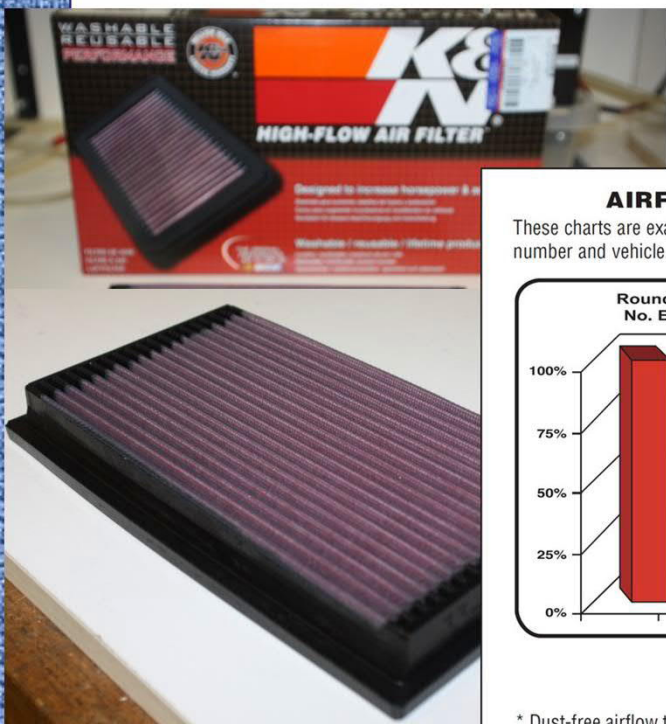
LÉGSZŰRŐK



0002015

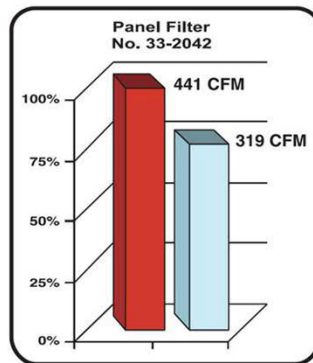
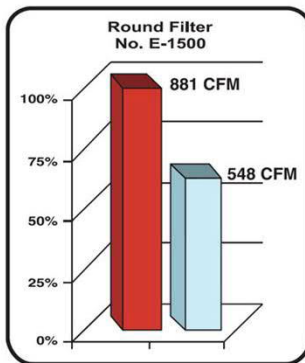


MITŐL „SPORT” ?



AIRFLOW COMPARISON CHARTS*

These charts are examples of individual filters. Results will vary depending on part number and vehicle. Complete test protocol and results available at knfilters.com

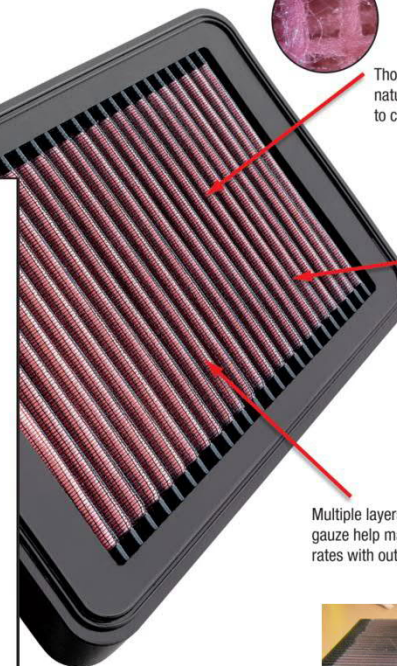


K&N Washable Reusable Air Filter (Red bar)
Average Disposable Aftermarket Air Filter (Blue bar)

* Dust-free airflow tests performed on laboratory equipment. These tests measure airflow of clean air filters in cubic feet per minute (CFM) at 1 1/2" of water pressure drop. Actual airflow rates will vary for these or other part numbers.

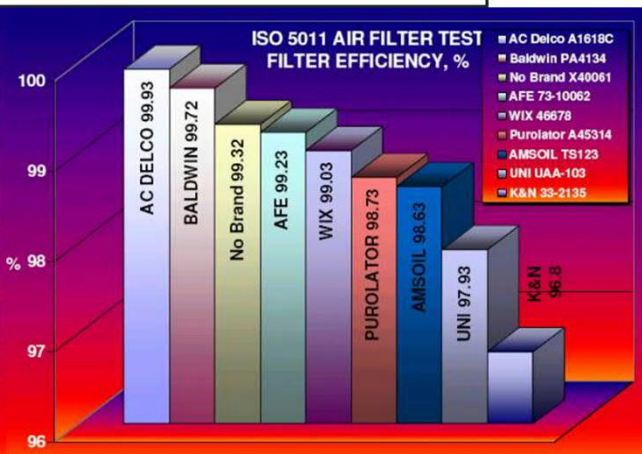
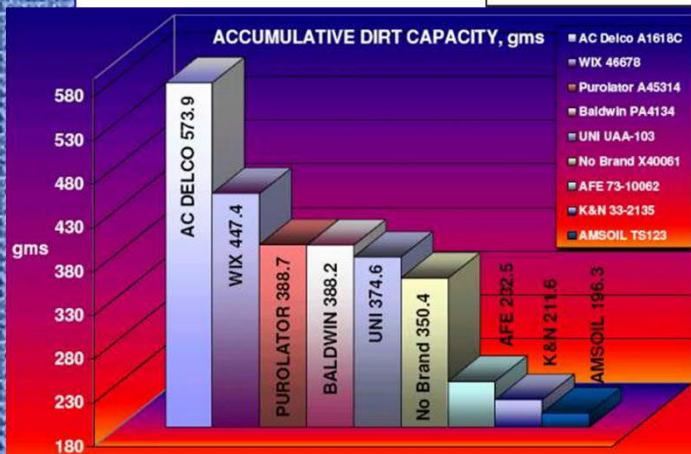
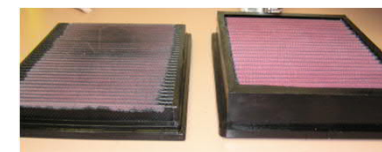


Thousands of microscopic cotton gauze fibers naturally hold specially designed oil in suspension to create a powerful filtering medium

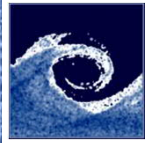


Washable and reusable high-flow air filter can go up to 50,000 miles between cleanings under normal highway driving conditions

Multiple layers of premium cotton gauze help maintain high airflow rates with outstanding filtration



