



FILTRAČNÉ ZARIADENIA ECOFIL

Užívateľská príručka

Spoločnosť ECOFIL vznikla zápisom do obchodného registra Okresného súdu Košice I, dňa 8. 5. 1991. Počas svojej existencie sa výrobný program prispôboval najnovším poznatkom a požiadavkám praxe ako aj trendom v oblasti filtrácie olejov, emulzií a nehorľavých kvapalín.

Spoločnosť ECOFIL sa počas svojho pôsobenia na trhu prispôbovala požiadavkám na certifikácie svojich výrobkov a systému riadenia, o čom svedčia aj **Osvedčenia TI SR – E.I.C.** na výrobu filtračných zariadení s platnosťou v celej Európe a systém riadenia spoločnosti: **ISO 9001:2008 certifikát HU09/4322, Environmentálny systém riadenia podľa EN ISO 14001 certifikát SK14/2105, Systém manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci podľa OHSAS 18001 certifikát SK14/2105.**

Základný program spoločnosti:

- výroba olejových filtrov a filtračných zariadení pre priemyselnú výrobu
- obchodná činnosť v oblasti olejových filtrov a hydraulických prvkov určených na priemyselnú výrobu
- poradenstvo v odbore
- filtrácia oleja a nehorľavých kvapalín, filtrácia nafty a s tým spojené nakladanie s nebezpečným odpadom
- veľkoobchod a maloobchod v oblasti laboratórnych prístrojov a príslušenstva
- analýzy olejov a ich vyhodnotenia

Nosnou činnosťou je výroba filtračných zariadení, filtračných vložiek, filtrácia olejov a nehorľavých kvapalín všetkých druhov.

Rozšírením výrobného programu o službu - filtrácia, poskytujeme pre svojich odberateľov veľmi efektívne a rýchle vyčistenie všetkých druhov olejov. Touto činnosťou sa priamo podieľame na znižovaní objemu nebezpečného odpadu.

O spokojnosť a dobrú kvalitu sa stará skúsený kolektív ECOFIL-u ako aj výrobní technici a externí poradcovia.

Ing. Andrej Zatvarnický, PhD.
riaditeľ

Obsah

Filtrácia.....	5
Definícia filtra a filtrácie.....	6
Povrchová a hĺbková filtrácia.....	6
Hĺbková filtrácia.....	7
Účinnosť filtrácie.....	8
Pracovné kvapaliny.....	11
Mazivá a ich vlastnosti.....	11
Definícia mazív a ich úloha.....	11
Rozdelenie mazív.....	11
Kvapalné mazivá.....	11
Prísady do mazív.....	12
Základné vlastnosti kvapalných mazív.....	12
Kontaminácia oleja.....	16
Kontaminácia pevnými časticami.....	16
Kontaminácia ako dôsledok opotrebenia.....	16
Kontaminácia vodou.....	17
Sledovanie čistoty.....	18
Stupne znečistenia.....	18
Rozdelenie filtrov z hľadiska ich umiestnenia v hydraulickom obvode.....	22
Rozdelenie filtrov podľa tvaru, zloženia, spôsobu použitia a technológie výroby.....	23
Druhy a typy filtrov v hydraulickom obvode a zdroje znečistenia oleja.....	24
By-pass filter v hydraulickom obvode a zdroje znečistenia oleja.....	24
Obtoková filtrácia (by-pass).....	25
Obtoková filtrácia verzus plnoprietoková filtrácia.....	25
Výhody obtokovej filtrácie.....	25
Obtoková filtrácia ECOFIL.....	25
Ako funguje filter?.....	25
Filter ECOFIL.....	26
Ako správne vyšpecifikovať filter?.....	27
Filtre rady T.....	28
T-séria (P_{max} 8 bar).....	28
T10.....	29
T20.....	32
T 35.....	35
Tabuľka - Interval výmeny filtračných vložiek Ecofil a oleja po inštalácii T - série filtrov.....	38
Filtre rady H.....	39
H –séria (P_{max} 315 bar).....	39
H 10.....	40
H 20.....	43
H 35.....	46
Filtre rady C.....	49
C – séria (P_{max} 30 bar).....	49
C30.....	50

Hydraulické schémy zapojenia C30 – v chladiacom kompresorovom systéme	51
Základné zásady inštalácie obtokových filtrov ECOFIL	52
Inštalácia filtra rady T	52
Inštalácia filtra rady H	53
Filtračné zariadenia	55
SN030 – model 35	55
SN060 - model 35	57
SN120 – model 35	59
SN180 – model 35	61
SN240 – model 35	63
Špeciálne zariadenia:	65
ON 300 – model 35	65
ONW 120 – model 35 - separátor	67
ONW 240 ACE – model 35 - separátor	68
ONW 360 – model 35 - separátor	70
SN 180 - model OZ4	72
ON360 – model DF OH	74
SN180 – model PD	76
SN 300 - model PZ34	78
SN180 – model 35 CC	80
SN020-24V	82
SN 030- model 35 - 24V	84
SN 180 – model PZX100	86
SN 060 – model 35 RF OH	88
ECOMIL – sviečkový filter	90
SN 120 – model MFRFSF	91
SN 060 – model 35 CCMFGEAR	92
SN 060 – model 35 CCTPA	93
SN 120 - model 140H	94
Magnetické filtre	95
Magnetický filter - 10"	95
Magnetický separátor –	96
Filtračné vložky ECOFIL	98
Výmena vložiek	98
Postup výmeny vložky v 10-tich krokoch:	99
Typy filtračných vložiek	100
Výhody filtrácie ECOFIL	101
Analýzy olejov	102
Medzinárodné normy	102
Stupeň NAS	102
Norma čistoty ISO 4406	103
Odporúčaná čistota	104
Tvary a pôvod častíc (kontaminantov)	106
Analýzy oleja - testovanie oleja	107

Všeobecné zásady.....	107
Testovacie postupy	107
Laboratórne analýzy	107
Práca s laboratóriom.....	107
Servis ECOFIL.....	108
Laboratórna správa.....	108
Testovacia súprava ECOFIL	109
Meranie viskozity oleja	112
Výhody	114
Tabuľky fyzikálnych jednotiek:	115

Filtrácia

Definícia filtra a filtrácie

Filter je zariadenie pre separáciu jednej substancie od druhej, pričom filtrácia je proces separovania. Pri procese separovania sa na dosiahnutie požadovaného efektu používa filter. Zariadenia, ktoré používajú filtre pre dosiahnutie požadovaného oddeľovania jednotlivých substancií, sa nazývajú **filtračné zariadenia**. Filtračné zariadenie môže pozostávať aj z niekoľko druhov separácie a filtrov.

Pri filtrácii nám vzniká nežiaduca substancia (nečistota) a úlohou filtra je potreba jej zastavenia na presne stanovenom mieste pri použití vhodného typu filtra alebo separátora. Túto problematiku oddeľovania jednotlivých substancií možno rozdeliť do štyroch základných skupín a to na:

- separácia pevné častice – plyn
- separácia pevné častice – kvapalina
- separácia kvapalina – kvapalina
- separácia pevné častice – pevné častice

Najširší záberom separácie **pevných častíc – plyn** reprezentuje filtrácia vzduchu a tak isto filtrácia priemyselných plynov, plynovodov, klimatizácie apod. Pri tomto procese sa používajú hlavne filtre, potom to môžu byť aj rôzne druhy separátorov, usádzače a kefy, ktoré tieto pevné častice odstraňujú.

Separácia **pevné častice – kvapalina** predstavuje najširší záber mechanickej filtrácie, kde je vo väčšine prípadov potreba prefiltrovania pomerne veľkého množstva kvapaliny a tak isto odstránenie veľkého množstva pevných častíc. Tieto procesy sa najčastejšie používajú v priemysle, kde sú polo alebo úplne automatizované. Z hľadiska ekológie má v tejto oblasti obrovský záber aj separácia, prípadne filtrácia vody a to či už úžitkovej, alebo pitnej.

Separácia **kvapalina – kvapalina a pevné častice - pevné častice** je veľmi náročná z hľadiska správnej voľby filtra či separátora, aby bol tento proces efektívny z pohľadu separácie, aj z ekonomického hľadiska. Tieto aplikácie sú už vysoko špecializované a potrebné sú pomerne veľké teoretické a v neposlednom rade aj praktické skúsenosti pre správnu voľbu filter - separátor. Tento druh separácie sa vo veľkej časti rôznych procesoch podieľa len partikulárne, čiže rieši len čiastkovú časť celého procesu.

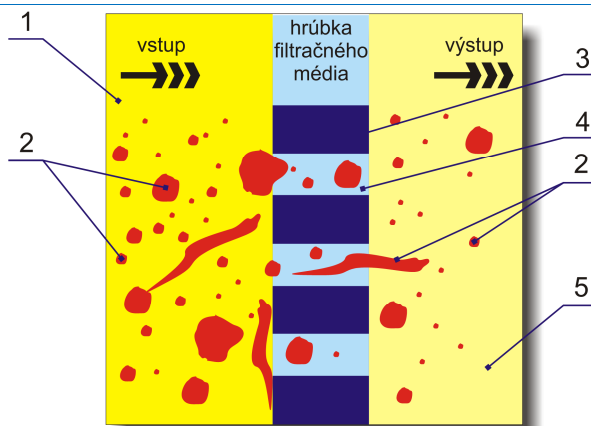
Základnou metódou separácie **kvapalina – kvapalina** je napríklad destilácia ako tepelné štiepenie, ktorá je veľmi rozdielna od povrchovej filtrácie. V tomto prípade ide o chemické postupy separácie. Iným prípadom je napríklad separácia pomocou koalescerov, ktorá dokáže rozdeliť dve rozdielne substancie na princípe vzájomného spájania sa molekúl rovnakej veľkosti. Zvláštnym prípadom je odseparovanie dvoch heterogénnych látok ako je voda a kyselina, pomocou osmotických membrán na princípe rozdielnej veľkosti molekúl.

Najjednoduchšou a historicky najstaršou formou separácie **tuhá látka – tuhá látka** je separácia cez sito. Tu sa využívajú rozmerové vlastnosti jednotlivých častíc. Účinnosť separácie je jednoznačne daná veľkosťou oka na site. Fyzikálne vlastnosti látok ako sú magnetické pole zase využívajú magnetické separátory (napr. pri oddeľovaní železnej rudy).

Rozsah filtrácie je veľmi dôležitý z hľadiska jeho účinnosti a nákladov spojených z filtráciou. Je možné dosiahnuť veľmi účinnú filtráciu za vysoké náklady, ale z konštrukčného hľadiska na zariadení takáto filtrácia nie je potrebná. Opačný prípad môže nastať, ak sa budeme uberať cestou ekonomicky najvýhodnejšej filtrácie, ale pre požadované zariadenie bude táto filtrácia málo účinná. V tomto prípade môže byť stroj veľmi poruchový, čím sa nám zvýšia náklady na údržbu, alebo sa zníži životnosť stroja a zariadenie bude potrebné často vymieňať. Preto je potrebné mať pri rozhodovaní o druhu filtrácie dostatočné množstvo informácií o požiadavkách na čistotu jednotlivých komponentov stroja alebo na čistotu a presnosť procesu (napr. pri obrábaní).

Povrchová a hĺbková filtrácia

Povrchová filtrácia je priame zachytávanie častíc na filtračnom médiu. Častice, ktoré sú väčšie ako je veľkosť otvorov alebo pórov filtračného média sa zachytia na povrchu filtra. Veľkosti týchto otvorov chránia takýmto spôsobom systém. Táto filtrácia sa často používa v kombinácii s hĺbkovou filtráciou z dôvodu ochrany hĺbkových filtrov, ktoré sú často mnohokrát drahšie ako povrchové filtre. Povrchová filtrácia sa často používa pri oddeľovaní kvapalín a pevných častíc a pri oddeľovaní dvoch pevných častíc. V mnohých prípadoch (okrem membránových filtrov) predstavujú tieto filtre nominálnu filtráciu a používajú sa ako sacie alebo vratné filtre resp. v kombinácii s ostatnými filterami.



Spôsob ukladania častíc pri povrchovom sitovaní:

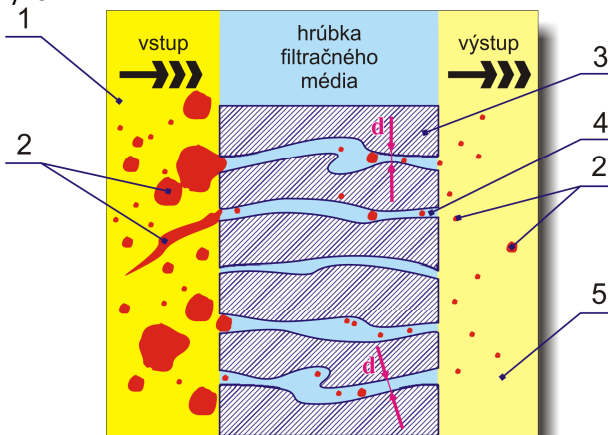
- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1- kvapalina na vstupe do filtra | 2- nečistoty |
| 3- filtračné médium | 4- medzný otvor |
| 5- kvapalina na výstupe z filtra | |

Ak sú však filtre s povrchovou filtráciou vplyvom prietoku média znečistené, môžu nastať tieto efekty:

- Ak sú všetky póry alebo otvory zaplnené nečistotami, môžu novo prichádzajúce nečistoty spôsobiť uvoľňovanie častíc, ktoré tam boli zachytené predtým. Tým sa systém ďalej nečistí, naopak môže spôsobiť uvoľnenie zhlukov a tým ho znečistiť ešte viac. Havarijným prípadom je, keď nastane roztrhnutie povrchu filtračného média a častice sa uvoľnia do nosnej kvapaliny. Systém ostáva bez filtrácie.
- Ak sú všetky póry alebo otvory zaplnené časticami, novo prichádzajúce nečistoty, a to najmä veľmi malé (často zhluky), vytvoria na povrchu novú filtračnú vrstvu, ktorá sama osebe je filtrom. Vytvorí sa tzv. filtračný koláč. Tento efekt sa využíva najmä pri filtrácii rezných a brúsnych emulzií. Výšku koláča je však potrebné kontrolovať, lebo pri prekročení kritickej hrúbky sa silne znižuje prietok, alebo dochádza k pretrhnutiu filtračného materiálu.
- Pri vyšších tlakoch alebo prúdení kvapaliny s vysokou rýchlosťou môže nastať jav, že cez otvor alebo póry s určitou veľkosťou prejde častica väčšia ako je veľkosť daného otvoru alebo póru.

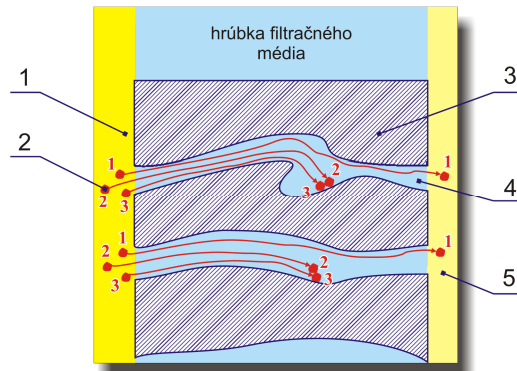
Hĺbková filtrácia

Ďalším základným typom mechanickej filtrácie, ktorá závisí od filtračného média je filtrácia v hĺbke filtračného média. Mechanizmus tejto filtrácie sa stáva viac komplexnejším. Dráha častice cez filter je oveľa dlhšia a kľukatejšia, čím sa dosahuje obrovská schopnosť jej zadržiavania sa vo filtri. Veľké častice sa zachytávajú na povrchových vrstvách a veľmi jemné zase na vnútorných hustejších vrstvách. Pri uniformovaných časticách, ktoré sú približne rovnakej veľkosti sa pri tomto spôsobe filtrácie ukladajú smerom od vnútorných vrstiev až po vonkajšiu, čo je z hľadiska účinnosti filtrácie veľmi dôležitá vlastnosť. Difúzia malých častíc vplyvom skladby vnútorných vrstiev je oveľa menšia a dokážu sa vytvoriť a zadržať zhluky častíc do veľkosti 1µm. Taktiež je treba poznamenať, že hĺbková filtrácia má za následok vyšší tlakový spád ako povrchová filtrácia. Tento princíp sa okrem kvapalín aj z vysokou viskozitou veľmi úspešne využíva aj pri filtrácii plynov.



Spôsob ukladania častíc pri hĺbkovom sitovaní

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1- kvapalina na vstupe do filtra | 2- nečistoty |
| 3- filtračné médium | 4- medzný otvor |
| 5- kvapalina na výstupe z filtra | |



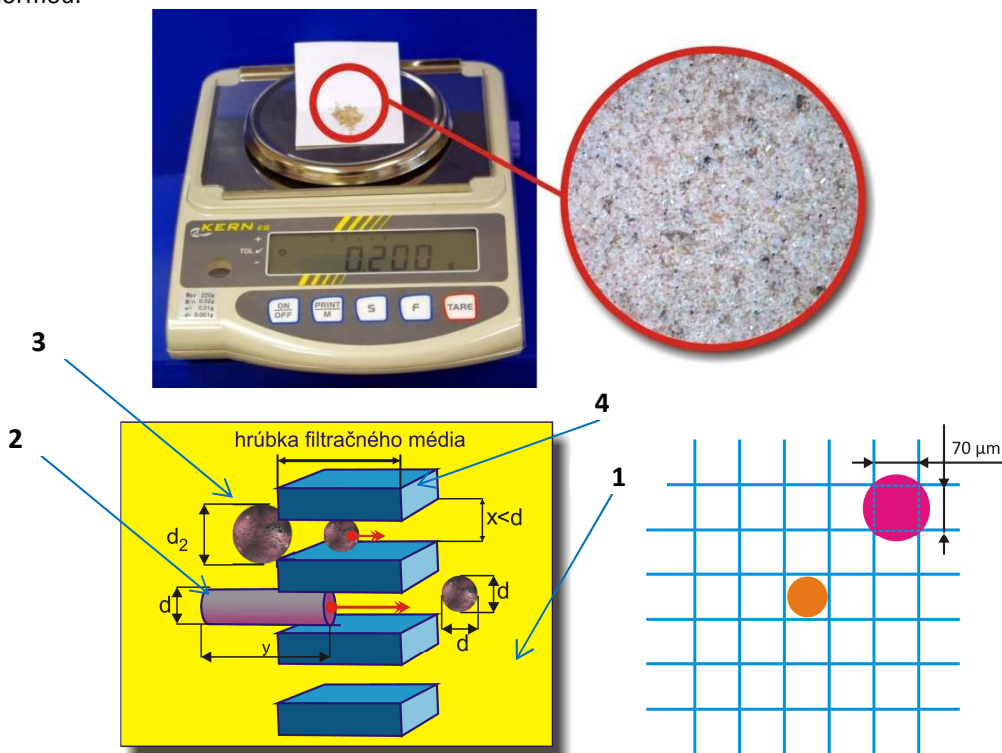
Spôsob ukladania častíc pri hĺbkovej filtrácii

- 1- kvapalina na vstupe do filtra
- 2- nečistoty
- 3- filtračné médium
- 4- medzný otvor
- 5- kvapalina na výstupe z filtra

Účinnosť filtrácie

Filtre sú konštruované pre potreby odstránenia jednotlivých kontaminantov z kvapaliny alebo iných nosných médií. My sa zaoberáme hlavne filtráciou kvapalín a ich analýzami. Množstvo a veľkosť zachytených častíc pri prietoku kvapaliny cez filtre stanovujeme pomocou testu účinnosti filtra.

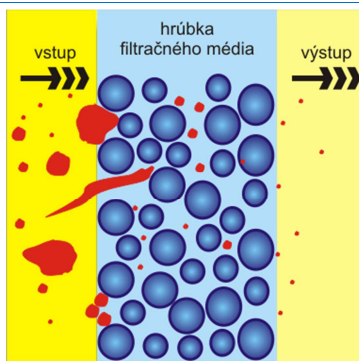
Filtrácia z hľadiska účinnosti môže byť **absolútna a nominálna**. Stanovenie tejto účinnosti je dané použitím filtrovaného média, ktoré sa pridáva do nosného média. V praxi sa často používajú častice, ktorých zloženie je stanovené normou.



Nominálna a absolútna hodnota filtrácie

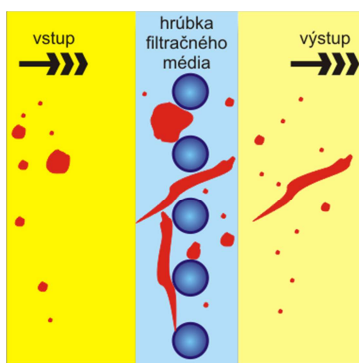
- 1- kvapalina
- 2- vlákno pre test nominálnej hodnoty filtra
- 3- guľôčka pre test absolútnej hodnoty filtra
- 4- filtračné médium

Absolútna účinnosť filtra predstavuje množstvo zachytených častíc na filtri a udáva sa v %. Pri teste sa používajú častice, ktoré majú veľmi podobný tvar a rozmer (vo väčšine prípadov sú to častice guľovitého tvaru alebo tvaru kocky). Ak má filter veľkosť otvoru napr. 5µ a testovacie častice sú taktiež 5µ veľké alebo väčšie, množstvo častíc zachytených na filtri pri udaní absolútnej hodnoty napr. 98% je veľmi presné a účinnosť filtra je vysoká. Je len málo pravdepodobné, že cez filter sa dostali častice väčšie ako 5µ. Túto veličinu nám stanovuje hodnota **Beta**. Táto hodnota sa udáva na filtri a charakterizuje jeho základnú vlastnosť – filtračnú schopnosť.



Nominálna účinnosť filtra predstavuje množstvo zachytených častíc na filtri a udáva sa taktiež v %. Avšak v tomto prípade nemajú testovacie častice taký presný tvar ako pri teste absolútnej účinnosti. Tu sa na testovanie používajú častice tvaru valca, kde je priemer 5µ, ale dĺžka môže byť niekoľko desiatok mikrónov. Táto účinnosť na filtračnom médiu už nie je taká vysoká ako pri absolútnej účinnosti filtra, lebo pri 98% nominálnej účinnosti sa môžu cez filter dostať nielen 5 mikrónové častice, ale aj oveľa väčšie. Pri absolútnej prešli len častice s veľkosťou 5 mikrónov a nie väčšie.

Absolútna a nominálna účinnosť filtra v prvom rade závisí od druhu použitého filtračného materiálu a od konštrukcie filtra.



Nominálna účinnosť filtračného média.

V súčasnej dobe sa už vyrábajú filtre, ktoré majú vysokú účinnosť - ako nominálnu, tak aj absolútnu. Čo sa týka množstva a veľkosti odstránených častíc, sú filtre s absolútnou účinnosťou oveľa presnejšie ako nominálne. Filtre s vysokou absolútnou účinnosťou sa používajú vo väčšine prípadov na vysoko tlakových hydraulických systémoch, kde je požiadavka na jemnú filtráciu. Ich nevýhodou je ich cena a pomerne vysoký tlakový spád pri zanesení. Filtre z nízkou absolútnou účinnosťou a vysokou nominálnou sa používajú v menej náročných tlakových systémoch, sú to predovšetkým stredne a nízko tlakové systémy (ako mazanie, regulácia a obrábanie apod.)

Pre výpočet účinnosti, nominálnej alebo absolútnej, sa používa výraz **Beta ratio**.

Beta (β) ratio (pomer), predstavuje množstvo častíc zachytených na filtri. Inými slovami je to stupeň ochrany systému v závislosti od použitého filtra. Táto hodnota sa zisťuje pomocou *Multi-pass* testu, ktorý nám stanoví, koľko častíc presne stanovenej veľkosti a množstva bolo na filtri zachytených a koľko ich prešlo cez filter. Beta pomer vyjadríme nasledovne:

$$\beta_x = \frac{N_d}{N_u} \quad [4]$$

β_x = Beta pomer (alebo Beta účinnosť) pre kontaminanty väčšie ako x µm

N_d = Počet častíc väčších ako x µm na jednotku objemu na vstupe do filtra

N_u = Počet častíc väčších ako x µm na jednotku objemu na výstupe z filtra

V praxi to znamená, že čím väčšie množstvo častíc bolo filtrom zachytené, tým je účinnosť filtra väčšia.

Účinnosť filtra E_x pri definovanej veľkosti častíc sa určí nasledovným spôsobom a udáva sa v %.

$$E_x = \left(1 - \frac{1}{\beta_x}\right) \times 100 \quad (\%) \quad [4]$$

Ako príklad uvádzame filter s účinnosťou 80% pri veľkosti častíc 10µm a viac. Z každých 5 častíc na vstupe do filtra sa na filtri zachytilo 4 a len jedna častica prešla cez filter.

$$\beta_x \frac{5}{1} = 5 \quad E_x = 1 - \frac{1}{5} = 1 - 0,2 = 0,8 \times 100 = 80 \%$$

Pri určení účinnosti filtrácie sa dá predpokladať, aký druh filtrácie sa práve používa, či je to povrchová filtrácia, alebo hĺbková, prípadne aké filtračné materiály sa používajú. Filtre s vysokou účinnosťou sa spravidla používajú na filtráciu pred vstupom do proporcionálnych ventilov alebo servoventilov a vo väčšine predstavujú doplnkovú filtráciu na zariadeniach.

SERVICE REPORT

REPORT NO. FT041799
PAGE NO. 8

MULTIPASS FILTER TEST REPORT SHEET - ISO 4572

Test Lab: Fluid Technologies, Inc. Test Date: 10/4/2004 Operator: ahouser

FILTER ELEMENT IDENTIFICATION

Customer: ECOFIL Element ID: H 301 (2 in parallel) Housing ID: T 30
Test No.: 8596 Filter Type: Cartridge Min. Element Bubble Point: n/a

OPERATING CONDITIONS

Test Fluid	
Type: MIL-H-5606	Temperature (°C): 38
Viscosity (mm ² /s): 15	Conductivity (pS/m): 1500
Test Contaminant	
Type: ISO MEDIUM	Batch No.: 5138M
Test System	
Flowrate: 7.6 (lpm)	BUGL: 14.9 (mg/L)
Injection System	
Injection Parameters	Average Injection Parameters
Initial	Final
Injection Flow (l/min): 0.3	Injection flow (l/min): 0.3
Concentration (mg/l): 382.0	Concentration (mg/l): 376.3

TEST RESULTS

Element Integrity								
Bubble Point to ISO 2942 (in. water): n/a	Wetting Fluid: N/A							
Differential Pressure								
Housing ΔP: 39.6 (kPa)	Clean Assembly ΔP ₂ : 132.1 (kPa)							
Clean Element ΔP: 92.5 (kPa)	Final ΔP Element: 113.8 (kPa)							
Differential Pressure versus Contaminant Added								
Time Interval (%)	Test Time (min)	Element ΔP (kPa)	Inj. Mass (grams)	Time Interval (%)	Test Time (min)	Element ΔP (kPa)	Inj. Mass (grams)	
2 Min.	2.01	92.1	0.23	20	39.66	96.7	4.48	
2.5	8.8	93.0	0.99	40	54.95	101.0	6.2	
5	12.29	93.5	1.39	80	67.18	109.5	7.58	
10	19.7	94.6	2.22	100	72.38	113.8	8.17	
Retention Capacity (ISO 12103-A3 Test Dust)								
Mass Injected M _i (g): 8.17	Retained capacity C _r (g): 7.97 *	80% Upstream Conc. G ₈₀ (mg/l): 16.7 *						
Number of Particles per Milliliter and Filtration Ratio								
Particle Size	2 (µm)	3 (µm)	5 (µm)	10 (µm)	20 (µm)	30 (µm)	40 (µm)	50 (µm)
Initial Clean	11.87	8.23	1.98	0.49	0.06	0.03	0.03	0
FILTRATION EFFICIENCY 2 Min.								
Upstream	16731.16	14003.14	8250.08	2163.02	292.1	79.23	30.93	14.57
Downstream	122.97	88.73	40.74	6.84	0.53	0.29	0.24	0.12
Beta	136.06	157.82	202.51	316.23	551.13	273.21	128.87	121.42
FILTRATION EFFICIENCY 10 %								
Upstream	19212.52	16184.9	9669.63	2600.52	356.95	94.39	36.86	17.55
Downstream	65.79	46.98	21.88	3.7	0.17	0	0	0
Beta	292.03	344.51	441.94	702.84	2099.71	99999.99	99999.99	99999.99
FILTRATION EFFICIENCY 20 %								
Upstream	19428.44	16365.33	9765.86	2623.95	359.75	99.13	37.94	18.45
Downstream	55.9	41.88	20.2	4.68	0.09	0	0	0
Beta	347.56	390.77	483.46	560.67	3997.22	99999.99	99999.99	99999.99
FILTRATION EFFICIENCY 40 %								
Upstream	19227.53	16204.3	9694.48	2595.76	351.15	91.82	36.17	18.5
Downstream	59.05	44.85	22.34	4.95	0.18	0	0	0
Beta	325.61	361.3	433.95	524.4	1950.83	99999.99	99999.99	99999.99
FILTRATION EFFICIENCY 80 %								
Upstream	18610.56	15674.57	9365.64	2493.05	337.49	92.67	36.57	17.38
Downstream	146.84	115.23	58.9	13.03	1.36	0.24	0.06	0
Beta	126.74	136.03	159.01	191.33	248.15	386.12	609.5	99999.99
Min. Beta	126.74	136.03	159.01	191.33	248.15	273.21	128.87	121.42
TWA Beta	228.69	254.02	307.32	386.9	765.13	1372	1621.08	4158.22
Avg. Efficiency (%)	99.56	99.61	99.67	99.74	99.87	99.93	99.94	99.98

* Capacity values are an estimate and for reference only.

Fluid Technologies, Inc.

1016 East Airport Road, Stillwater, OK 74075
Phone: (405) 624-0400 - FAX: (405) 624-0401
"Visit us at www.fluidtechnologies.com"

BY-PASS Multipass test - správa

Pracovné kvapaliny

V hydraulických obvodoch sa na prenos energie, chladenie, mazanie a izoláciu (transformátory) ako náplne používajú pracovné procesné kvapaliny. Tieto kvapaliny majú aj mazacie vlastnosti, a preto sú posudzované ako mazivá.

Mazivá a ich vlastnosti

Mazivá sú spravidla výrobkami petrochémie. Ich vlastnosti popisuje tribofyzika a tribochémia. Ich použitie je záležitosťou tribotechniky.

Definícia mazív a ich úloha

Mazivom môže byť látka akéhokoľvek skupenstva. Jeho úlohou je znižovať trenie v dotkových miestach dvoch telies v relatívnom pohybe alebo ak je uskutočnený pokus o relatívny pohyb. Táto definícia však nevystihuje všetky požiadavky, ktoré prax kladie na mazivo. Počet možných funkcií mazív v spojení s ich základnou úlohou býva väčší a to:

- znižovať opotrebenie
- zabezpečiť odvod tepla
- pôsobiť ako tesniaci činiteľ
- zbavovať trecie plochy nečistôt
- chrániť kovové plochy pred koróziou
- pôsobiť ako izolant v transformátore

Vo zvláštnych prípadoch sa od maziva môže požadovať, aby pôsobilo aj ako elektroizolačný činiteľ, vykonávalo funkciu prostredníka pre prenos sily, tlmilo rázy a podobne. Mazivá sa rozlišujú druhovo i vlastnosťami podľa toho, ako ďaleko sú schopné plniť uvedené funkcie.

Rozdelenie mazív

Aj keď je súčasný sortiment mazív rozsiahly, v budúcnosti možno očakávať, že okrem snahy vyrábať univerzálne druhy mazív s ľahkou výrobnou a cenovou dostupnosťou, bude treba vyrábať aj mazivá určené pre konkrétne prevádzkové podmienky a špeciálne účely (napríklad kozmonautika, lekárska veda, jadrová energetika, výpočtová technika a podobne).

Rozdelenie mazív z hľadiska technickej praxe, chemického zloženia a pôvodu

Rozdelenie mazív z hľadiska	
technickej praxe	plynné, kvapalné, plastické, tuhé
chemického zloženia	organické, anorganické
pôvodu	prírodné, syntetické

Kvapalné mazivá

Kvapalné mazivá sú v súčasnosti najrozšírenejším druhom mazív, ktorého hlavnou výhodou je široký sortiment umožňujúci použitie v celej oblasti kvapalinového a zmiešaného trenia. Kvapalnými mazivami môžu byť všetky kvapaliny, ktoré spĺňajú podmienku mazivosti v závislosti od konkrétnych zaťažujúcich prevádzkových podmienok.

Kvapalné mazivá možno rozdeliť na:

- *Chemicky jednoznačné látky*, ktoré sú vhodné na použitie v konkrétnych špeciálnych prípadoch so stálymi, nemeniacimi sa podmienkami prevádzky.
- *Homogénne zmesi*, ktoré sa skladajú z molekúl rovnakej chemickej skladby, ale rôznej veľkosti. Patria k nim predovšetkým mazacie oleje s veľmi širokou škálou viskozity. Používané oleje rozdeľujeme na oleje živočíšneho a rastlinného pôvodu, oleje minerálne alebo syntetické.
- *Kvapalné disperzie*, v ktorých sú navzájom rozptýlené čiastočky jednej látky v inej alebo vo viacerých látkach bez ich vzájomného zmiešania. Typickým príkladom sú rezné kvapaliny, emulzie, technologické kvapaliny a iné, vytvorené disperziou oleja vo vode.

Najdôležitejším a najrozšírenejším kvapalným mazivom sú mazivá zo skupiny homogénnych zmesí - **oleje**. Oleje sa delia na dve základné skupiny:

Ropné oleje (základové), ktoré sa získavajú z ropy destiláciou, rafináciou, odparafinovaním a sú zmesou uhľovodíkov, ktorých zloženie a zoradenie vyplýva z vlastností ropy, z ktorej sa vyrábajú. Ich vlastnosti sa upravujú prísadami.

Syntetické oleje, kde má väčšina týchto olejov jednotné chemické zloženie s definovanými funkčnými skupinami a svojím zložením sú určené na mazanie v podmienkach, keď nevyhovujú minerálne oleje, napr. rozsahom teplôt vzhľadom na agresívne prostredie a životnosť.

Rastlinné oleje, ktoré sú vyrábané lisovaním z olejnatých poľnohospodárskych plodín. Najčastejšie sa lisujú z repky olejnej, slnečnice alebo sóje. Vo väčšine prípadov sa požívajú na mazanie rezných nástrojov.

Prísady do mazív

Základové, čisté ropné a syntetické oleje svojimi vlastnosťami nemôžu vyhovovať rozdielnym podmienkam v trecích uzloch strojov s veľkými výkonmi, vysokými rýchlosťami, procesmi pri vysokých tlakových a teplotných parametroch. Vlastnosti a správanie mazacích látok všeobecne ovplyvňujú zušľachťujúce prísady - aditíva.

Úlohou aditív je zabezpečiť mazivu úžitkové vlastnosti tak, že zvýrazia požadované vlastnosti pôvodného maziva a potlačia nežiaduce vlastnosti alebo mu dodajú niektoré nové vlastnosti.

Chemický priemysel v súčasnosti ponúka veľké množstvo prísad do kvapalných aj plastických mazív pôsobiacich fyzikálnym alebo chemickým spôsobom na zušľachťované mazivo, pričom väčšina prísad nemá jeden účinok, ale pôsobí multifunkčne. Na kvalitu oleja rozhodujúco vplýva dokonalá rozpustnosť prísad bez tvorby usadenín a kalov.

Jednotlivé druhy prísad sa zameriavajú na splnenie nasledujúcich funkcií:

Antioxidanty - zamedzujú pôsobeniu kyslíka, potláčajú oxidačné procesy a predlžujú životnosť olejov.

Detergenty - zamedzujú tvorbe usadenín v spaľovacích motoroch.

Disperzanty - potláčajú vznik zhlukov nečistôt v benzínových motoroch pri nižších aj vyšších teplotách a vo vznetrových motoroch pri vyšších teplotách.

Antikorózne prísady - zlepšujú ochranu železných a neželezných plôch pri styku s vodou a atmosférickým kyslíkom.

Modifikátory viskozity - vplyvajú na reologické vlastnosti oleja, zvyšujú viskozitu v oblasti vysokých teplôt bez zhoršenia ostatných vlastností.

Depresanty - znižujú bod tuhnutia.

Mazivostné prísady - fyzikálnou alebo chemickou adsorpciou polárnych molekúl k povrchom trecích telies tvoria únosnejšie mazacie filmy s nízkymi hodnotami súčiniteľa trenia.

Protiderové prísady - vytváraním vlastných mazacích vrstiev potláčajú opotrebenie trecích telies.

Protipenivostné prísady - obmedzujú penivosť olejov.