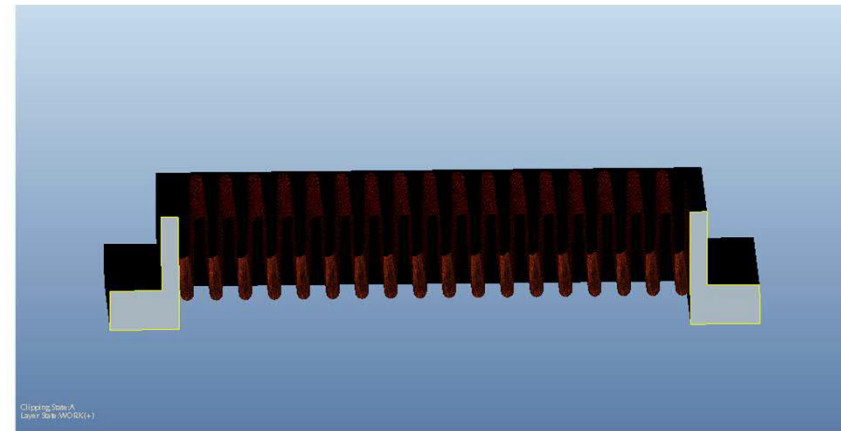
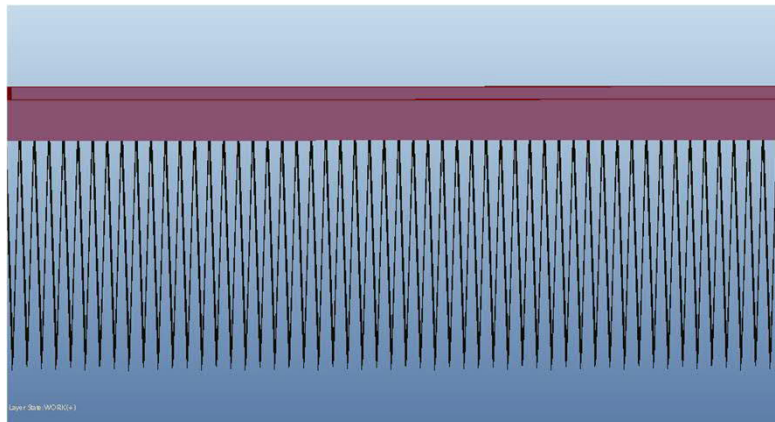
„Streamline” claims that their testing has proven their unit to have a filtration efficiency of 98.98%. This is compared to 98.21% with the **stock BMW filter**. I do not have exact numbers for the **K&N** (96,8%), but things I have read in the past usually put them just slightly above the industry standard of 97%.



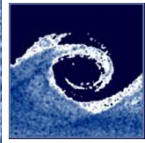
LÉGSZŰRŐK – részletek (ÉLETTARTAM, CFD MODELLEZÉS)



3.1 ábra: Szerkezeti eltérés a Bosch (és az össze többi), illetve a K&N gyártmányú légszűrő között

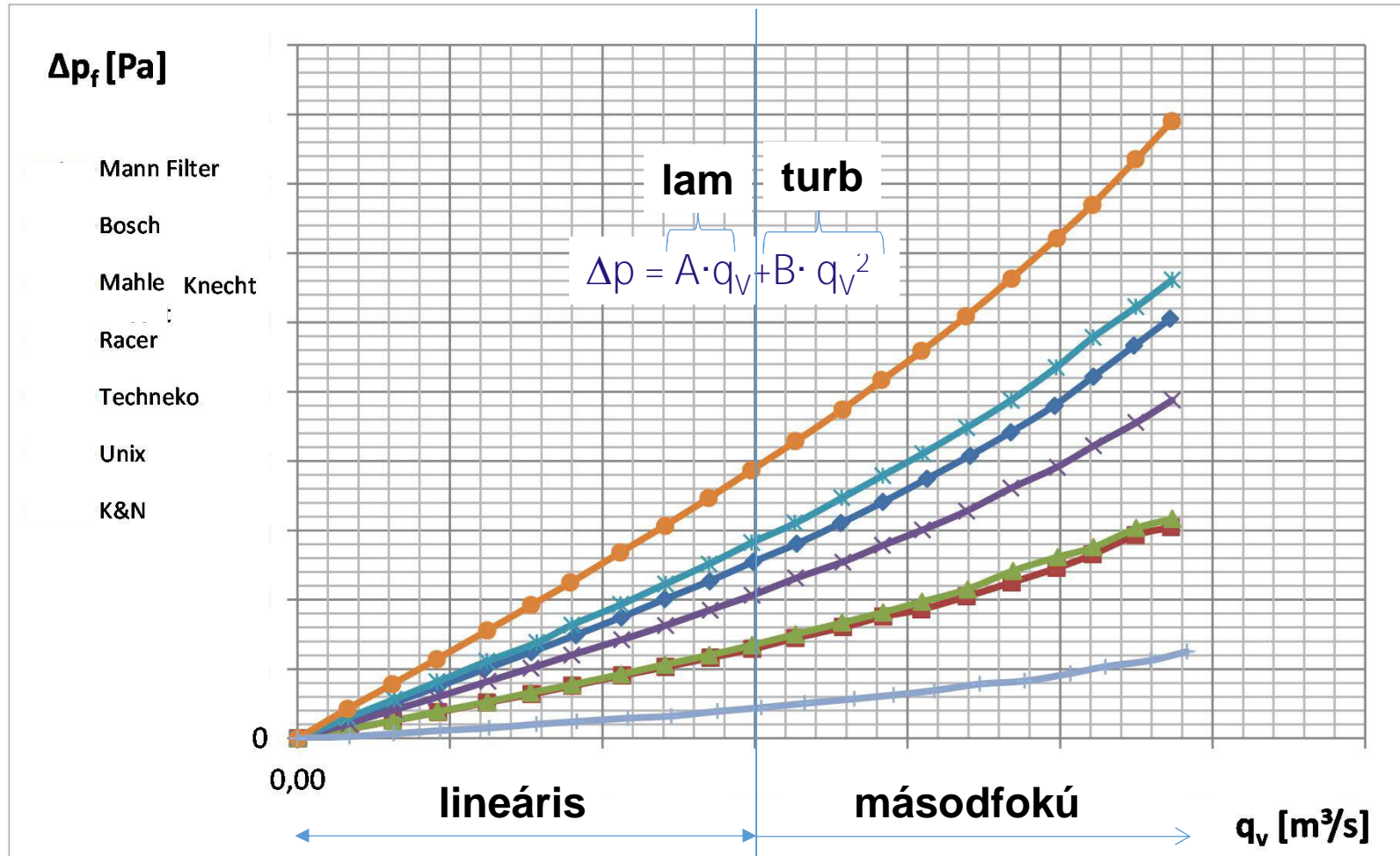


3.2 ábra: K&N gyártmányú légszűrő metszeti képe (CAD)