Protiúnavové prísady - potláčajú reaktivitu čerstvého povrchu povrchových a podpovrchových mikrotrhlín.

Biocídy - zabraňujú rozmnožovaniu mikroorganizmov v emulzných olejoch a olejoch znečistených vodou.

Emulgátory - znižujú medzypovrchové napätie na fázovom rozhraní vodnej a olejovej fázy a vytvárajú súvislé, tenké filmy, ktoré zabraňujú zlievaniu kvapiek.

Pre praktickú aplikáciu prísad je dôležité, aby boli dokonale rozpustné v danom oleji, nevytvárali zákal alebo usadeniny, a to ani pri dlhodobom skladovaní alebo zmenách teploty. Preto je potrebné skúšať aditívovaný olej na jeho stálosť pri skladovaní a pri miešaní s iným aditívovaným olejom.

Na chemickú a fyzikálnu stálosť a životnosť jednotlivých mazív a aditív vplýva prostredie, v ktorom sa nachádzajú a v neposlednom rade aj ich čistota. Čistotou mazív, spôsobmi filtrácie a diagnostikami sa zaoberajú ďalšie časti predloženej príručky.

Základné vlastnosti kvapalných mazív

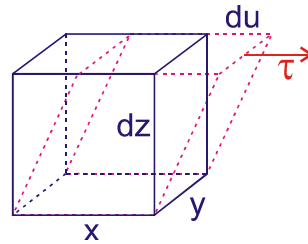
Vlastnosti olejov možno posudzovať z rozličných hľadísk. Pri zohľadnení požiadaviek kladených na oleje sa ich vlastnosti môžu komplexne rozdeliť na:

- funkčné
- termické
- povrchové
- elektrické
- životnostné
- fyziologické, ovplyvňujúce kvalitu olejov

Z technického hľadiska sú rozhodujúce predovšetkým funkčné vlastnosti mazív, najmä viskozita, hustota, kompresibilita, tepelná vodivosť a špecifická tepelná kapacita.

Viskozita je schopnosť tekutiny klásť odpor proti vzájomnému posuvu častíc a vrstiev. Na dotykovej ploche vrstiev s rôznou rýchlosťou vzniká dotykové napätie, ktoré spôsobuje vnútorné trenie v prúdiacej kvapaline. Vnútorné trenie väčšiny tekutín sa riadi Newtonovým zákonom lineárnej závislosti dotykového napätia od gradientu prúdenia v smere kolmom na prúdenie.

$$\tau = \eta \frac{du}{dz} = \eta \cdot D \quad [\text{Pa}]$$



Grafické znázornenie Newtonovho zákona o trení v tekutine

- τ - šmykové napätie v rovine x, y [Pa]
- u - rýchlosť prúdenia kvapaliny v smere osi x [m.s⁻¹]
- z - vzdialenosť od rovnobežnej roviny x, y [m]
- du/dz - gradient rýchlosti alebo D ako šmykový spád [s⁻¹]
- η - dynamická viskozita alebo viskozita [Pa.s]

Dynamická viskozita veľmi závisí od teploty, pričom v kvapalinách so vzrastajúcou teplotou klesá a v plynoch stúpa. Častejšie sú však kvapaliny charakterizované *kinematickou viskozitou*, ktorá je definovaná ako pomer η -dynamickej viskozity a ρ - hustoty.

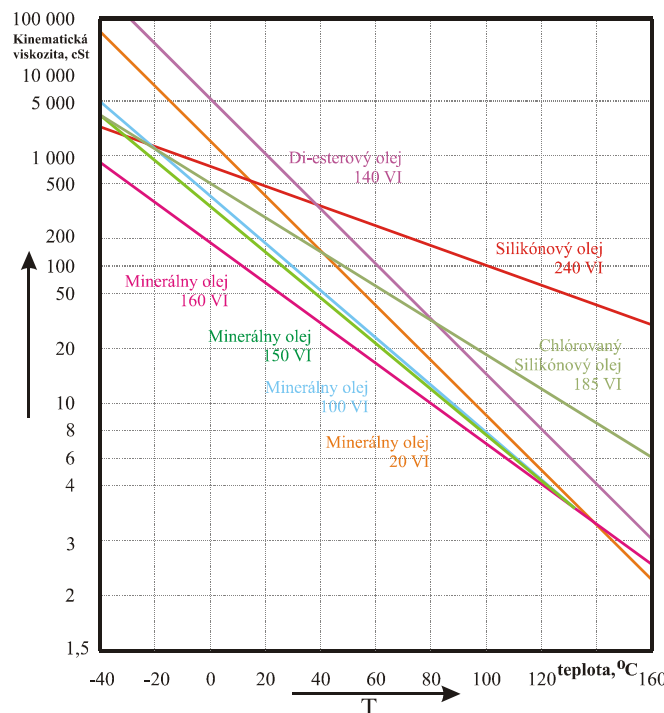
$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$$

Dynamická a kinematická viskozita mazacích olejov je výrazne závislá od pracovnej teploty. S narastajúcou teplotou viskozita prudko klesá. V niektorých prípadoch môže viskozita pri zvýšení teploty o 25^oC klesnúť až o 80% z pôvodnej hodnoty. Z hľadiska inžinierskej činnosti je veľmi dôležité poznať hodnotu viskozity pri pracovnej teplote, lebo tá má vplyv na hrúbku vrstvy medzi dvoma pracovnými plochami. Viskozitu oleja za určitej teploty je možné vypočítať z viskozitno-teplotnej rovnice alebo získať z viskozitno-teplotného diagramu podľa ASTM (American Society for Testing Materials).

Všeobecne známy diagram, ktorý je úplne založený na empirických poznatkoch, bol vypracovaný na základe rovnice Walthera, a to nasledovným spôsobom:

$$(\nu + a) = bd^{1/T^c}$$

kde: a, b, c, d sú konštanty, ν je kinematická viskozita [m².s⁻¹], T je absolútna teplota [K].



Závislosť viskozity jednotlivých druhov olejov od teploty

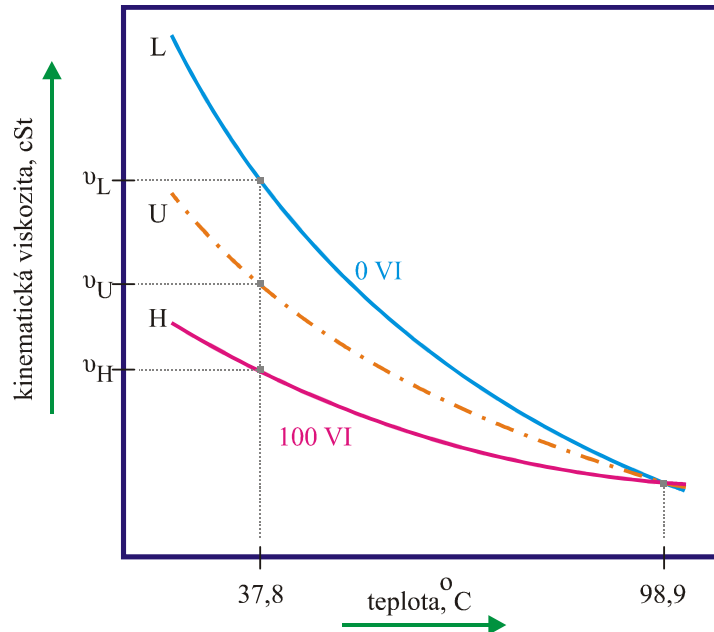
Ďalším dôležitým parametrom vyjadrujúcim závislosť kinematickej viskozity od teploty je *viskozitný index*. *Viskozitný index* je empirická hodnota porovnávajúca kinematickú viskozitu sledovaného oleja s kinematickou viskozitou dvoch referenčných olejov, u ktorých je podstatne rozdielna v závislosti od teploty. Referenčné vzorky oleja

boli vybrané tak, že viskozitný index (VI) jednej vzorky bol rovný nule ($VI=0$) a viskozitný index druhej vzorky mal hodnotu 100 ($VI=100$) pri teplote $37,8^{\circ}\text{C}$, avšak pri teplote $98,89^{\circ}\text{C}$ mali všetky tri vzorky rovnakú kinematickú viskozitu ako je uvedené na obr.

Viskozitný index je možné vyjadriť nasledovným spôsobom:

$$VI = \frac{L-U}{L-H} \cdot 100$$

kde: U - kinematická viskozita sledovaného oleja pri 40°C
 L, H - viskozity referenčných vzoriek pri 40°C



Vyhodnotenie viskozitného indexu

v_L a v_H - kinematická viskozita referenčných olejov

v_U - kinematická viskozita sledovaného oleja

L, H - priebeh viskozitného indexu referenčných vzoriek oleja 0 VI a 100 VI hodnoty viskozitn. indexu

U - priebeh sledovaného

Viskozitný index je jednou z charakteristických hodnôt vyjadrujúcich kvalitu mazacích olejov. Ako je vidieť na obrázku, čím je viskozitný index vyšší, tým je viskozita stabilnejšia. Minerálne oleje majú viskozitný index približne 100, aditívované a syntetické oleje majú hodnotu 150.

Hustota je veličina závislá od teploty a tlaku. Pod pojmom hustota sa myslí hmotnosť definovaného objemu látky pri vzhľadnej teplote a tlaku, zvyčajne pri teplote 20°C a $0,1\text{MPa}$ a je vyjadrená vzťahom:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

kde m - hmotnosť kvapaliny [kg]
 V - objem kvapaliny [m^3]

Kompresibilita je vlastnosť kvapaliny zmenšiť svoj objem pôsobením tlaku. Kompresibilita vplýva na mazacie vlastnosti oleja, pôsobí pozitívne na únosnosť mazacej vrstvy pri ťažko stlačiteľných kvapalinách.

Povrchové napätie a kapilarita vzniká vplyvom rozdielnych podmienok, v ktorých sa nachádzajú molekuly kvapaliny na stykovej ploche s inou látkou a vytvára sa povrchová energia, ktorá je úmerná ploche styku.

Kavitácia je jav, ku ktorému dochádza pri prudkých zmenách tlaku v prúdiacej kvapaline. Vznikajú pritom bubliny vyplnené sýtou parou kvapaliny. Pri zániku sa bubliny zapíňajú vysokou rýchlosťou okolitou kvapalinou, čo je sprevádzané rázmi spôsobujúcimi hluk.

Pre potreby skúmania jednorozmerného pohybu tekutiny je definovaný hmotnostný prietok Q_m [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$] a objemový prietok Q [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]. Pretože je v priereze S miestna rýchlosť jednotlivých častíc viskoznej kvapaliny rôzna, ρ je hustota [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$], u je rýchlosť prúdenia [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] a S je prierez [m^2], určíme hmotnostný prietok pomocou strednej rýchlosti.

$$Q_m = \frac{dm}{dt} = \rho u S \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$$

Podobne definujeme objemový prietok ako objem tekutiny, ktorý pretečie za jednotku času:

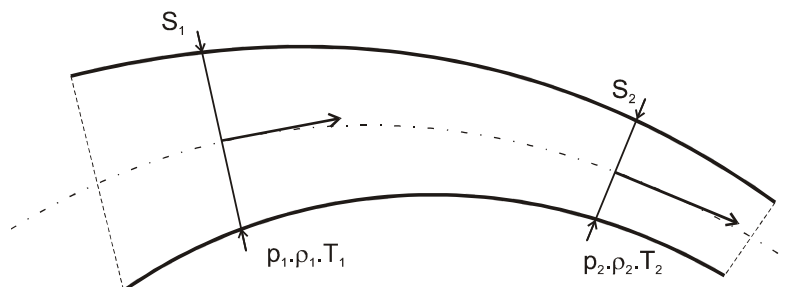
$$Q = \frac{dV}{dt} = uS \quad [m^3 \cdot s^{-1}]$$

Pre prietok susednými prierezmi S_1 a S_2 trubice (obr. 2.4) platí zákon zachovania hmoty nazývaný taktiež *rovnica kontinuity stlačiteľných kvapalín*:

$$Q_m = \rho_1 u_1 S_1 = \rho_2 u_2 S_2 = \text{konšt.} \quad [kg \cdot s^{-1}]$$

Pre obecný prierez platí:

$$\rho u S = \text{konšt.}$$



Kontinuita prúdu

- | | |
|--|--|
| ρ_1, ρ_2 - hustota kvapaliny | p_1, p_2 - tlak kvapaliny |
| v_1, v_2 - rýchlosť prúdenia kvapaliny | S_1, S_2 - prierez v mieste prúdenia |
| T_1, T_2 - termodynamická teplota | |

Pri nestlačiteľných alebo málo stlačiteľných kvapalinách obvykle zanedbávame zmenu hustoty. *Rovnica kontinuity nestlačiteľných kvapalín* má tvar:

$$Q = u_1 S_1 = u_2 S_2 = \text{konšt.} \quad [m^3 \cdot s^{-1}]$$

Pre obecný prierez platí:

$$uS = \text{konšt.}$$

Kontaminácia oleja

Kontaminácia je znečistenie nosných alebo prepravných látok inou substanciou. Podľa zloženia jednotlivých substancií môžu byť tieto k sebe navzájom, a tak isto aj oproti prepravnému alebo nosnému médiu, homogénne a heterogénne.

Nosné média môžu byť *plynné, kvapalné, tuhé alebo zmiešané* (napr. vzduch – farba, vzduch – piesok, voda – brúsny materiál).

Plynné nosné média môžu byť znečistené ďalším plynom (napr. smogom), kvapalinou alebo tuhú látkou, prípadne všetkými tromi. Z bežnej praxe vieme, že vzduch je často presýtený rôznymi prachovými časticami, peľmi, pieskom a v neposlednom rade aj baktériami a vírusmi. Tak ako to je v každom systéme, aj atmosféra predstavuje určitý rovnorodý systém, do ktorého prichádzajú hore uvedené kontaminanty. Nadmerné množstvo týchto kontaminantov má za následok rôzne ochorenia dýchacích ciest, alergií, no a keď sa k tomu pridá ďalší kontaminant – voda, dochádza k chrípkovým epidémiám. Výsledkom zvýšenej kontaminácie vzduchu vlhkosťou a rozptýlením molekúl vzniká ďalší prírodný jav a to hmla.

Takto kontaminovaný vzduch je príčinou kontaminácie aj iných nosných médií ako sú kvapalné nosné média. **Kvapalné nosné média** sú okrem kontaminácie z okolitého prostredia, ako rôzne prachové častice a vzdušná vlhkosť, vystavené kontaminácii časticami pochádzajúcimi z vlastného systému. Tieto častice môžu byť kovové, ďalej sem patria plasty, guma, textilie apod.

Z toho dôvodu má filtrácia kvapalín v oblasti separácie najväčší záber, čo sa týka množstva prefiltrovaných objemov, kvality filtrácie a druhov použitých filtrov. Ako príklad môžeme uviesť filtráciu úžitkovej alebo pitnej vody, s ktorou sa prakticky stretávame takmer v každej domácnosti. Na začiatku vodu filtrujeme ešte pred tým, ako sa dostane do domácnosti, následne potom, keď sa dostane na čistenie ako odpadová voda. Ďalším a veľmi významným priemyslom, kde sa každý deň stretávame s filtráciou kvapalín, je priemysel automobilový. Jednak je to priamo v automobiloch pri výmene oleja a druhom prípade pri ich výrobe, na ktorú sú naviazané ostatné druhy odvetví. **Voľba vhodného spôsobu filtrácie na výrobných zariadeniach má veľký vplyv nielen na životnosť, prevádzky schopnosť a bezporuchovosť zariadenia, ale aj na životnosť použitého nosného kvapalného média (napr. oleja). Oleje z hľadiska nákladov tvoria nezanedbateľnú položku a to nielen pri ich obstaraní, ale aj pri likvidácii.**

Ďalšími nosnými médiami môžu byť tuhé látky alebo zmiešané látky. **Tuhé nosné média** sa často separujú najmä v oblasti spracovania nerastných surovín a pri výrobe rúd, ale tak isto aj v poľnohospodárstve, napr. pri čistení semien. Práve separácia nerastných surovín a poľnohospodárskych produktov je typickým príkladom separácie cez sitá. Ďalším spôsobom separácie je aj využitie fyzikálnych vlastností, napr. magnetického poľa, kde sa zmagnetizované častice zachytia na magnetickom filtri.

Kontaminácia pevnými časticami

Určité množstvo kovových častíc, piesku a prachu, gumy, plastov, atď. je stále prítomné v oleji, dokonca aj v novom a ďalšia kontaminácia sa pridáva v okruhu vzduchovým filtrom alebo počas údržby. Vo funkcii k rozmerom a ich povahe tieto častice majú niekoľko negatívnych vplyvov na normálnu funkciu stroja a životnosť oleja. Najväčšie častice môžu byť dôvodom pre nefunkčnosť stroja, dokonca aj pre úplné vyradenie stroja z prevádzky. Bez ohľadu na aplikáciu, olej môže splňať svoju funkciu ak je dostatočne čistý a všetky aditíva sú prítomné.

Čistota oleja je však trvale ovplyvnená rôznymi faktormi, vznikajúcimi vo vnútri a mimo stroja, kde najdôležitejšie sú nerozpustné častice (kov, piesok, vlákna, guma, plasty) a voda.

Kontaminácia ako dôsledok opotrebenia

Väčšie častice sa zachytávajú medzi pohyblivými povrchmi a prekážajú pohybu komponentu.

Procesy opotrebenia rozdeľujeme na tieto základné druhy:

Adhezívne opotrebenie je charakterizované rozrušovaním povrchu, ako výsledok porušovania mikrospojov, ktoré vznikajú interakciou medzi dotýkajúcimi povrchmi. Extrémnym prípadom adhézneho opotrebenia je zadieranie. Typickým prípadom takého opotrebenia sú klzné uloženia.

Abrazívne opotrebenie je charakterizované oddeľovaním častíc materiálu z funkčného povrchu ryhovacím účinkom tvrdého drsného povrchu druhého telesa, alebo účinkom abrazívnych častíc. Typickým príkladom abrazívneho opotrebenia je opotrebenie radličiek kultivátorov, opotrebenie čapu, oka článku pásového podvozku a podobne.

Erozívne opotrebenie je charakterizované poškodzovaním funkčného povrchu časticami unášanými prúdom kvapaliny alebo prúdom plynu. Typickým príkladom erozívneho opotrebenia je opotrebenie obežných kolies čerpadiel, opotrebenie cyklónov, lopatiek

Kavitačné opotrebenie vyvoláva poškodzovanie povrchu súčiastok v oblasti zanikania kavitačných dutín. Kavitačné dutiny vznikajú pri náhlom poklese tlaku v kvapaline zmenou podmienok prúdenia. Pri zanikani kavitačných dutín dochádza ku vzniku hydrodynamických rázov, čo spôsobuje namáhanie povrchov ktoré sú na blízku.

S kavitačným opotrebením sa stretávame u súčiastok vodných turbín, čerpadiel, ale i v klzných ložiskách, v hydraulických systémoch a podobne.

Únavové opotrebenie je charakterizované postupnou kumuláciou porúch v povrchovej vrstve ako výsledok opakovaných stykových napätí. Typickým príkladom únavového opotrebenia sú valivé ložiská, ozubené kolesá a ďalšie.

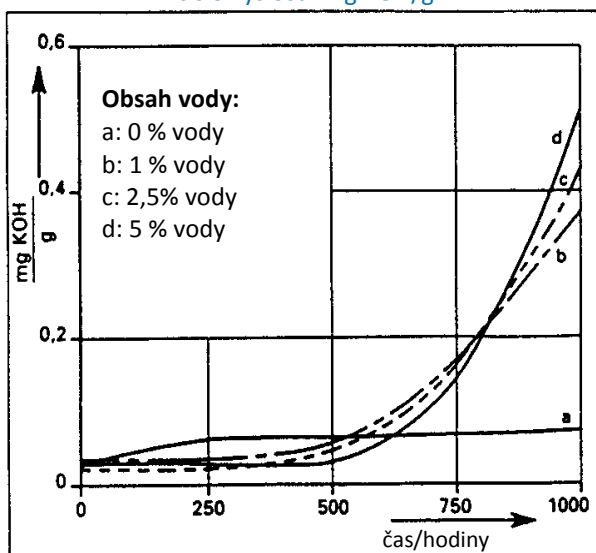
Vibračné opotrebenie vzniká pri vzájomnom kmitavom tangenciálnom posune funkčných povrchov pri pôsobení normálneho zaťaženia. Amplitúdy vibrácie sú zvyčajne malé. Najčastejšie sa vyskytuje v rôznych pohyblivých uloženiach

Uvedené druhy opotrebenia vyplývajú zo špecifik funkčného pôsobenia na vznik rozrušovania povrchu a majú svoj mechanizmus. Aby tento mechanizmus bol čo najkomplikovanejší a z časového hľadiska čo najdlhší napomáhajú mazivá a ich čistota, ktorú je možné dosiahnuť len filtráciou.

Kontaminácia vodou

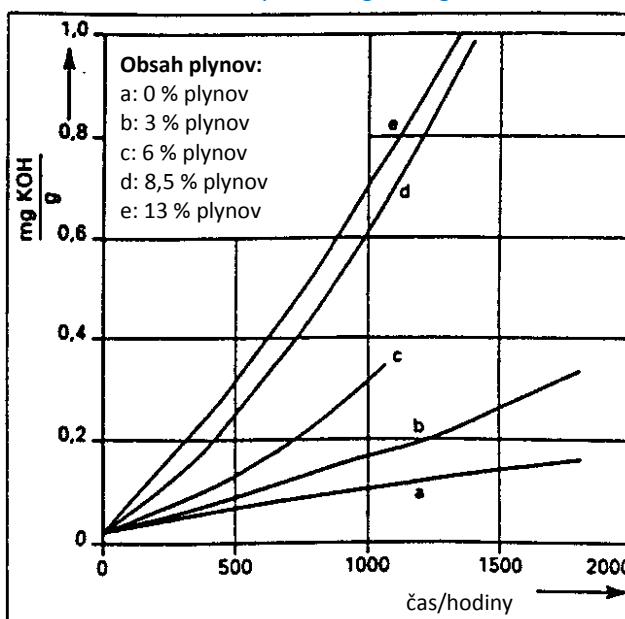
Okrem kontaminácie časticami je v oleji možná aj prítomnosť vody. Jej nárast môže byť spôsobený priesakmi z chladiaceho systému alebo netesnosťou nádrží, ale aj kondenzáciou pri zmenách teploty a dýchaním pohybujúcej sa hladiny hydraulickej kvapaliny v nádrži. Ku kontaminácii dochádza aj pri zvýšenej koncentrácii vody, niekedy dokonca iba z dôvodu kondenzácie po teplotných odchýlkach.

číslo kyslosti mg KOH/g



Vplyv vody na starnutie minerálneho oleja

číslo kyslosti mg KOH/g



Vplyv vzduchu na starnutie minerálneho oleja

Voda, mosadz a iné kovové častice sú extrémne aktívne katalyzátory v procese oxidácie oleja a iných mazadiel. Železo urýchľuje proces oxidácie faktorom 48, mosadz dokonca faktorom 62 a voda ďalej znásobuje tento proces faktorom 10. Výsledkom oxidácie oleja je niekoľko chemických reakcií, ktoré sú zodpovedné za:

- nárast alebo zníženie viskozity oleja,
- formovanie kyselín, reagujúcich so všetkými materiálmi a za tvorbu živcových produktov, pokrývajúcich všetky povrchy, čím sa obmedzuje funkcia a blokovanie filtrov,
- vytváranie kalov, ktoré sa usadzujú v spodných častiach nádrže.

Prítomnosť vody v hydraulických kvapalinách však vytvára ešte viac nežiaducich produktov. Prítomnosť vody v systéme akceleruje proces zvyšovania kyslosti oleja. Zvyšovanie kyslosti spôsobuje formovanie hrdze, poškodenie opotrebením a nakoniec poškodenie stroja. Voda ďalej ovplyvňuje celkovú deštrukciu všetkých komponentov oleja, čím sa strácajú všetky špecifické charakteristiky oleja a konečný výsledok je nevyhnutnosť výmeny oleja.

Škodlivý vplyv kontaminantov a vody pre olej ako aj pre strojné zariadenie môže byť účinne eliminovaný použitím vhodnej filtrácie.

Sledovanie čistoty

Všetky hydraulické systémy sú kontaminované (znečistené). Stupeň znečistenia závisí od prostredia, v ktorom systémy pracujú. Môže to byť vplyvom vnútorného prostredia, keď si systém sám produkuje znečistenie pevnými, kvapalnými alebo plynými látkami.

Tak isto sa môže systém znečisťovať aj vplyvom vonkajšieho prostredia, keď pracuje v agresívnom prostredí chemickej prevádzky, alebo nasáva prachové častice a vzdušnú vlhkosť cez dýchaciu sústavu hydraulikkej nádrže.

V začiatkoch pracovali hydraulické systémy s tlakmi 70 bar a menej. Pri týchto systémoch postačovala filtrácia od 25 do 50 μm. Tieto filtračné systémy mali však takú nevýhodu, že pri nadmernom znečistení sa nečistoty opäť dostávali do systému.

V súčasnej dobe sa pracovné tlaky v hydraulických systémoch pohybujú až okolo 160 až 210 bar, pri zvláštnych hydraulických systémoch až do 315 bar. Nádrže sú vzhľadom k množstvu prepravenej kvapaliny pomerne malé a rýchlosť prúdenia kvapaliny tu niekedy dosahuje hodnotu až 1500 km/hod. V týchto systémoch sú už kladené vysoké nároky na čistotu a to najmä z toho dôvodu, že čerpadlá, proporcionálne ventily a servoventily sú vyrábané z veľmi malými toleranciami. Vyžaduje sa tu filtrácia od 3 do 5 μm. V týchto systémoch veľmi často dochádza k erózii, a preto sa v jednom systéme používa viacero druhov filtrácie.

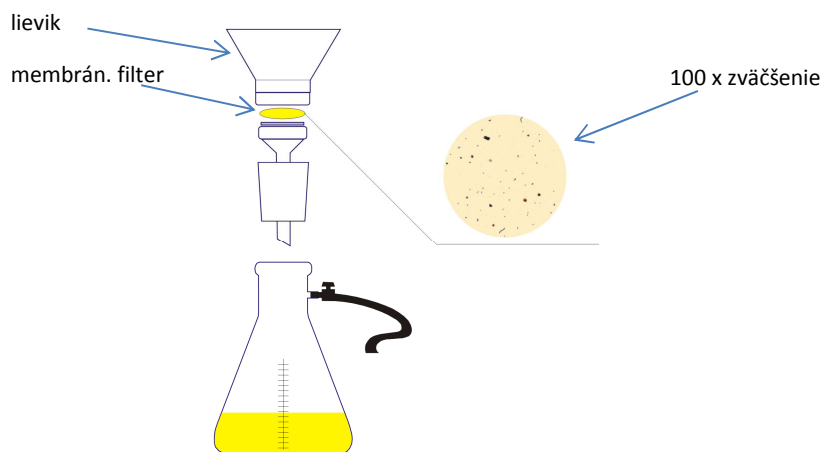
Je faktom, že až 70% hydraulických systémov sa stáva nefunkčnými práve z dôvodu znečistenia. Špecifikácia jednotlivých druhov filtrov v systéme je veľmi dôležitá aj preto, že ak systém pracuje s 3 alebo 5 μm filtráciou, môže nastať jav, pri ktorom je drobných častíc tak veľa, že kvapalina pôsobí ako brusivo. V takom prípade je potrebné systém osadiť **by-pass filrami**, ktoré dokážu odstrániť nielen častice až do 0,5 μm, ale ja vodu. Jedným z takýchto významných výrobcov je aj slovenský výrobca **ECOFIL**.

Stupne znečistenia

Ak konštruktéri a vývojoví pracovníci potrebujú navrhovať jednotlivé typy filtrov, musia v prvom rade poznať stupeň znečistenia, ktorý sa dosiahne vplyvom vnútorného a vonkajšieho prostredia daného hydraulického systému, či aké látky vznikajú pri mechanickom poškodzovaní, rozkladom a oxidáciou, nasávaní z okolitého prostredia a rôzne iné produkty v spaľovacích motoroch.

V súčasnosti sú zaužívané **triedy čistoty** ako napr. **NAS 1638, ISO 4406, SAE, ACFTD** apod.

Spôsob vykonávania tohto testu upravuje aj norma STN 656206. Skúška sa vykonáva tak, že do filtračného lievika, ktorý je osadený 0,8 μm membránovým filtrom o priemere 50 mm, sa vleje skúmaná vzorka. Pomocou vákuovej pumpy sa v spodnej nádobke vytvorí podtlak a skúmaná vzorka prejde cez membránový filter. Ten sa po vybratí z filtračného lievika vysuší a sleduje pod mikroskopom zo 100-násobným zväčšením ako je to znázornené na obrázku.



Spôsob sledovania čistoty podľa NAS

Pri sledovaní vzorky sa tieto častice rozdeľujú do skupín podľa veľkosti, ako to je uvedené v tabuľke. Na základe toho sa určí počet častíc podľa jednotlivých veľkostí. Tieto počty, a zároveň aj trieda čistoty, sa dajú stanoviť štatisticky alebo pomocou porovnávacích obrázkov.

norma	SAE												
	ISO code	12/10/7	13/11/8	14/12/9	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	22/20/17	23/21/18
	NAS 1638	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
veľkosť častíc (µm)	2 - 5	2500	5000	10000	20000	40000	80000	160000	320000	640000	1280000	2560000	5120000
	5 - 15	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000
	15 - 25	89	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	18200
	25 - 50	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400
	50 - 100	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760
	> 100	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Odporúčané v hydraulických systémoch					Citlivé systémy laboratória			Servoventily	Proporcionálne ventily	Strednotlakové systémy Zubové čerpadlá	Nenáročné tlakové systémy		Neodporúčaná čistota oleja
Filtrácia ECOFIL										Nový hydraulický olej			

Rozdelenie znečistenia podľa množstva jednotlivých častíc v 100 ml vzorky podľa NAS a v 1 ml vzorky pri ISO Code

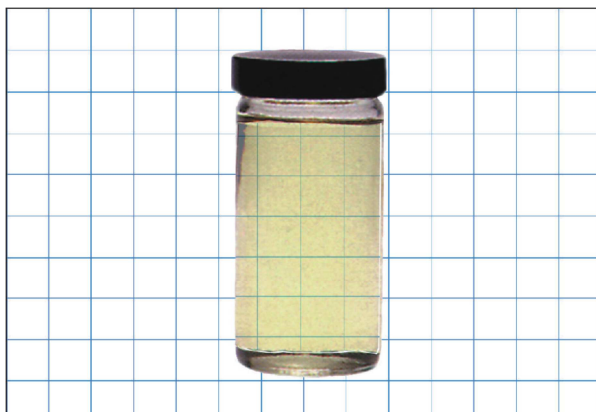
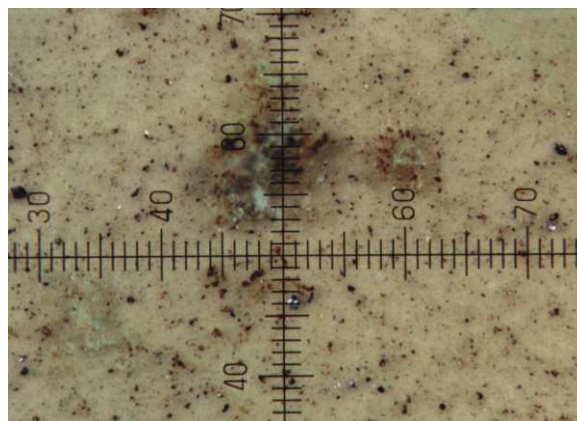
Je treba poznamenať, že už **nové hydraulické kvapaliny sú znečistené** a niekedy majú triedu čistoty **NAS 9**. To pre citlivejšie hydraulické systémy nepostačuje a už pri plnení je potrebné hydraulickú kvapalinu filtrovať. Odporúčané triedy čistoty podľa **NAS 1638** pre jednotlivé hydraulické systémy sú:

NAS

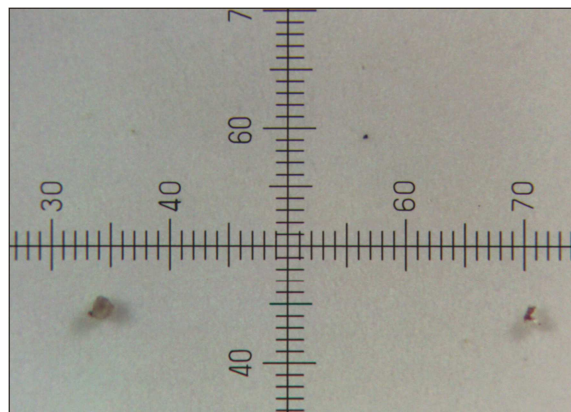
- 4 - 5** veľmi citlivé systémy a laboratória
- 6** zariadenia so servoventilmi
- 7** zariadenia s proporcionálnymi ventilm
- 8** strednotlakové systémy
- 9** nízkotlakové systémy s veľkými toleranciami
- > 10** neodporúčame pre hydraulické systémy



NAS 11 , ISO 22/20/14



NAS 5, ISO 16/14/11





Snímky triedy nečistoty pod mikroskopom so 100-násobným zväčšením:

1 - NAS 12 (ISO 23/21/18), 2 - NAS 10 (ISO 21/19/16), 3 - NAS 6 (ISO 17/15/12), 4 - NAS 4 (ISO 15/13/10)

Pre stanovenie celkovej kontaminácie hydraulickej kvapaliny nestačí poznať len množstvo a zloženie jednotlivých častíc, ale aj ostatné fyzikálne a chemické vlastnosti. Tieto testy sa vo väčšine prípadov vykonávajú v laboratóriách s príslušným vybavením. Na základe rozborov z týchto laboratórií potom vieme stanoviť, v akej kondícii je hydraulická kvapalina, či môže byť ďalej používaná, alebo či je potrebné ju vymeniť.

Laboratórne skúšky hydraulických kvapalín možno rozdeliť do dvoch skupín:

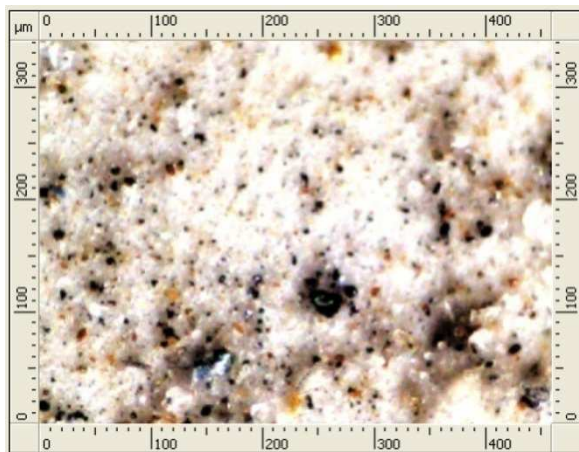
Skúšky fyzikálne, medzi ktoré patria hlavne stanovenie kinematickej viskozity, stanovenie bodu vzplanutia, tuhnutia a skvapnutia. Ďalšími skúškami sú stanovenie dynamickej viskozity, hustoty, indexu lomu a IČ (infračervených) spektier.

Skúšky chemické, medzi ktoré patria stanovenie čísla kyslosti, zmydelnenia, celkového čísla alkality a acidity (TAN a TBN), stanovenie živíc, látok nerozpustných v n-heptáne, stanovenie síry, zinku, popola apod.

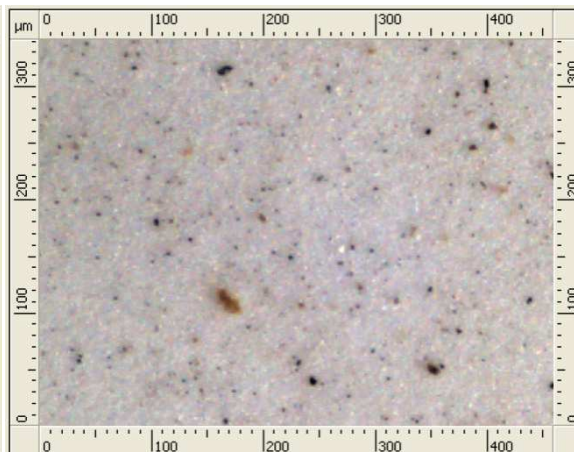
Na základe praktických skúsenosti a výsledkov analýz vieme, že životnosť, chemická a fyzikálna stálosť závisí od úrovne filtrácie jednotlivých hydraulických kvapalín. Pevné častice, najmä kovové, voda prítomná v systémoch a vzduch sú katalyzátory, ktoré najviac ovplyvňujú oxidačný proces. Tento proces spôsobuje deštrukciu nielen hydraulických kvapalín, ale celého zariadenia. Vhodnou filtráciou, priebežnými skúškami a správnym ošetrovaním hydraulických kvapalín sa životnosť kvapalín a tým aj zariadení niekoľkonásobne zvyšuje. Má to aj svoj ekonomický efekt, ale hlavnejšie je environmentálne hľadisko, keďže opotrebované hydraulické kvapaliny sú definované ako nebezpečný odpad.