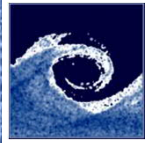


NYOMÁSVESZTESÉG a TÉRFOGATÁRAM függvényében

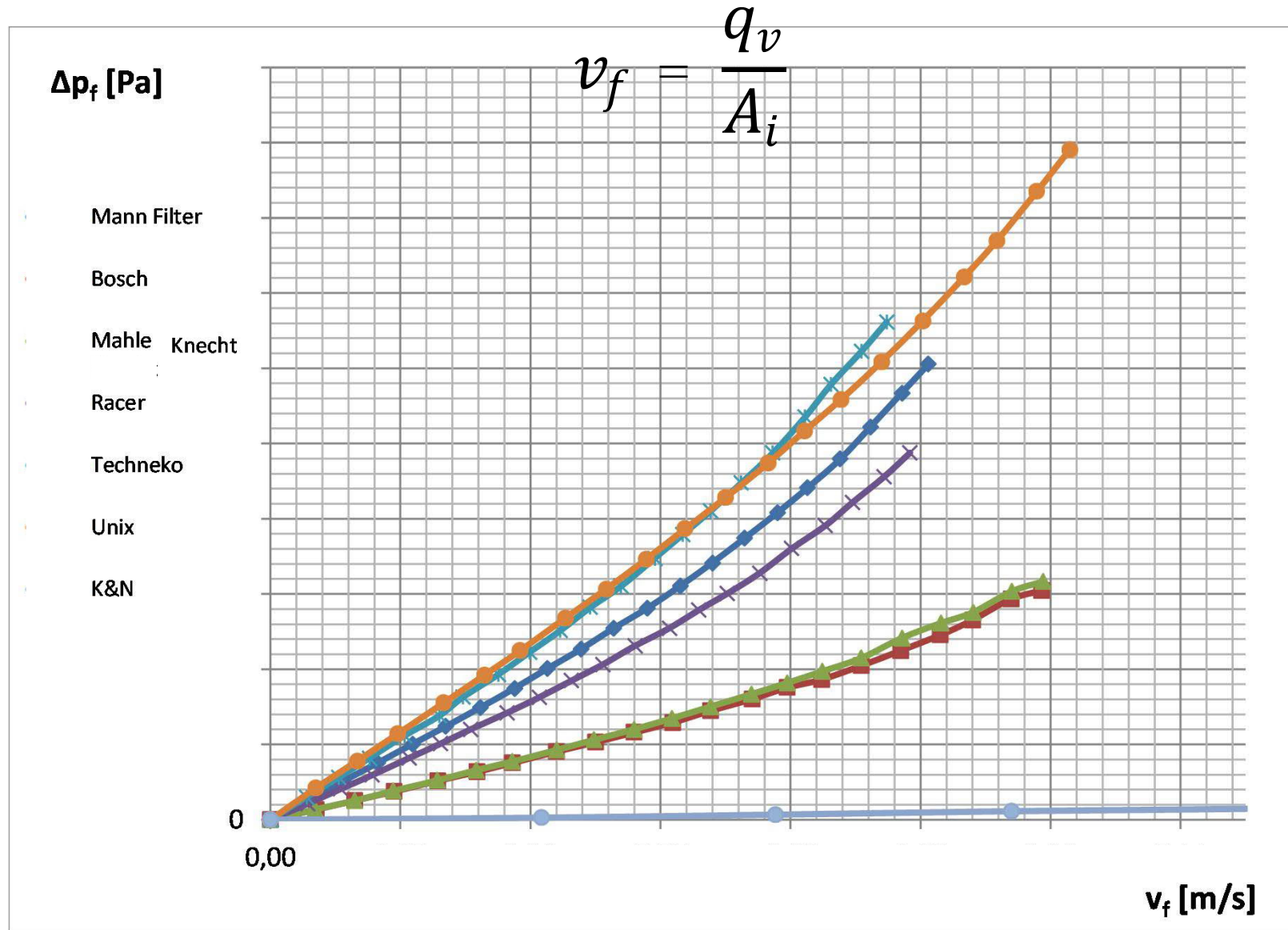
q_v



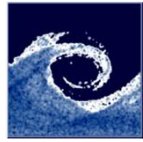
3.3 ábra: A különböző gyártmányú légszűrők nyomásesése a térfogatáram függvényében



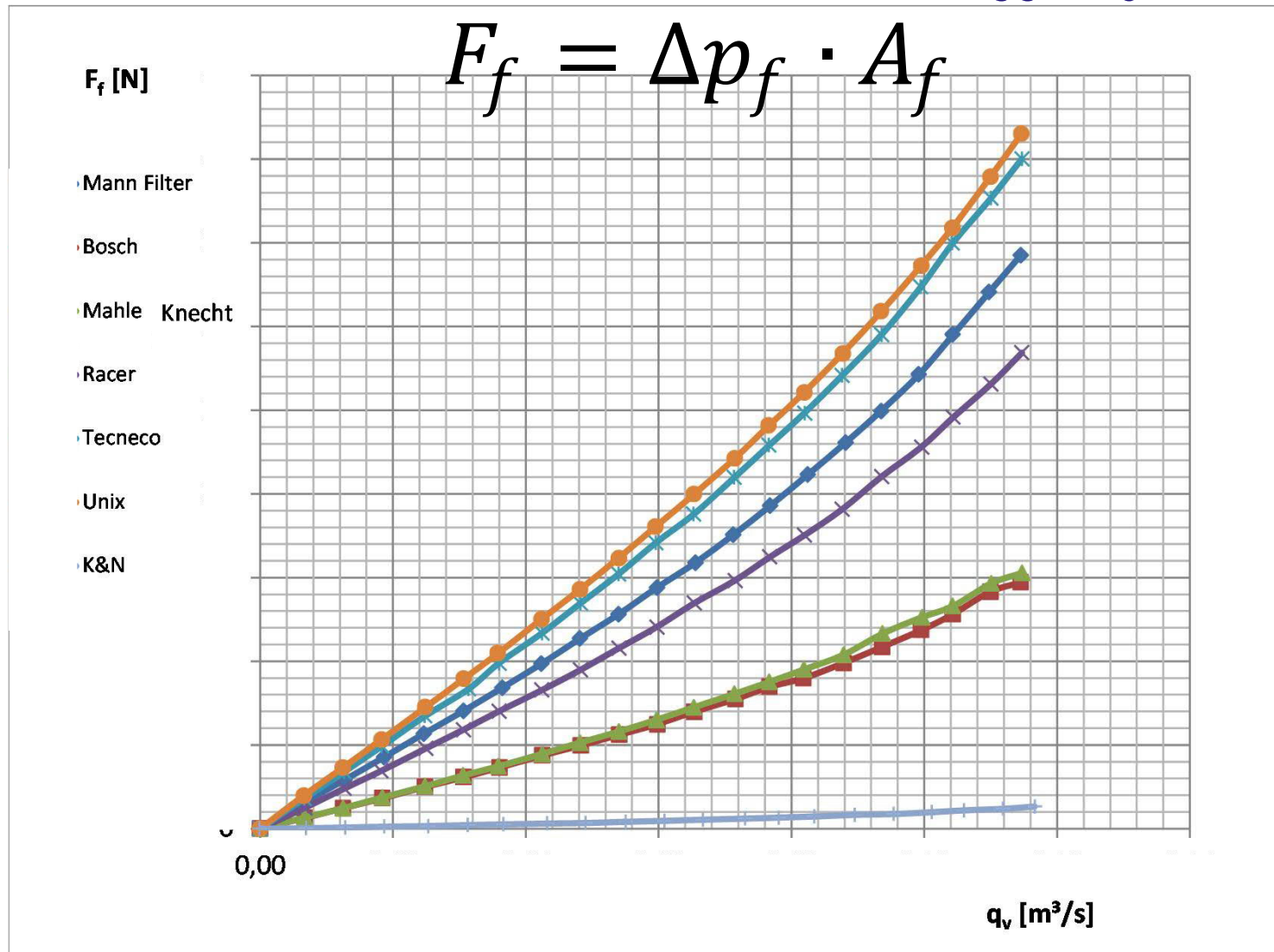
NYOMÁSVEZTÉSÉ a SZŰRÉSI SEBESSÉG függvényében



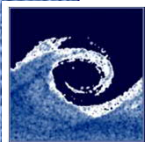
3.4 ábra: A különböző gyártmányú légszűrők nyomásesése, az átáramló levegő sebességének függvényében



NYOMÁSVESZTESÉG a SZŰRŐRE HATÓ ERŐ függvényében

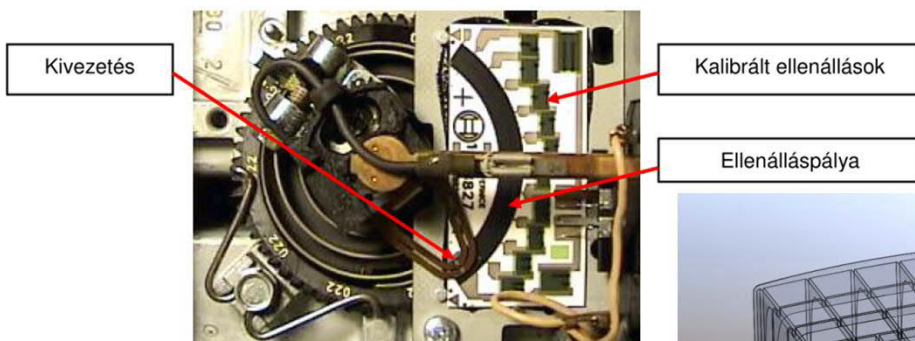
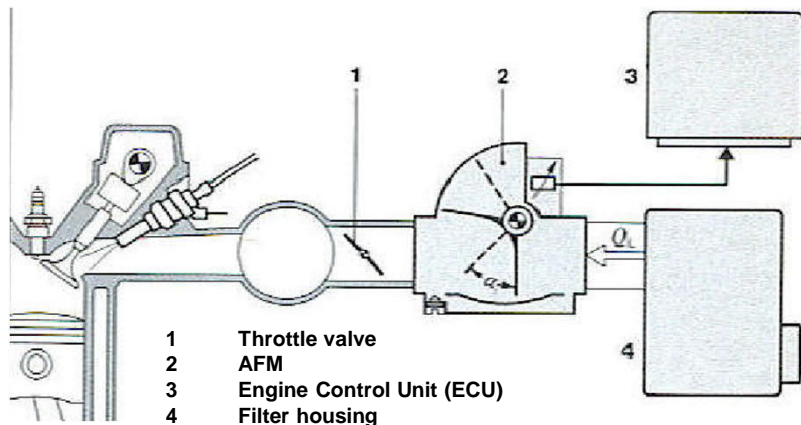