Druh systému, prostredie aplikácie a použité komponenty	Odporúčané triedy čistoty podľa ISO 4406
Systémy so servo-prvkami citlivými na jemnú kontamináciu	15/13/10
Priemyselná hydraulika <ul style="list-style-type: none"> ● proporcionálne technológie ● vysokotlakové systémy 	17/15/12
Priemyselná a mobilná hydraulika <ul style="list-style-type: none"> ● riadené solenoidové ventily ● strednotlakové a nízkotlakové systémy 	18/15/12 19/16/14
Priemyselná a mobilná technika nevyžadujúca vysokú čistotu kvapaliny	20/16/15
Tlakové, obehové mazanie prevodoviek	18/16/13
Nový olej	21/19/16
Čerpadlá/pohony <ul style="list-style-type: none"> ● axiálne piestové čerpadlá ● radiálne piestové čerpadlá ● zubové čerpadlá ● lamelové čerpadlá 	18/16/13 19/17/13 20/18/15 19/17/14
Ventily <ul style="list-style-type: none"> ● priame ventily ● tlakové ventily ● ventily riadenia prietoku ● poistné ventily ● proporcionálne ventily ● ventily so servopohonom 	20/18/15 19/17/14 19/17/14 20/18/15 18/16/13 16/14/11

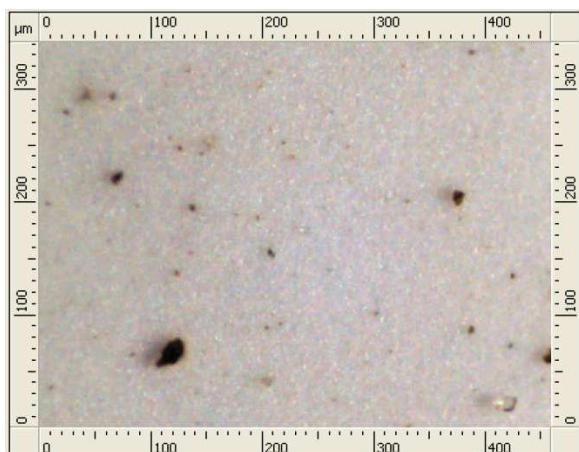
Odporúčaná čistota oleja pre jednotlivé zariadenia



a



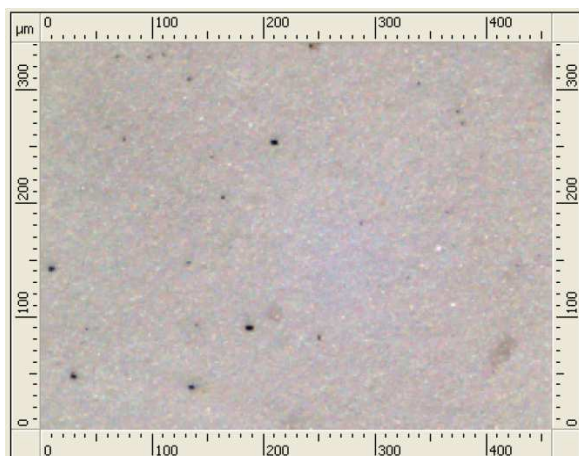
b



c



d



e



f

Snímka analýzy kódu čistoty kvapaliny cez 0,8 µm filtračný papier pri 100-násobnom zväčšení

a - kód čistoty NAS 12, ISO 24/21/15

b - kód čistoty NAS 9, ISO 20/16/8

c - kód čistoty NAS 8, ISO 19/14/7

d - kód čistoty NAS 7, ISO 18/16/13

e - kód čistoty NAS 6, ISO 17/12/4

f - kód čistoty NAS 5, ISO 16/12/4

Rozdelenie filtrov z hľadiska ich umiestnenia v hydraulickom obvode

V každom hydraulickom systéme je veľmi dôležité nielen správne vytypovať jednotlivé typy filtrov, ale ich aj vhodne umiestniť v systéme. Úplne inú účinnosť alebo jemnosť filtrácie potrebujú čerpadlá a iné hydraulické prvky ako elementy pri saní alebo v odpadovej vetve. Jednotlivé druhy filtrov podľa ich umiestnenia v systéme rozdeľujeme nasledovne:

- **sacie**
- **tlakové**
- **odpadové alebo vratné**
- **obtokové alebo by-pass**

Sacie filtre majú za hlavnú úlohu chrániť čerpadlá. Zvyčajne sa inštalujú na vstup do čerpadla a môžu byť ponorené v kvapaline alebo priamo vo vetve. Vo väčšine prípadov tieto hrubé filtre nedosahujú potrebnú filtráciu pre systém, ale chránia ho pre veľkými náhodnými časticami na vstupe. Ako filtračné médium sa často používajú kovové sitá, ktoré sú veľmi dobre odolné voči kavitácii, tlakovým spádom a podtlaku. Už výrobcovia čerpadiel udávajú, aká je potrebná filtrácia na čerpadle. Bežne sa pohybuje od 150 do 50 µm. Nasledujúci obrázok nám znázorňuje, ako sa sací filter umiestňuje v hydraulickom systéme. Tieto filtre môžu byť s poistným ventilom alebo bez neho.

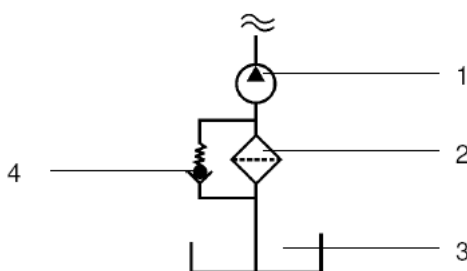


Schéma zapojenia **sacieho filtra** v hydraulickom obvode: 1 - hydrogenerátor, 2 - sací filter, 3 - nádrž s kvapalinou, 4 - poistný ventil

Tlakové filtre sú umiestnené v hlavnom prúde za čerpadlami. Sú konštruované pre vysoké tlaky a prietochné množstvá, ktoré dané čerpadlá produkujú. Chránia celý systém, ale hlavne citlivé hydraulické prvky ako sú servoventily a proporcionálne ventily. Často sa umiestňujú v ich blízkosti. Ich filtračná účinnosť je veľmi vysoká a schopnosť filtrácie je do 3 µm, niekedy aj 1 µm. Spôsob umiestnenia nám znázorňuje nasledujúci obrázok.

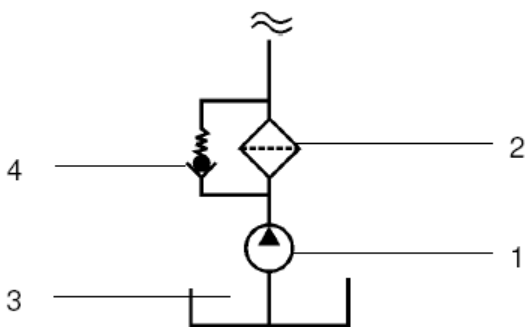


Schéma zapojenia **tlakového filtra** v hydraulickom obvode: 1 - hydrogenerátor, 2 - tlakový filter, 3 - nádrž s kvapalinou, 4 - poistný ventil

Odpadové alebo vratné filtre, (obr.) sa používajú hlavne vtedy, ak je citlivým článkom systému čerpadlo. Častice, ktoré vznikajú v systéme pri pohybe valcov, poškodzovaní tesnení apod. sa naspäť vracajú do nádrže. Aby sme eliminovali ich množstvo a tým chránili citlivé čerpadlá, inštalujeme tieto filtre na vratnú vetvu zo systému. Môžu byť namontované v nádrži alebo vo vetve. Tieto filtre v kombinácii s tlakovými filrami dokážu veľmi účinne chrániť hydraulické systémy. Ich pracovné tlaky sú do 8 bar a filtračná schopnosť 15 až 35 µm. Spôsob ich inštalácie je uvedený na nasledovnom obrázku:

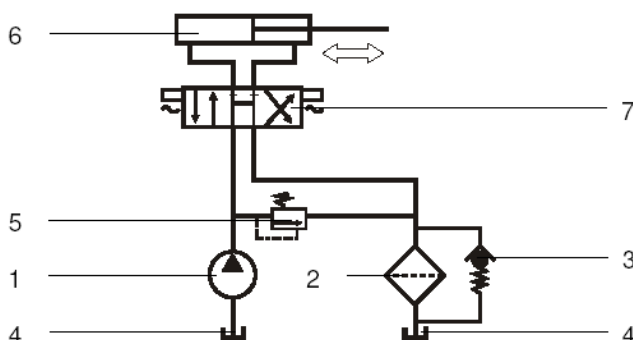


Schéma zapojenia **odpadového filtra** v hydraulickom obvode: 1 - hydrogenerátor, 2 - odpadový filter, 3 - poistný ventil, 4 - nádrž s kvapalinou, 5 - prepúšťací ventil, 6 - hydraulický valec, 7 - hydraulický rozvádzač

Obtokové alebo by-pass filtre sú úplne nezávisle od hlavného hydraulického systému. Vo väčšine prípadov majú svoj vlastný hydrogenerátor, pomocou ktorého transportujú hydraulickú kvapalinu priamo z nádrže do filtra a z filtra do nádrže. Ich obrovskou výhodou je, že môžu pracovať aj keď je systém v pokoji a tým dokážu zabezpečiť stálu hladinu kontaminácie. Tieto filtre tzv. leštia olej, resp. **zabezpečujú mikrofiltráciu**, čím predlžujú životnosť hydraulických kvapalín, šetria ostatné filtre v systéme a pri výmene filtračných vložiek sa nemusia odstaviť zariadenie, ako to je pri ostatných filtroch. Hydraulickú schému a zapojenie tohto systému nám znázorňuje nasledujúci obrázok:

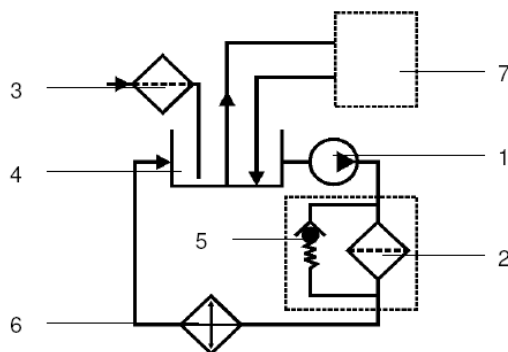


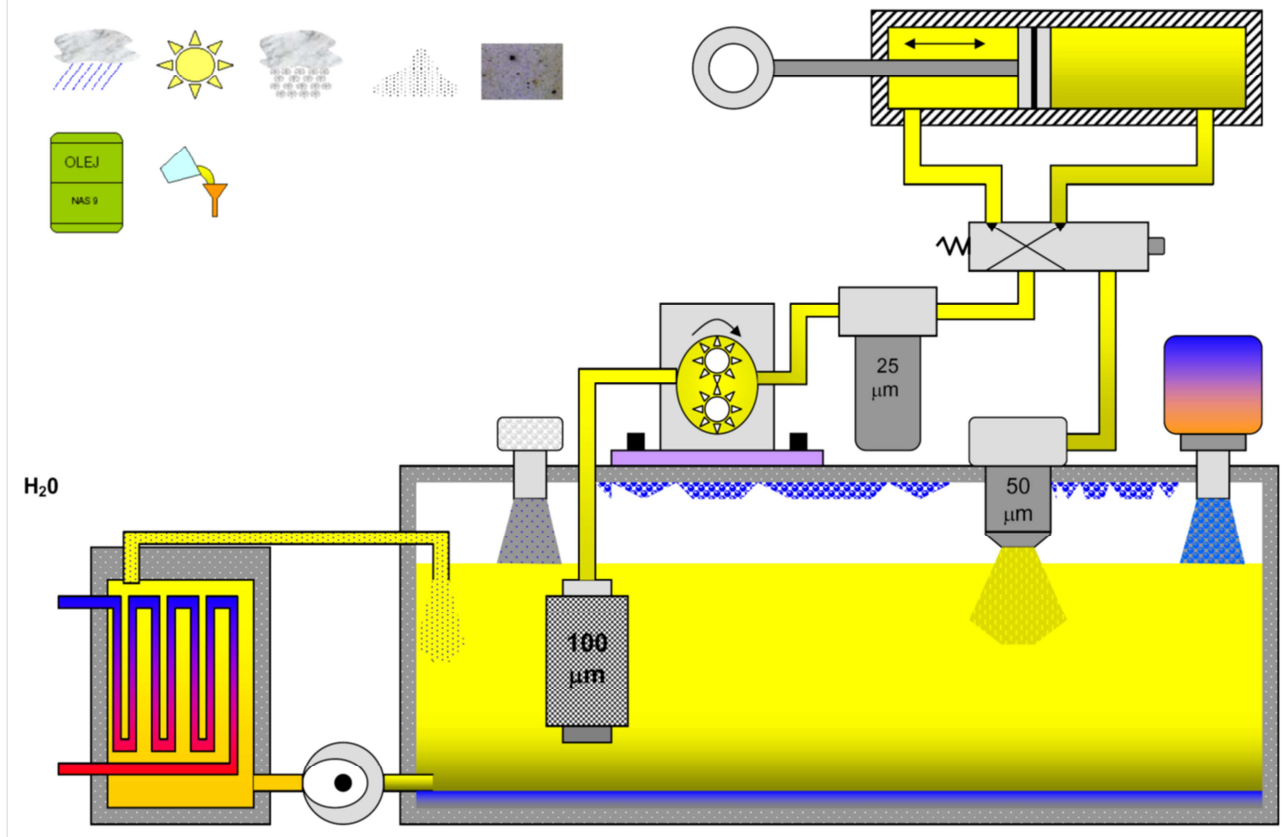
Schéma zapojenia **obtokového filtra** v hydraulickom obvode: 1 - hydrogenerátor, 2 - obtokový filter, 3 - hlavný filter, 4 - nádrž s kvapalinou, 5 - poistný ventil, 6 - chladič, 7 - zariadenie

Samostatnú kapitolu pri filtrácii tvoria **filtračné zariadenia**. **Filtračné zariadenia** sa často používajú pri plnení, vyprázdňovaní alebo prečerpávaní hydraulických kvapalín. Vo väčšine prípadoch sa vyrábajú v mobilnom prevedení. Pre zvýšenie ich účinnosti, prietoku a efektu separácie sa vyrábajú ako kombinácia viacerých typov filtrov z rozličnými filtračnými médiami. Filtrácia v posledných rokoch nadobúda veľký význam nielen z hľadiska výkonnosti jednotlivých zariadení a technologických celkov, ale aj z hľadiska ekológie. Jednotlivé spôsoby filtrácie a separácie sa často používajú aj pri regenerácii alebo likvidácii nebezpečných odpadov.

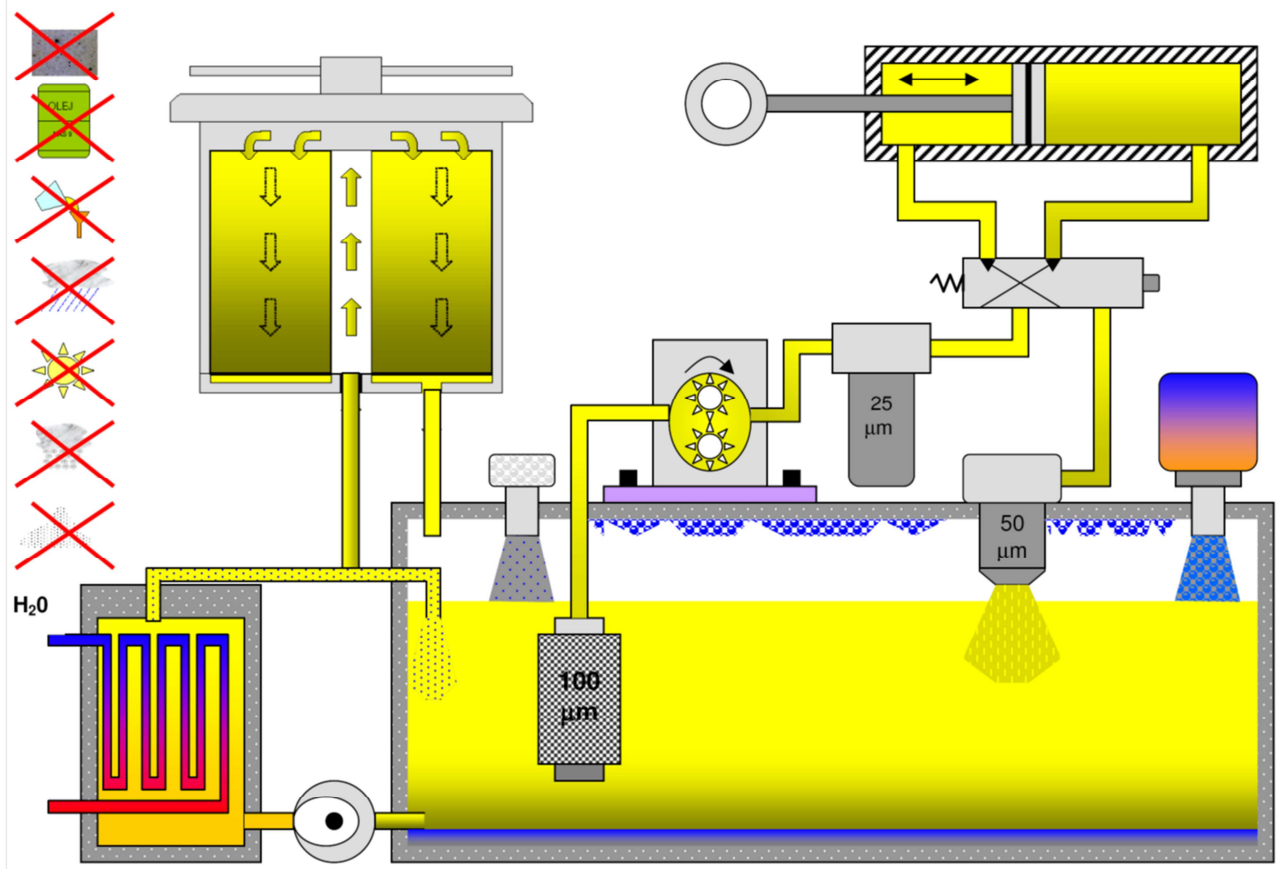
Rozdelenie filtrov podľa tvaru, zloženia, spôsobu použitia a technológie výroby

Typy filtrov podľa	Rozdelenie
tvaru	rukávové , sviečkové, vinuté, doskové, skladané, pásové, bubnové, diskové, valcové, sitá
zloženia	kovové, papierové, tkané textílie, netkané textílie, kombinované, membránové, magnetické, uhľikové
spôsobu použitia	hrubá filtrácia, jemná filtrácia, mikrofiltrácia, ultrafiltrácia, nanofiltrácia
technológie výroby	suchou metódou, za mokra, kombináciou, spevnené, nespevnené

Druhy a typy filtrov v hydraulickom obvode a zdroje znečistenia oleja



By-pass filter v hydraulickom obvode a zdroje znečistenia oleja



Obtoková filtrácia (by-pass)

Princípy obtokovej filtrácie

Princíp tejto filtrácie je veľmi jednoduchý. Na rozdiel od normálneho plnoprietokového filtra je každý obtokový filtračný systém inštalovaný v by-passe (obtoku) olejového okruhu. Malé množstvo oleja sa odoberá z hlavného toku oleja a prechádza cez filter, za ktorým sa čistený olej vracia do rovnakého systému alebo priamo do zásobníka oleja.