3.6 ábra: A különböző gyártmányú légszűrőkre számolt erő a térfogatáram függvényében



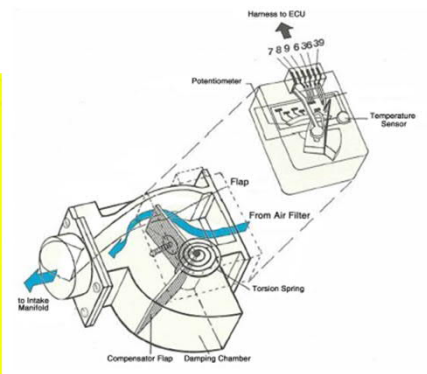
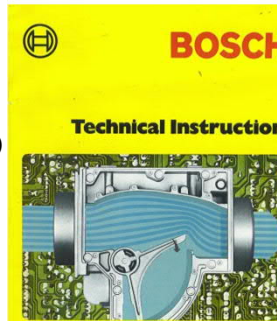
MÉRÉSEK – TÉRFOGATÁRAM-MÉRÉS

AFM: air flow meter = torlólapos áramlásmérő
 $q_v = f(\alpha)$ -feszültségjel $U_{AFM} = 0.0 \div 5.0$ [V]

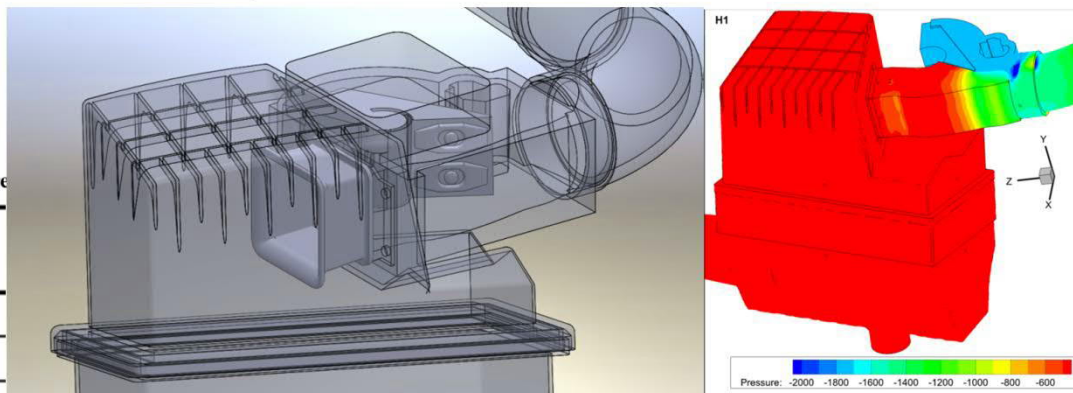
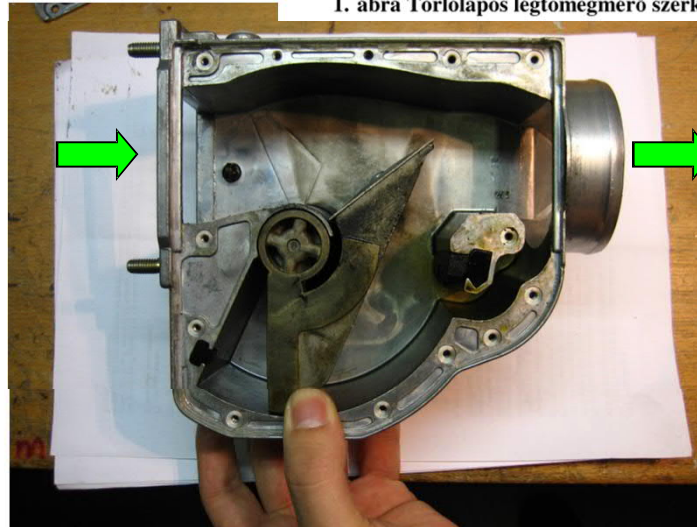


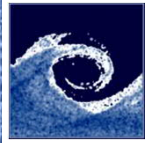
8. ábra A légmennyiség-mérő potenciométere

Engine speed [rpm]	Volume flow rate [dm ³ /s]	Flap angle α [°]
850	12.5	48.1
2000	28.9	66.1
4000	59.9	82.2



1. ábra Torlólapos légtömegmérő szerkezet





MÉRÉSEK – NYOMÁSVESZTESÉG-MÉRÉS

Nyomásveszteség : $\Delta p_{\text{filter}} = p_{\text{filter2,után}} - p_{\text{filter1,előtt}}$

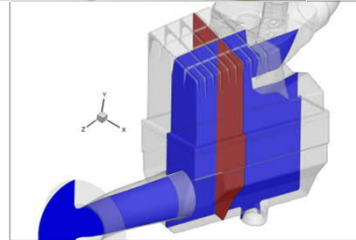
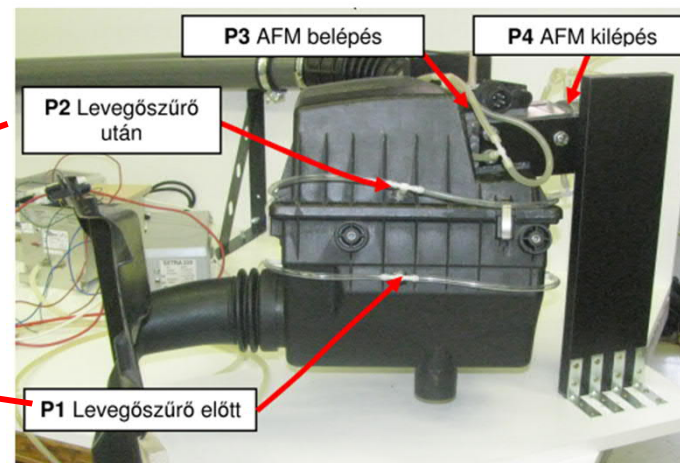
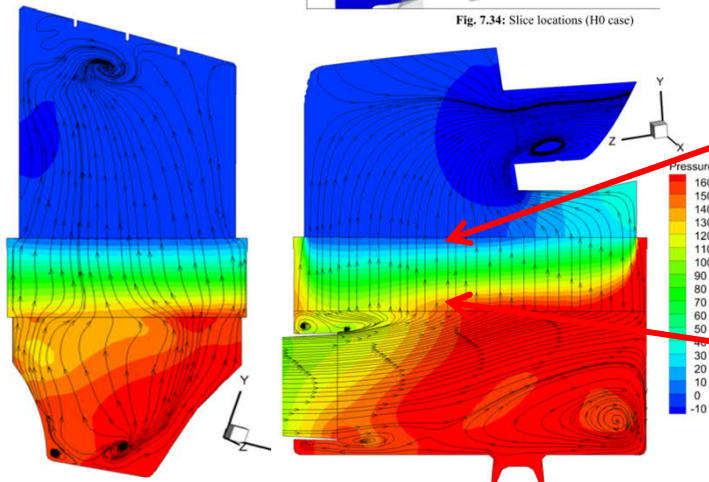
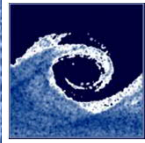


Fig. 7.34: Slice locations (H0 case)



2. ábra Nyomásmérési pontok a szívórendszeren



LÉGSZŰRŐ CFD MODELLEZÉSE I.: porous volume / porous jump

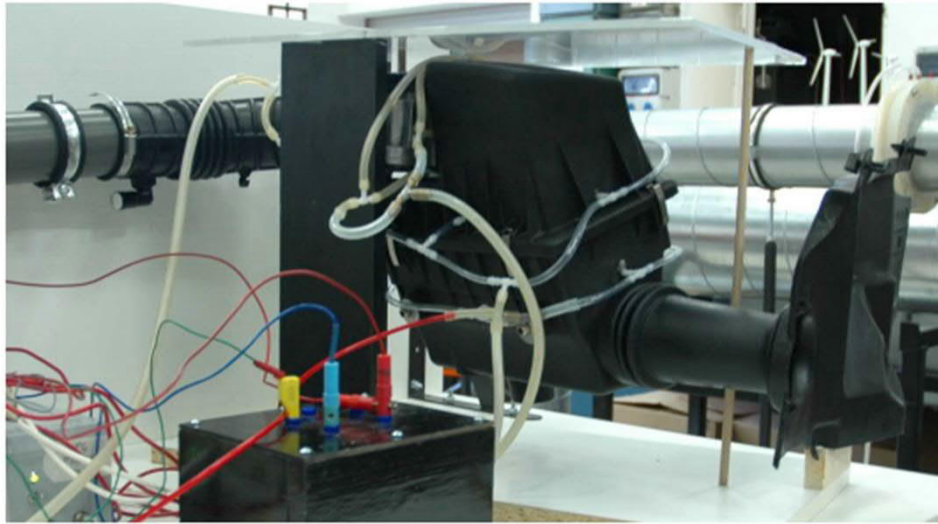


Fig. 2.1: The measurement set-up

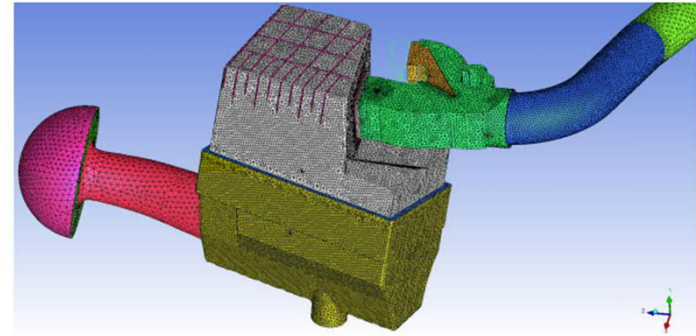


Fig. 3.2: H1 case mesh

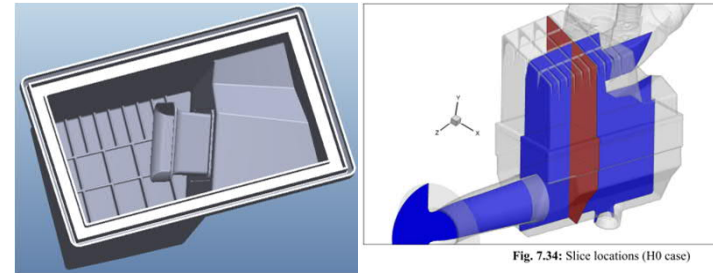


Fig. 7.34: Slice locations (H0 case)

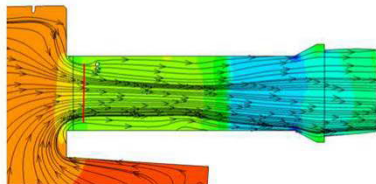
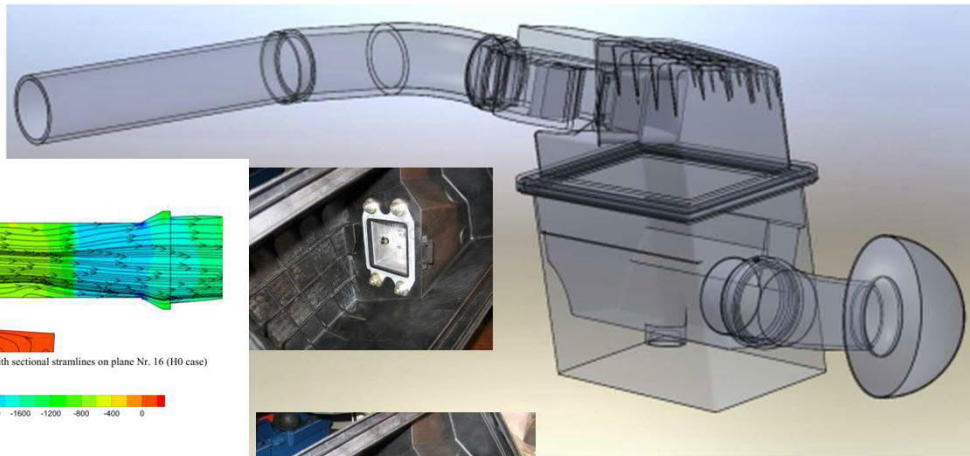


Fig. 7.11: Pressure contours with sectional streamlines on plane Nr. 16 (H0 case)

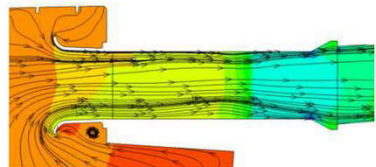
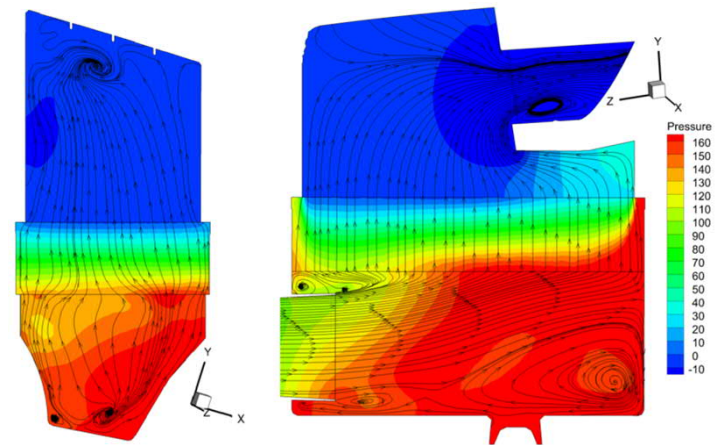
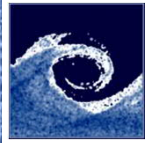


Fig. 7.12: Pressure contours with sectional streamlines on plane Nr. 16 (H1 case)