Obtoková filtrácia verzus plnoprietoková filtrácia

Keďže sa plnoprietokové filtre inštalujú priamo do systému, nie sú schopné dostatočne absorbovať kontamináciu. Aby sa udržal stroj v prevádzke, musí plnoprietokový filter, dokonca aj pri vysokom tlaku, prefiltrovať a vrátiť do systému veľké množstvo oleja. V prípade hydraulických aplikácií veľké odchýlky tlaku ešte viac zväčšujú problém. Kvôli týmto veľkým množstvám oleja pretečených za min. a kolísaniu tlaku sa plnoprietokový olej môže čistiť iba povrchno. Mikroskopické čistenie je možné, iba ak je olej trvale filtrovaný v malých množstvách pri nízkom a konštantnom tlaku. Riešenie tohto problému poskytuje obtokový filtračný systém. Pri by-passovej inštalácii, ktorá nemá logicky žiaden vplyv na stroj, je možné nastaviť tlak oleja a prietok oleja tak, aby sa dosiahli správne podmienky pre hĺbkové čistenie oleja, a aby sa absorbovalo viac menších kontaminantov ako pri plnoprietokovom filtri.

Výhody obtokovej filtrácie

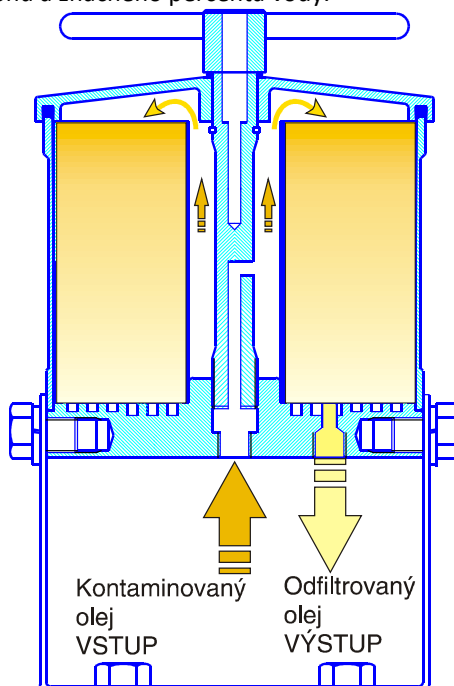
Na základe následkov kontaminácie oleja na olej samotný a na stroj všeobecne je jasné, že výsledky zodpovedajúceho čistenia, získané inštaláciou obtokového filtračného systému, sú výborné:

- predĺženie intervalu výmeny oleja: V hydraulických aplikáciách sa výmeny oleja stanú skoro nepotrebnými.
- predĺženie životnosti plnoprietokového filtra: Väčšina kontaminantov je zachytená obtokovým filtrom, čím sa zabraňuje nasýteniu plnoprietokového filtra.
- dôležitá redukcia opotrebenia: Zachytenie časticových kontaminantov zabraňuje "pieskovaciemu" efektu týchto častíc na komponenty stroja.
- zabránenie poškodeniu: Zablokovanie dynamických vôľ v komponentoch je odstránené odfiltrovaním väčších častíc.
- predĺženie životnosti stroja: Redukcia opotrebenia predlžuje životnosť stroja.
- redukcia nákladov na opravy: Zlepšením správnej funkcie stroja sa výrazne redukujú náklady na opravy.
- zlepšenie pôsobenia na životné prostredie: Preventívna údržba a predĺženie životnosti oleja zabraňuje znečisteniu prírodných zdrojov.

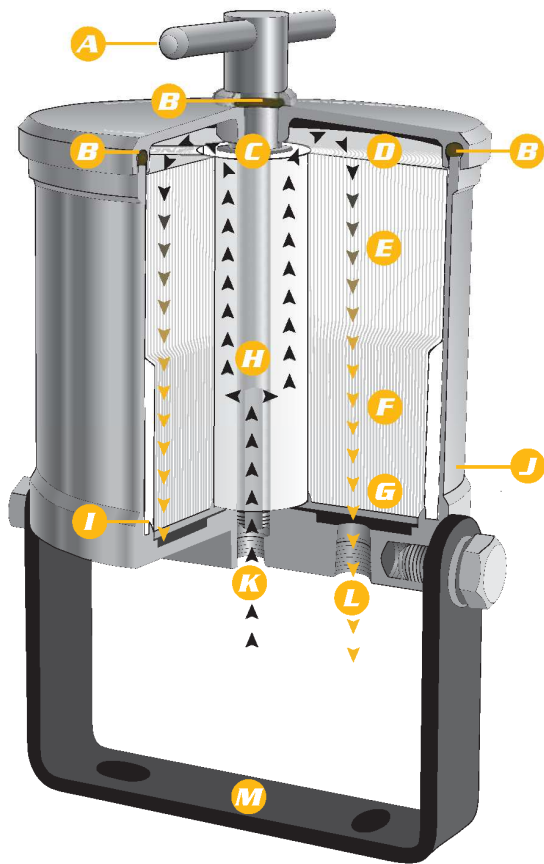
Obtoková filtrácia ECOFIL

Ako funguje filter?

Jedná sa o obtokovú filtráciu, tzv. by-pass filtráciu, kde znečistený olej pod tlakom vchádza do filtra cez jeho vstup a je následne filtrovaný niekoľkými typmi filtrácií, ako je uvedené na obrázku. Z filtra pritom vychádza olej zbavený mechanických nečistôt, karbónu a značného percenta vody.

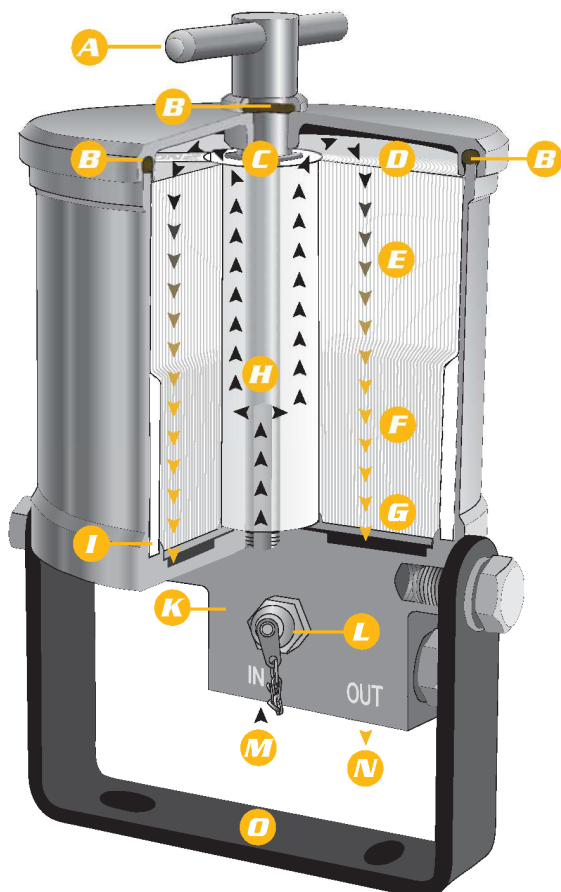


Filter ECOFIL



Filter rady T

- A – rukoväť T – kus
- B – NBR O – krúžok
- C – veko filtra
- D – plošná filtrácia
- E – hĺbková filtrácia
- F – tlaková mikrofiltrácia
- G – odtok prefiltrovaného oleja
- H – rozdeľovanie toku oleja
- I – tesniaci krúžok
- J – teleso filtra
- K – vstup do filtra
- L – výstup z filtra
- M – držiak filtra



Filter rady H

- A – rukoväť T – kus
- B – NBR O – krúžok
- C – veko filtra
- D – plošná filtrácia
- E – hĺbková filtrácia
- F – tlaková mikrofiltrácia
- G – odtok prefiltrovaného oleja
- H – rozdeľovanie toku oleja
- I – tesniacie nože
- J – teleso filtra
- K – hydraulická kocka filtra
- L – manometer alter. odberný ventil
- M – vstup do filtra
- N – výstup z filtra
- O – držiak filtra

Všetky filtračné telesá **ECOFIL** sú vyrobené z materiálov v súlade s predpismi EÚ. Každé filtračné teleso má povrchovú úpravu zloženú z dvoch vrstiev, ktorá ho dostatočne chráni proti korózii aj v tých najťažších klimatických podmienkach. Z dôvodu prítomnosti freónov alebo amoniaku v chladiacich kompresoroch sú filtračné telesá pre chladiace aplikácie konštruované tak, aby sa zabránilo priesakom chladiaceho obvodu. Každé filtračné teleso je pred použitím na inštaláciu podrobené tlakovej skúške u výrobcu. Všetky **filtračné telesá ECOFIL** sú vybavené inštalacnou konzolou pre ťažkú prevádzku s možnosťou horizontálneho a vertikálneho upevnenia. Čerpadlá a motory, ktoré **ECOFIL** používa pre série **SN** a **ON**, sú v súlade so špecifickými potrebami každej individuálnej filtračnej inštalácie. Všetky zariadenia používané v inštaláciách ECOFIL sú starostlivo testované a sú vhodné pre trvalú prevádzku počas celej životnosti našich inštalácií. **Všetky inštalácie ECOFIL zodpovedajú požiadavkám a najvyšším normám kvality.** ECOFIL poskytuje plnú záruku 1 rok na konštrukciu a funkciu všetkých filtračných telies ECOFIL, ako aj na celú filtračnú inštaláciu ECOFIL, s výnimkou nesprávneho použitia, ktoré nie je v súlade s inštrukciami na použitie, uvedenými v manuáloch, ktoré sú priložené ku každej inštalácii.

Ako správne vyšpecifikovať filter?

- je dôležité zistiť, či je aplikácia určená pre **vysokotlakovú** alebo **nízkotlakovú sústavu**,
- je dôležité zistiť **objem nádrže** filtrovaného oleja, jeho **viskozitu** a **pracovnú teplotu**,
- je dôležité zistiť, čo je **príčina kontaminácie oleja**, na základe toho sa **stanoví filtračná vložka** pre vybraný typ filtra.

ECOFIL®	Typ filtračnej stanice				
	Typ filtračnej stanice	Počet filtr. jednotiek	Odporúčany objem [lit]	Normálny prietok [lit/min]	Rozmery (š x d x v)
Filtračná jednotka	T 10, H 10	1	250	1	ø122 x 272,312(H)
	T 20, H 20	1	500	2	ø165 x 288,306(H)
	T 35, H 35	1	1200	3	ø211 x 310,305(H)
Filtračná stanica - model 35	SN 030	1	1200	3	230 x 600 x 470
	SN 060	2	2000	6	230 x 800 x 470
	SN 120	4	4000	12	500 x 800 x 950
	SN 180	6	6000	18	500 x 1160 x 950
	SN 240	8	8000	24	500 x 1600 x 950
	ON 300	10	10000	30	550 x 1700 x 900

Firma Ecofil má vo výrobnom programe **dva základné rady filtrov:**

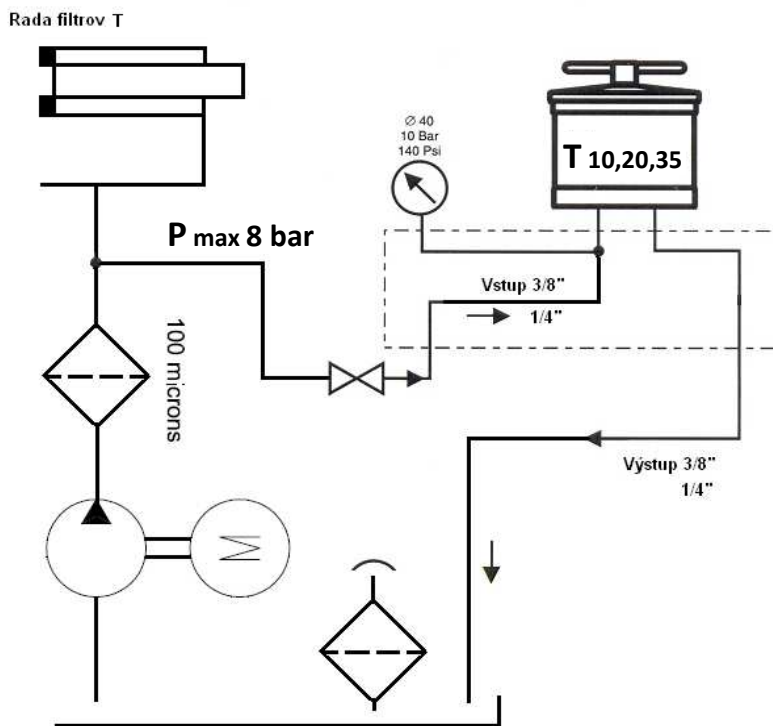
- **pre nízkotlakové hydraulické systavy rady T (Pmax. 8 bar)**
- **pre vysokotlakové hydraulické systavy rady H (Pmax. 315 bar)**

Technické parametre		Typy filtrov					
Typ filtračnej nádoby		T10	T20	T35	H10	H20	H35
Normálny prietok		1,0 l/min.	2,0 l/min.	3,0 l/min.	1,0 l/min.	2,0 l/min.	3,0 l/min.
Filtračná schopnosť		1-5µm	1-5µm	1-5µm	1-3µm	1-3µm	1-3µm
Maximálna teplota oleja		80°C	80°C	80°C	80°C	80°C	80°C
Max. objem nádrže		250 Liter	500 Liter	1200 Liter	250 Liter	500 Liter	1200 Liter
Viskozita vstupného oleja		9-220cSt	9-220cSt	9-220cSt	9-220cSt	9-220cSt	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak		5 /8bar	5 /8bar	5 /8bar	5 /8bar	5 /8bar	5 /8bar
Hydraulické prípoje	vstup	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 3/8"	závit 3/8"	závit 3/8"
	výstup	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 1/4"	závit 1/4"
Vonkajšie rozmery (mm)		ø122x 272	ø165x 288	ø211x 310	ø122x312	ø165x306	ø211x 305
Hmotnosť		3,23 kg	3,23 kg	4,07 kg	4,66 kg	3,97 kg	4,36 kg
Materiál		oceľ	AL	AL	oceľ	AL	AL

Filtre rady T

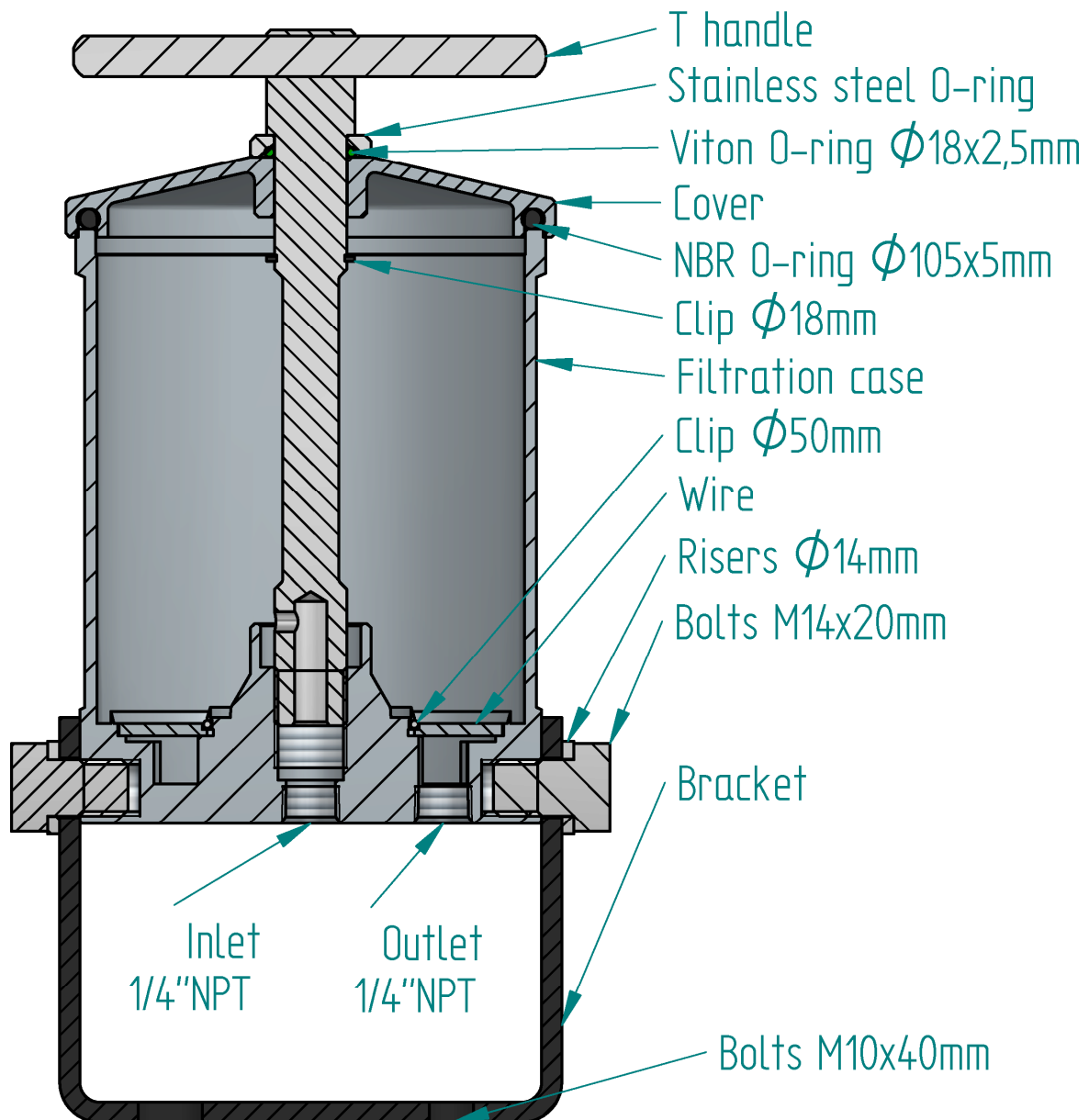
T-séria (P_{max} 8 bar)

Filtračné telesá ECOFIL T-série sú vyvinuté pre čistenie mazacieho oleja v spaľovacích motoroch a iných mazacích aplikáciách. Sú vyrábané v piatich veľkostiach podľa objemu nádrže, ktorá bude filtrovaná. Všetky filtračné telesá ECOFIL sú ošetrené voči korózii a testované a schválené pre pracovné tlaky **do 8 bar**. Potrebný redukovaný prietok oleja pre zaistenie mikrofiltrácie (**max. 3 l/min pre T 35**) sa dosahuje otvorom na strane výstupu filtračného telesa prirodzeným vnútorným odporom vložky filtra. Následkom je ovplyvnenie tlaku oleja. Dve nepriepustné hrany na dne filtračného lôžka zabraňujú, aby sa ani malé množstvo oleja nevyhlo filtrácii. Filtračné telesá sú vybavené oceľovým upevňovacím držiakom pre hladké upevnenie na horizontálne aj vertikálne povrchy.