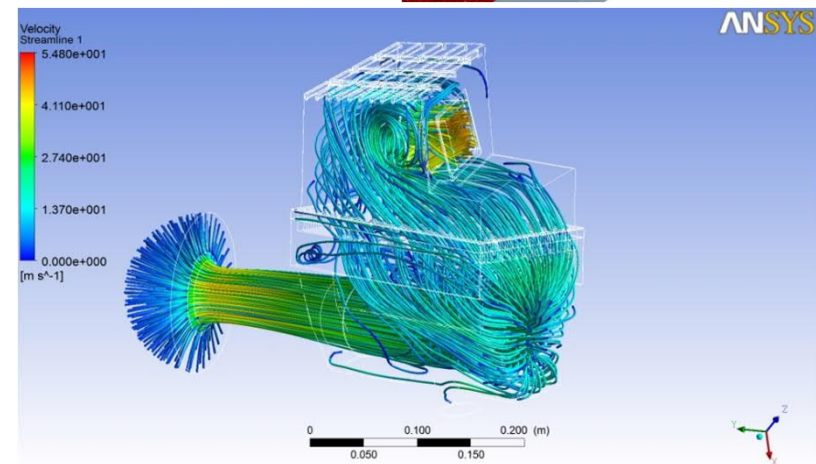
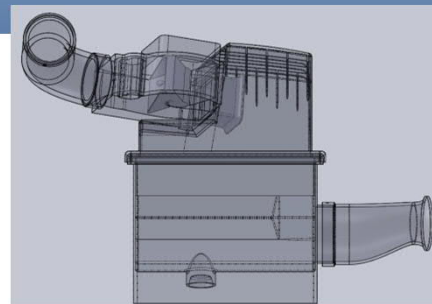
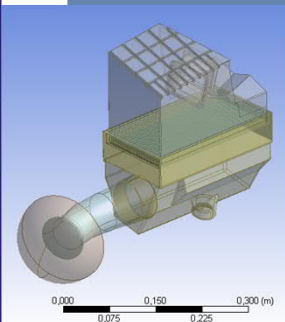
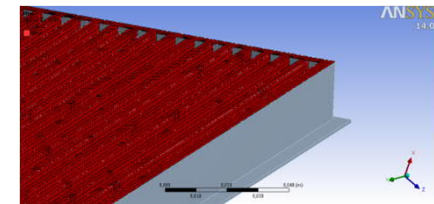
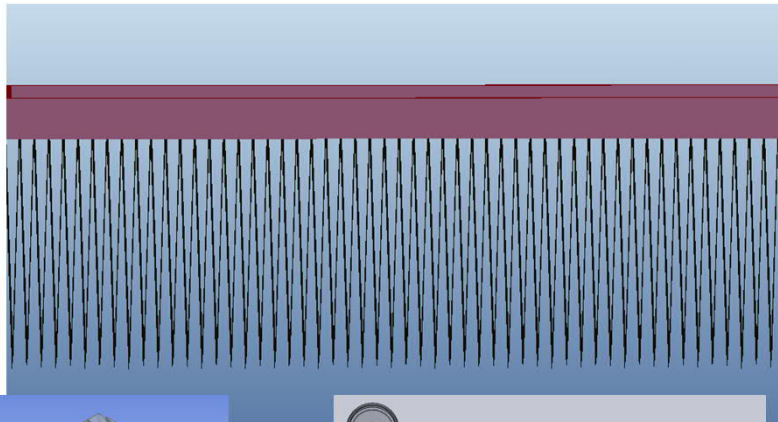
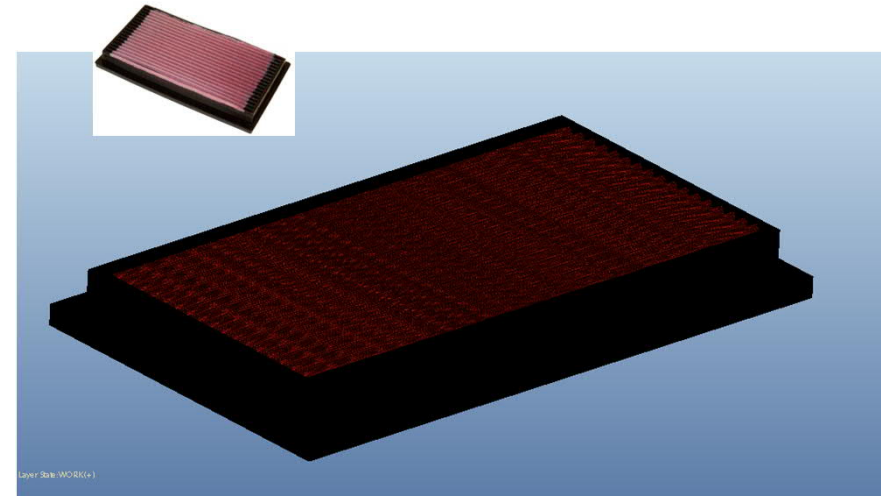
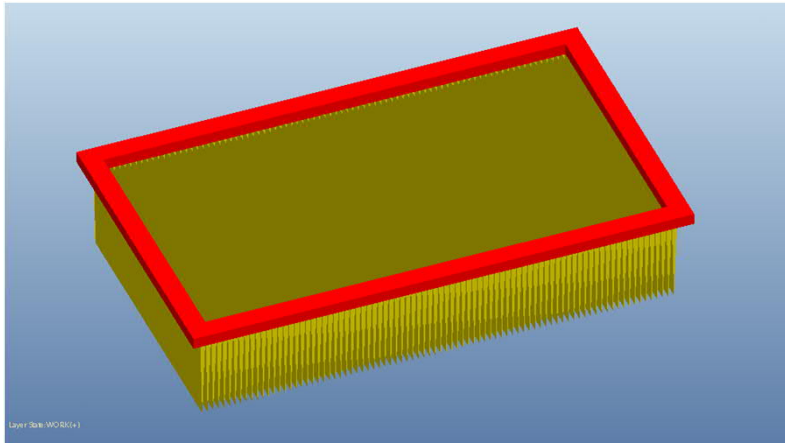


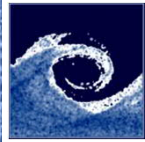
ed geometry





LÉGSZŰRŐ CFD MODELLEZÉSE II.: porous volume / porous jump





LÉGSZŰRŐ CFD MODELLEZÉSE: porous volume / porous jump

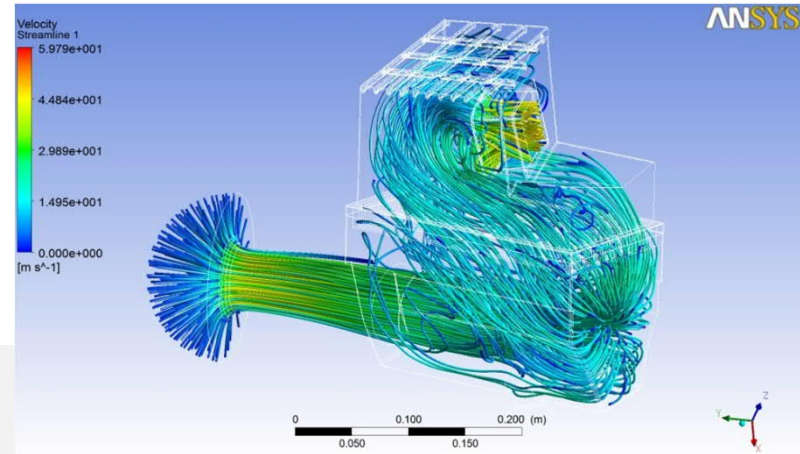


$$\Delta p = - \left(\frac{\mu}{\alpha} v_f + C_2 \frac{1}{2} \rho v_f^2 \right) \Delta m$$

$$Re_f = \frac{v_f l_f \rho}{\mu}$$

lam turb

Ha $v_f = q_v / A$, akkor $\Delta p = A \cdot q_v + B \cdot q_v^2$



Δm : porózus réteg vastagság

α : permeabilitás (permeability)

$1/\alpha$: viszkózus ellenállás (viscous resistance coeff)

C_2 : tehetetlenségi ellenállás (inertial resistance factor)

v_f : szűrési sebesség

μ : dinamikai viszkozitás

ρ : levegő sűrűség

Re_f : Reynolds-szám

l_f : jellemző méret (réteg vastagsága)