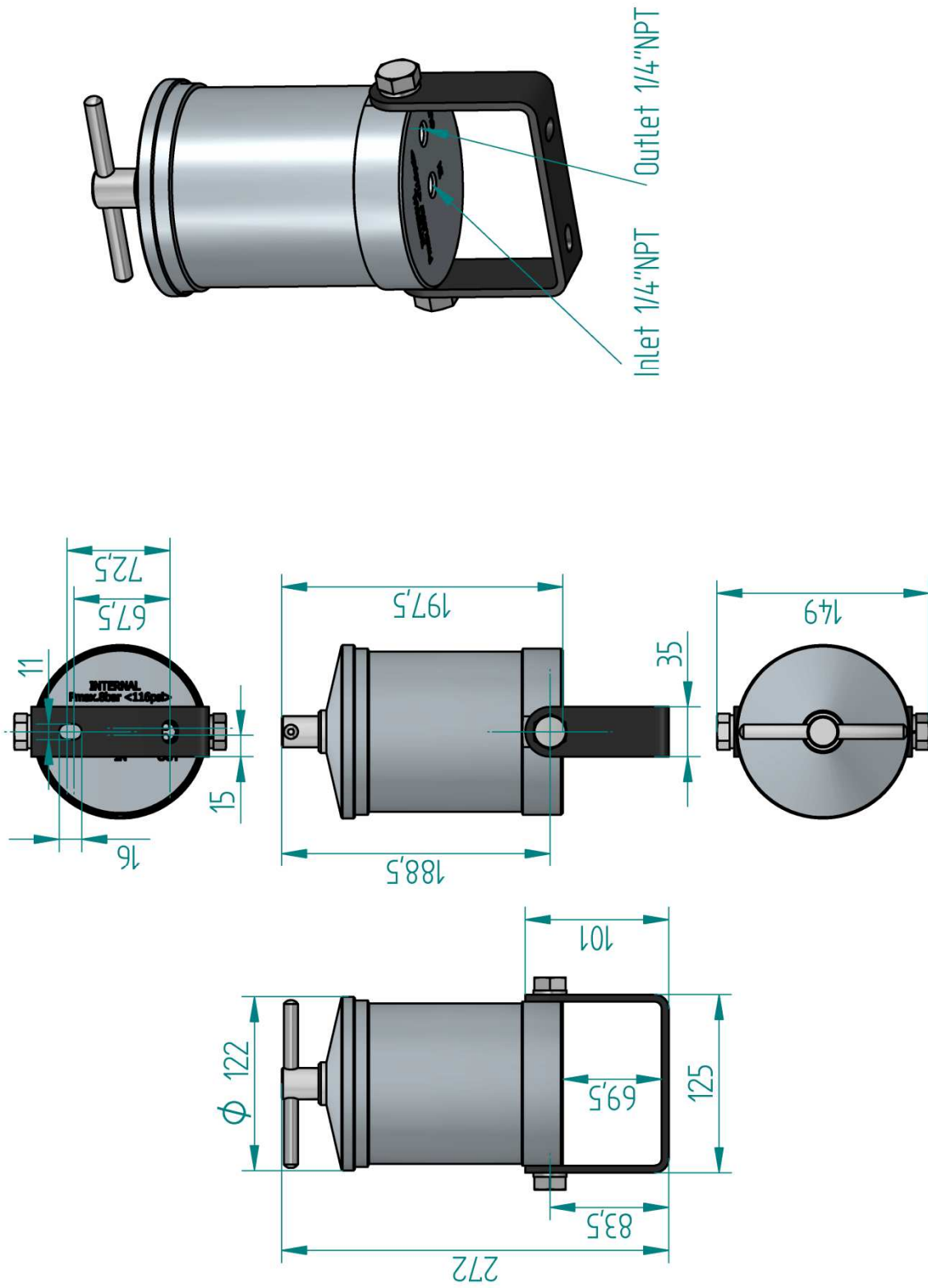


T10

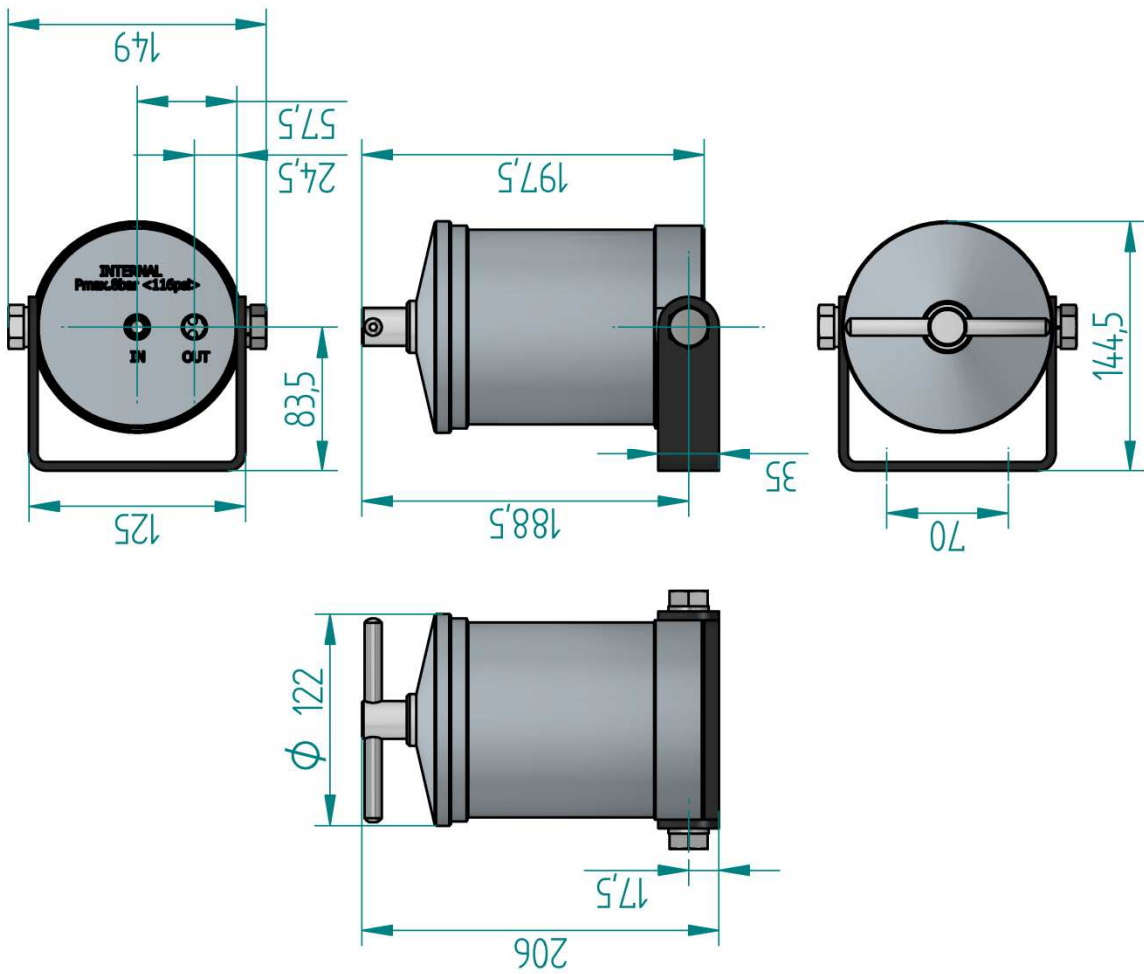
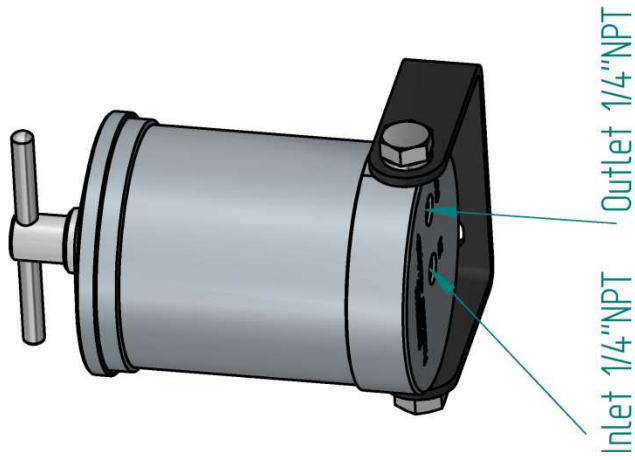
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	T10
Normálny prietok	1,0l/min.
Filtračná schopnosť	1-5 µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	250 litrov
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 / 8bar
Hmotnosť	3,23 kg
Materiál	ocel'



T10

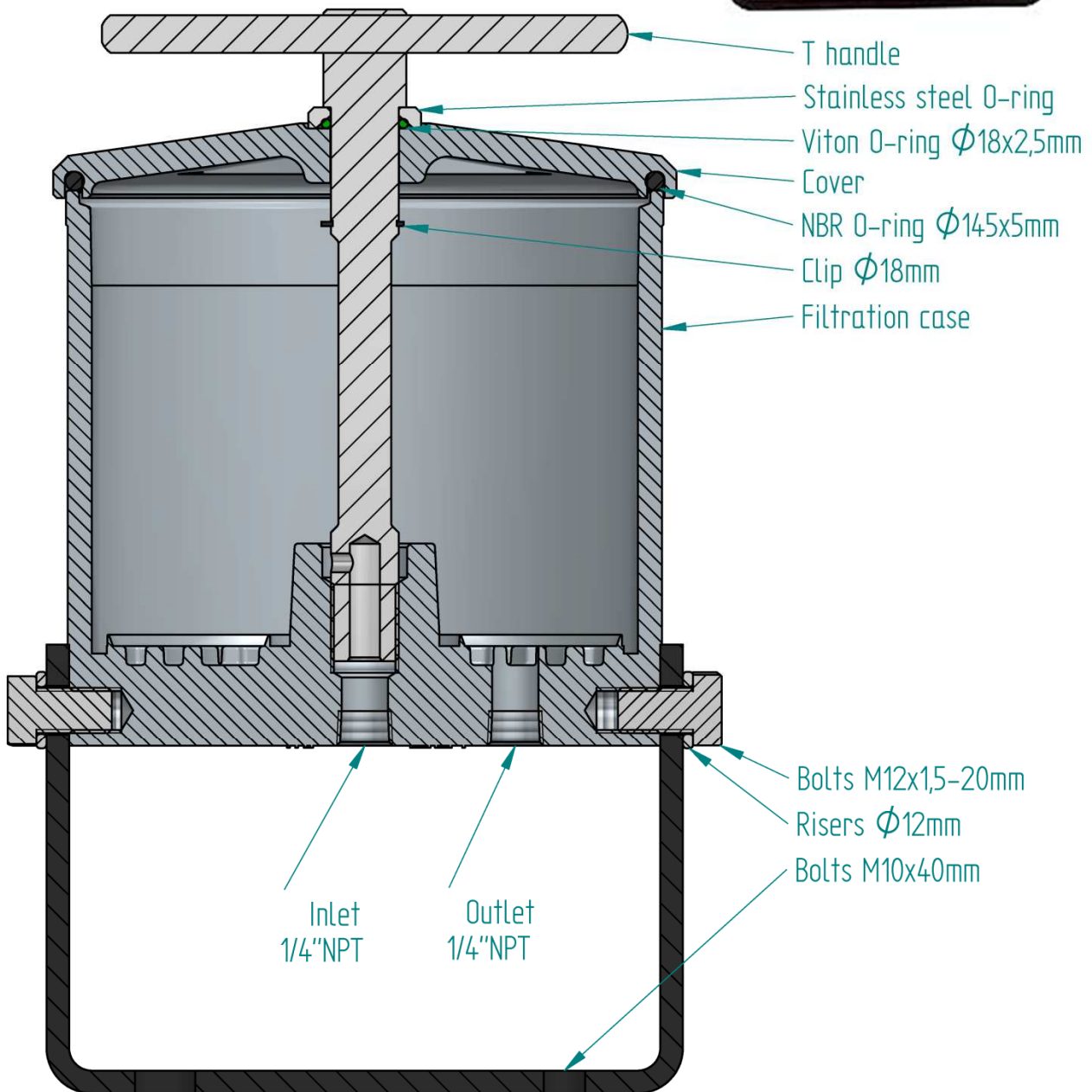


T10

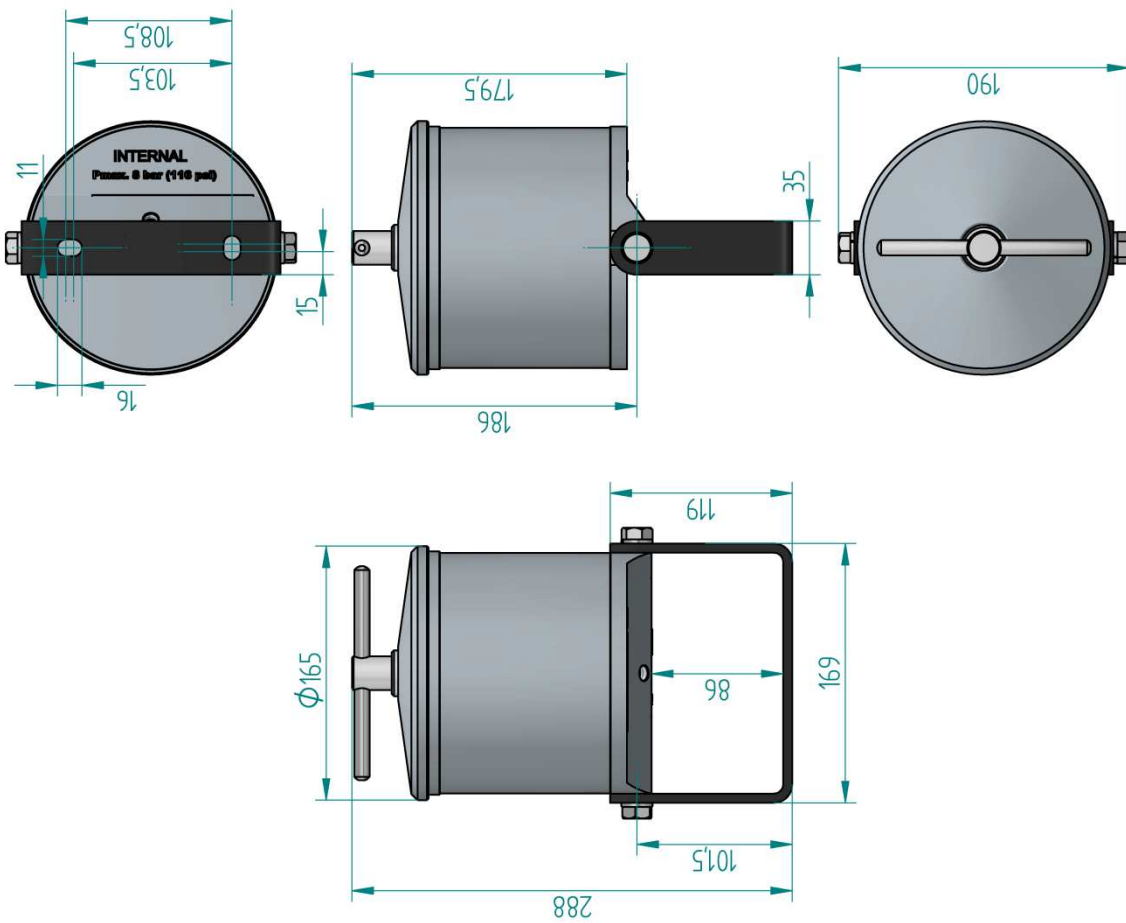
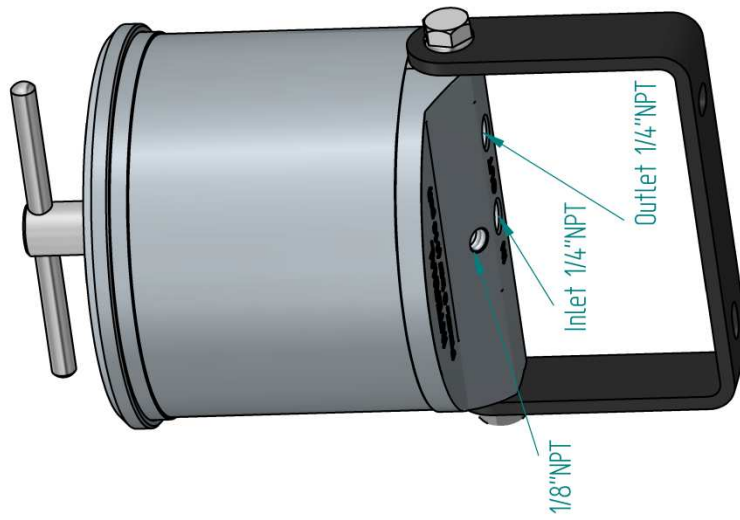