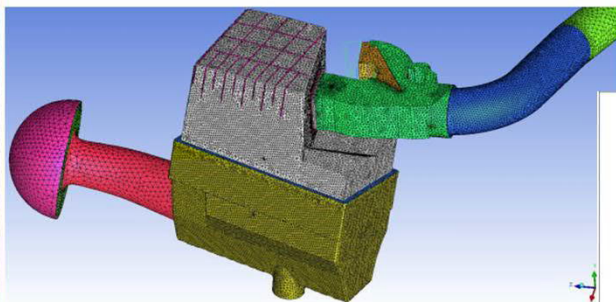


Fig. 3.2: H1 case mesh

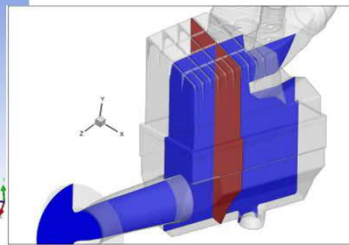
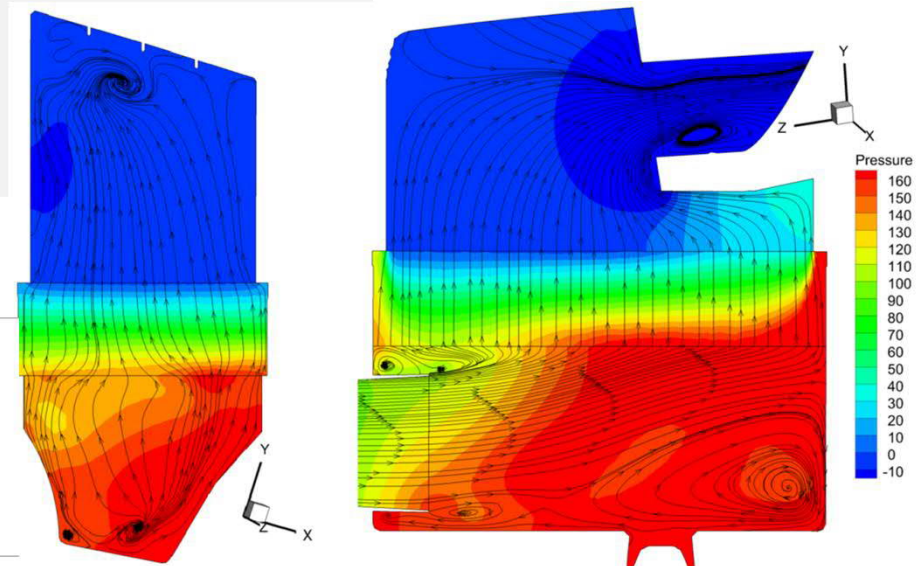
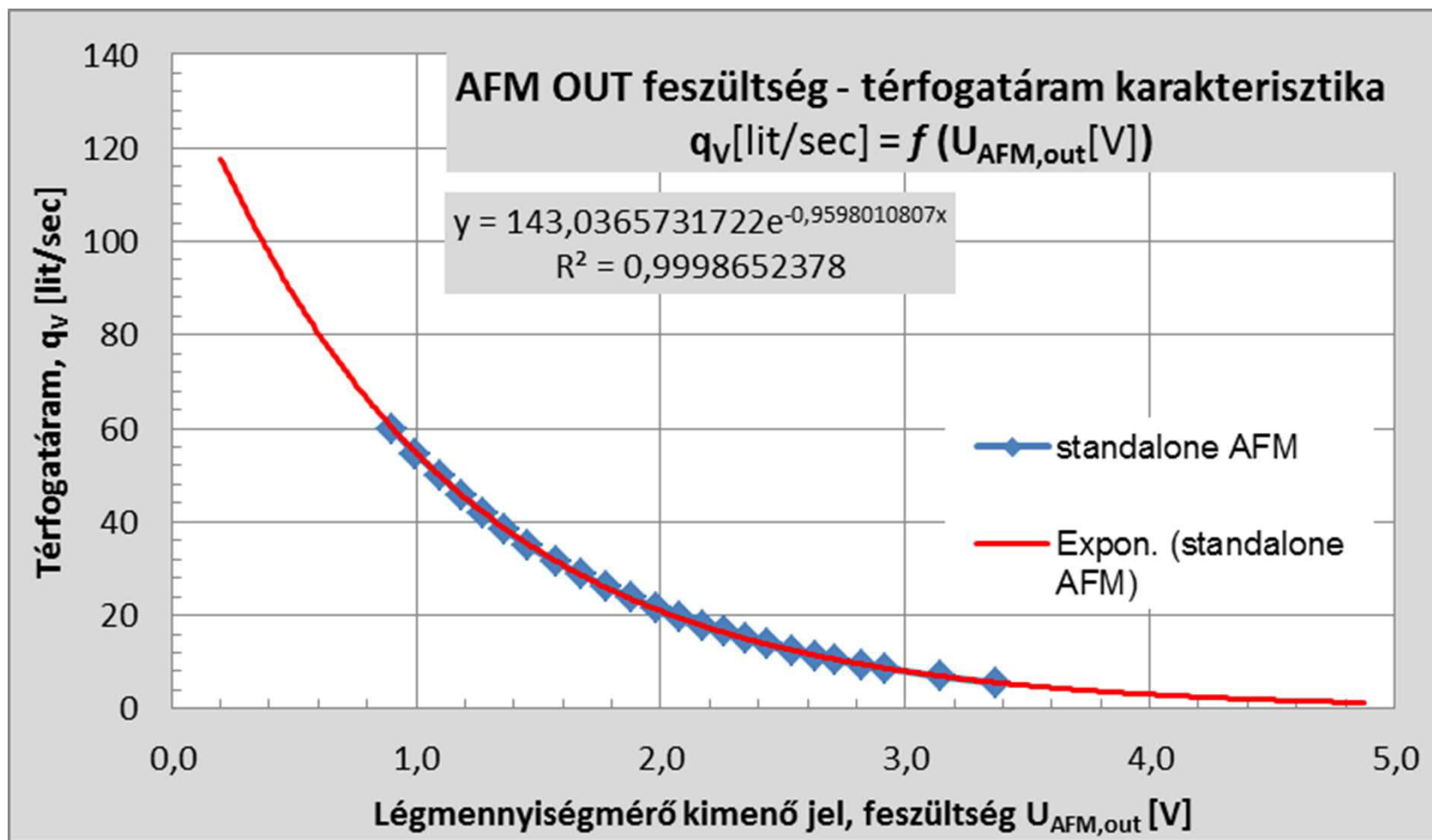
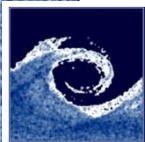
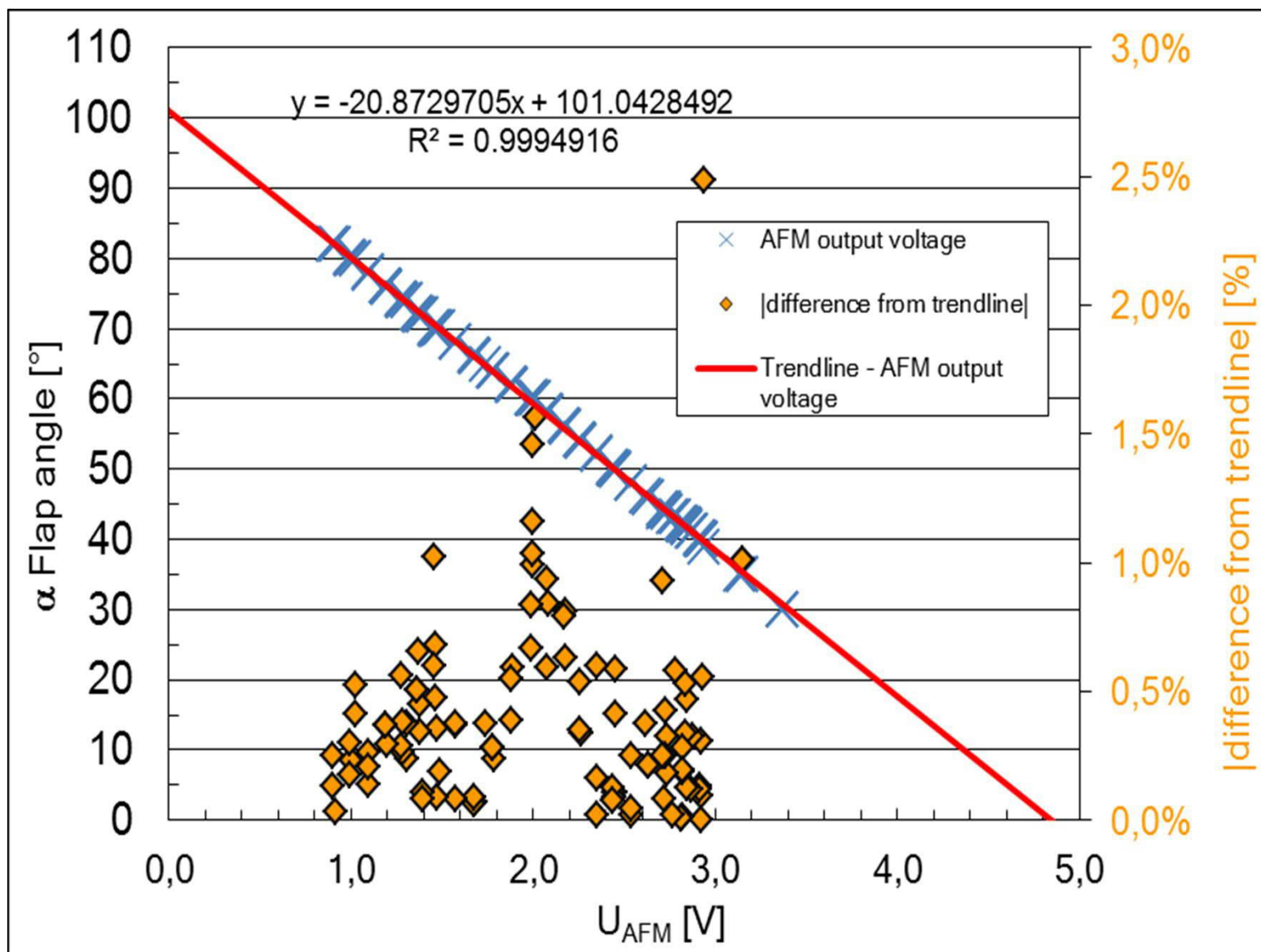
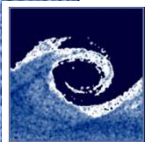
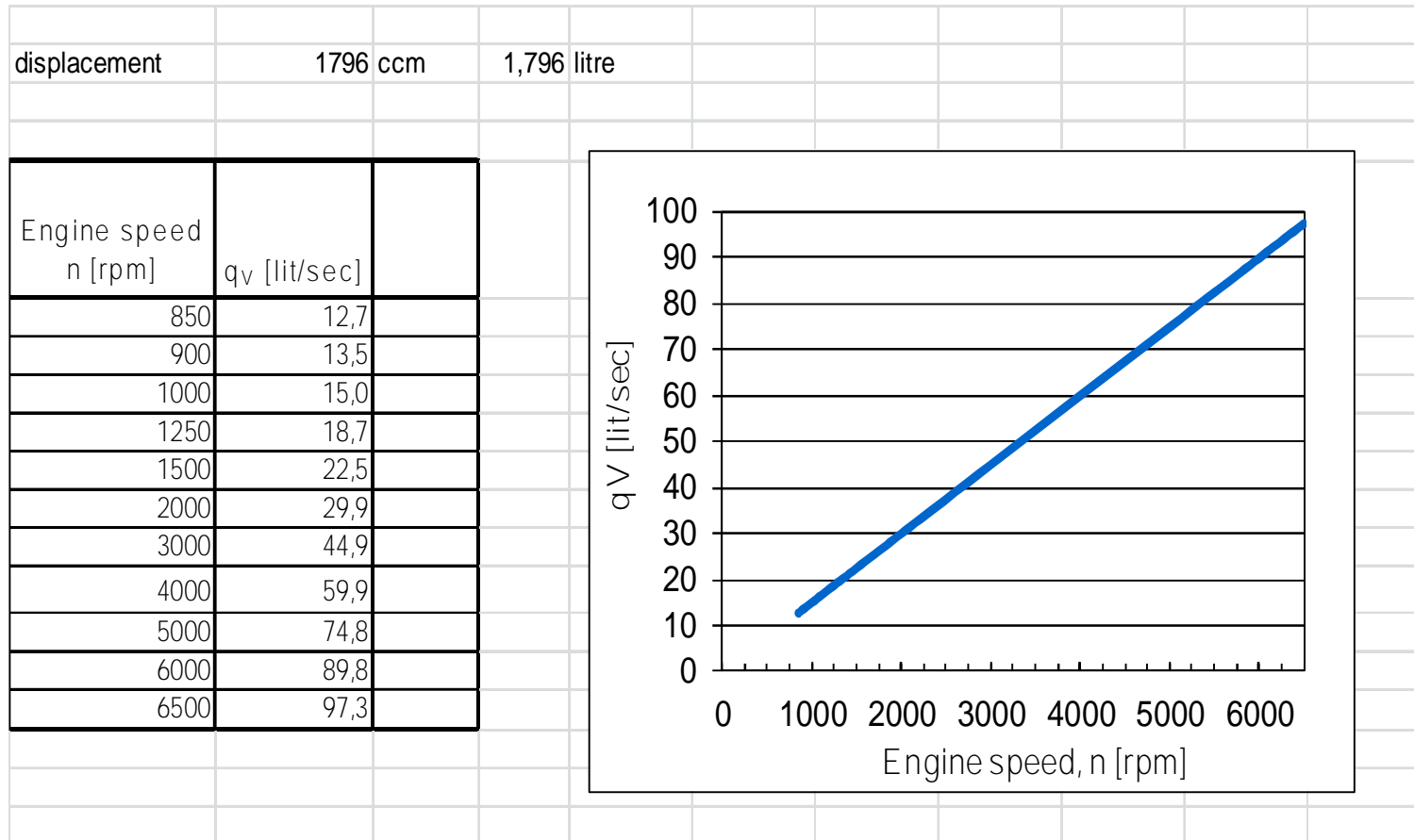
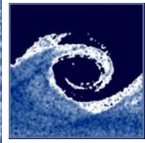


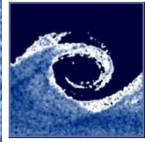
Fig. 7.34: Slice locations (H0 case)











MOTORDATEN		318is
Zylinderzahl		4
Hubraum effektiv	cm ³	1796
nach Steuerformel	cm ³	1783
Bohrung/Hub	mm/mm	84/81
Verdichtungsverhältnis	:1	10,0
max. Leistung nach EG	kW	100
bei Drehzahl	l/min	6000
max. spezifische Leistung	kW/dm ³	55,7
max. Drehmoment nach EG	Nm	172
bei Drehzahl	l/min	4600
max. spezifische Arbeit	kJ/dm ³	1,20
Gemischaubereitung und Zündung		DME 1.7
Kraftstoffart		ROZ 95 unverbleit
Generator	A/W	65/910
Anlasser	kW	1.4
Batterie	Ah	46
Batterielage		im Motorraum
Tankinhalt	L	55

11