T20

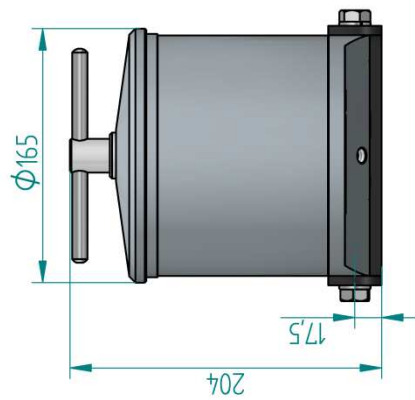
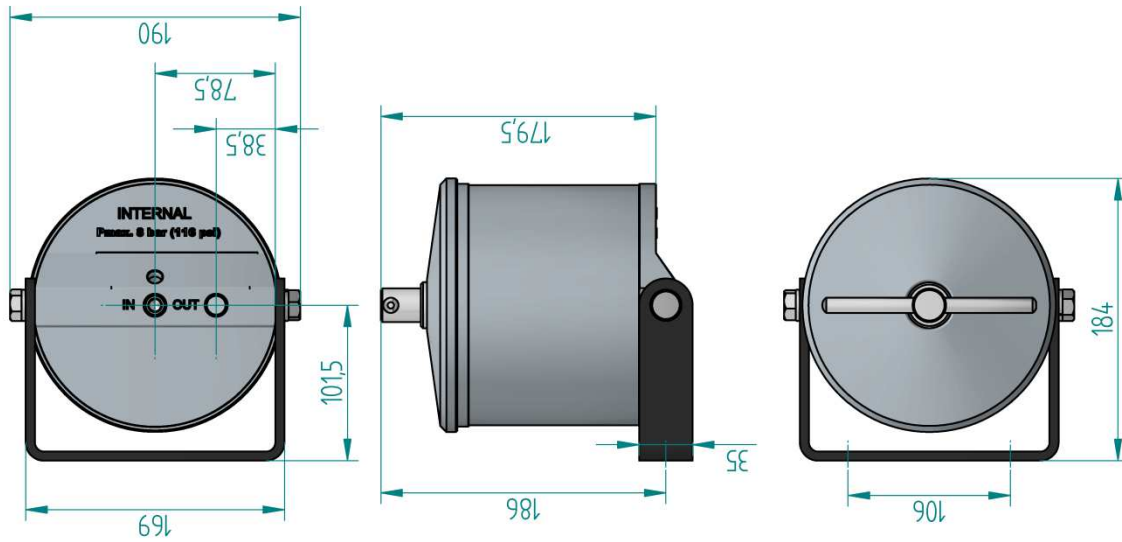
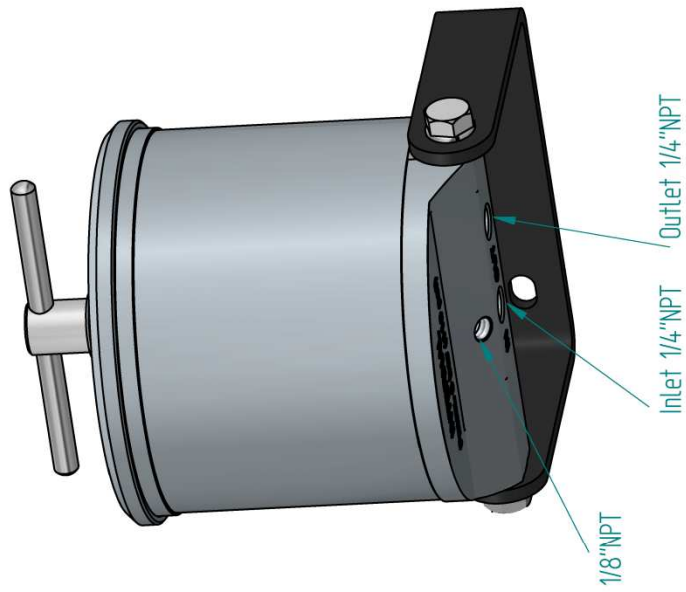
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	T20
Normálny prietok	2,0l/min.
Filtračná schopnosť	1-5 µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	500 litrov
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 / 8bar
Hmotnosť	3,23 kg
Materiál	AL



T20

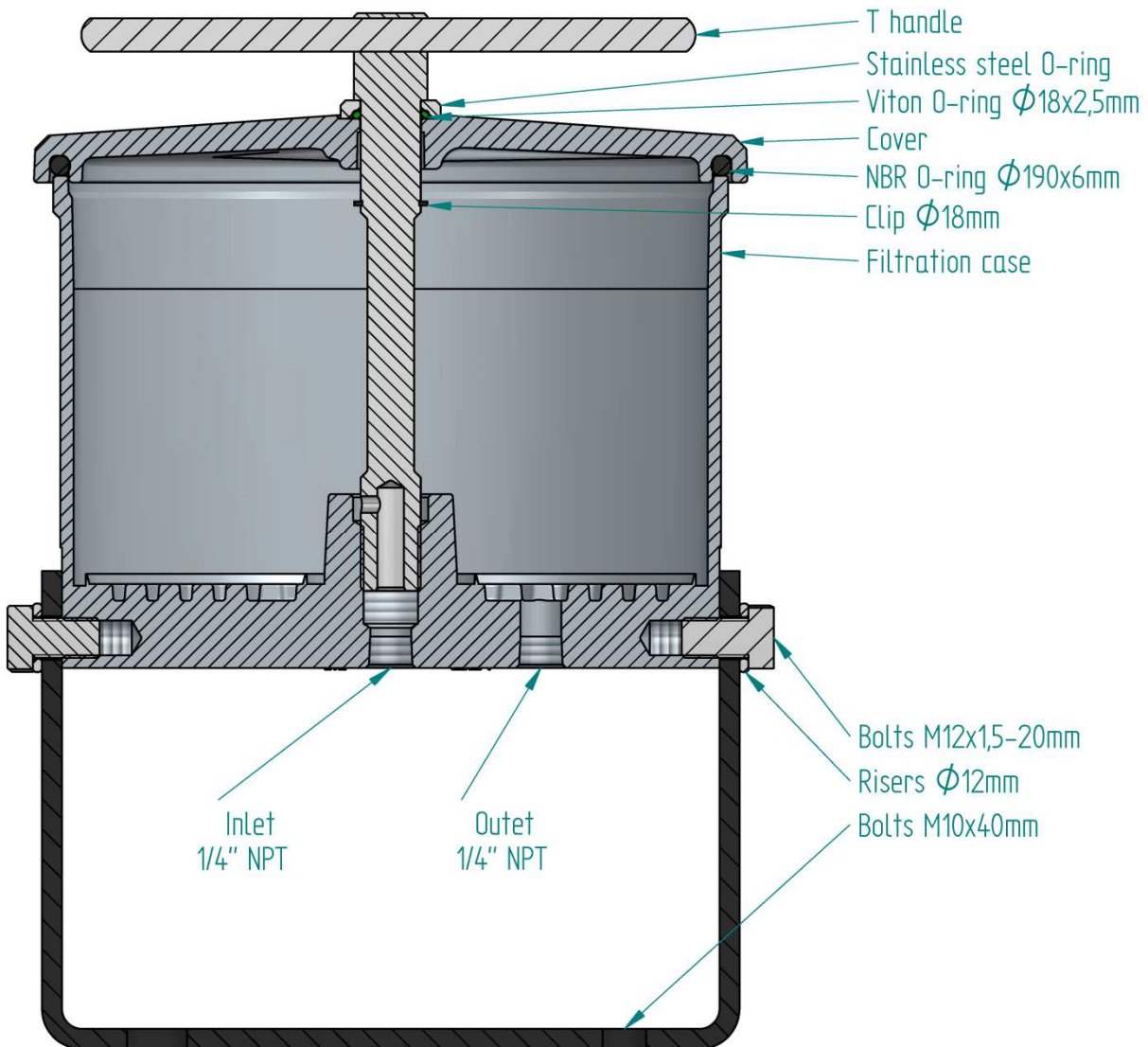


T20

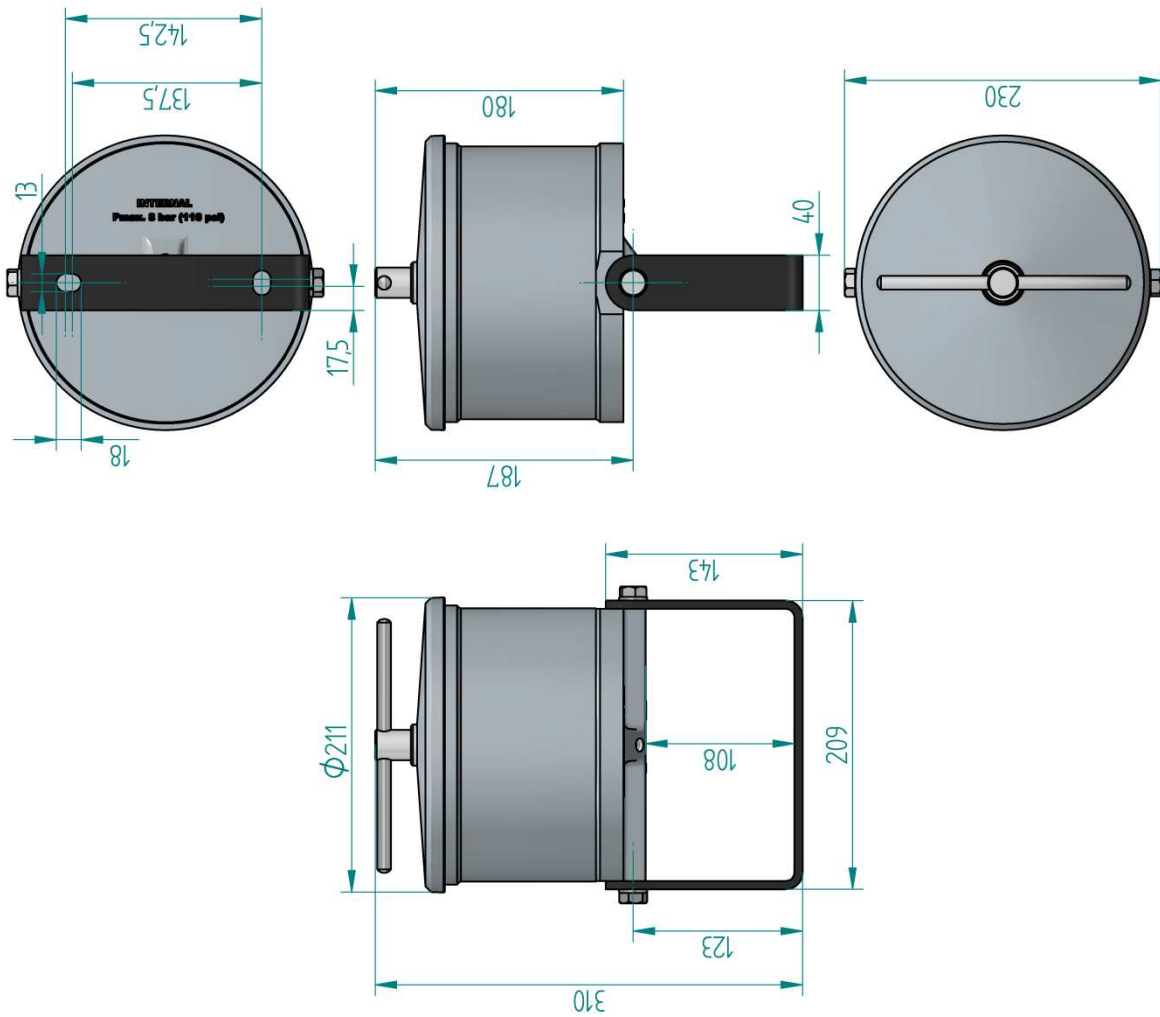
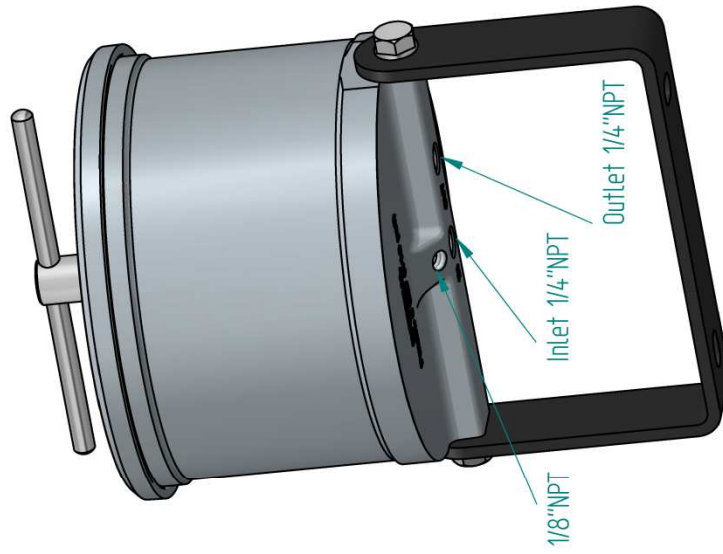


T 35

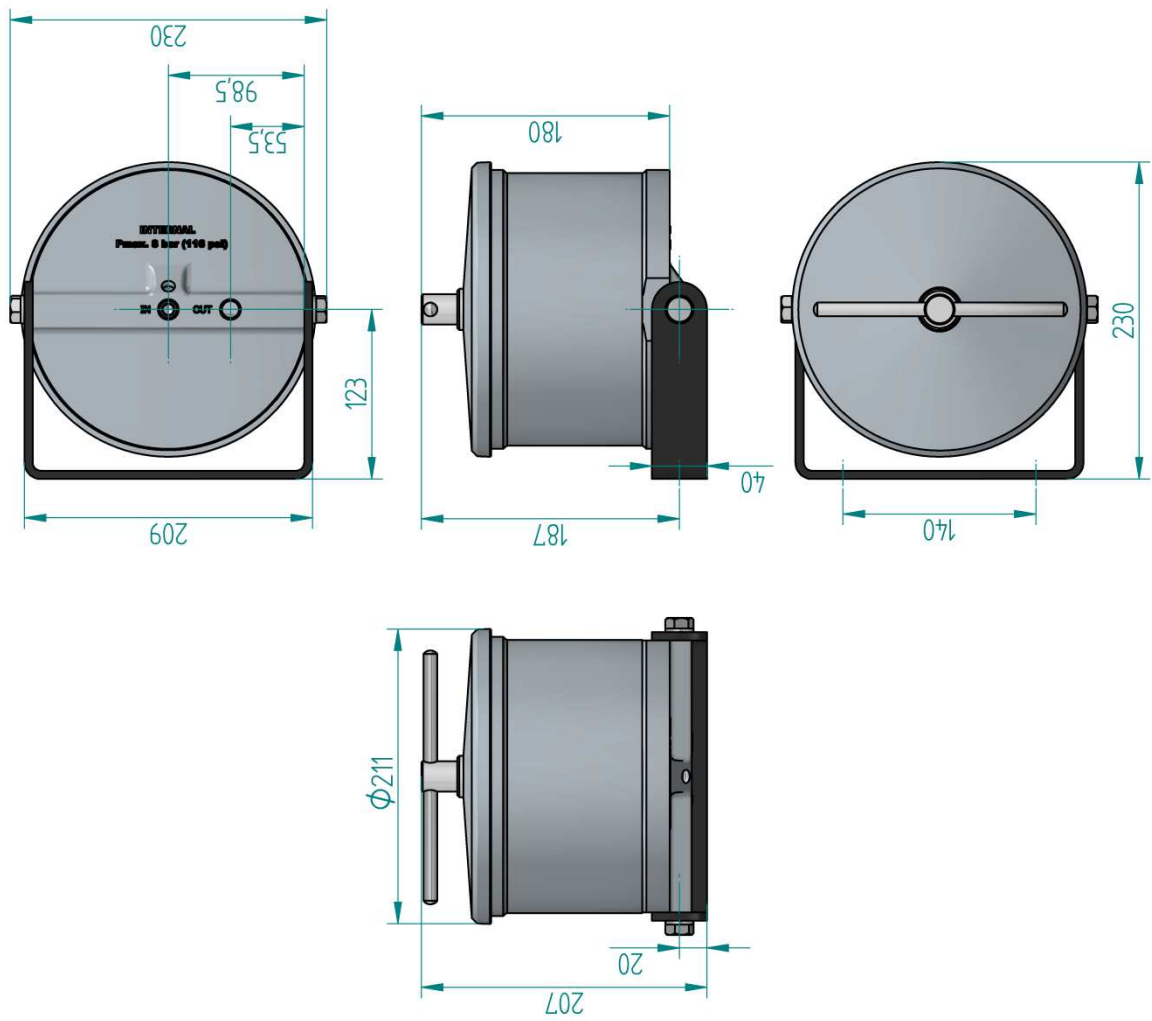
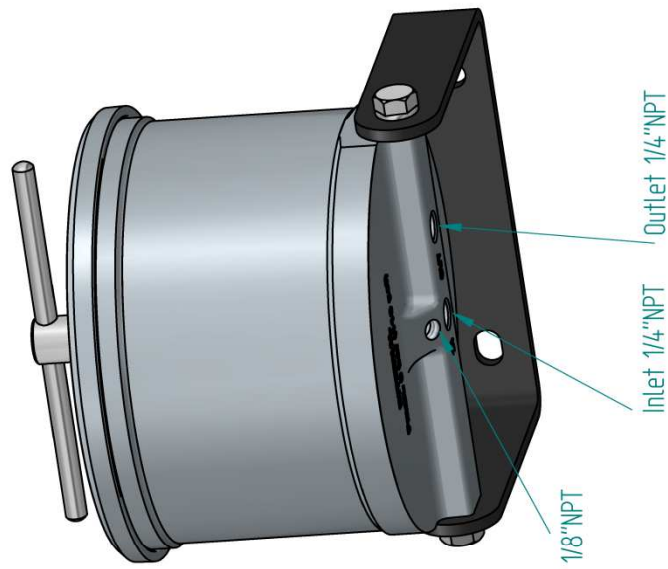
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	T35
Normálny prietok	3,0l/min.
Filtračná schopnosť	1-5 µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	1200 litrov
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 / 8bar
Hmotnosť	4,07 kg
Materiál	AL



T35



T35



Tabuľka - Interval výmeny filtračných vložiek Ecofil a oleja po inštalácii T - série filtrov

Štandardná výmena olejových vložiek, plnoprietkových filtrov a motorových olejov pri použití filtračných jednotiek ECOFIL									
	Model filtra T 10		Model filtra T 20		Model filtra T 35		Výmena plnoprietkový filter	Výmena oleja	
	Filtračná vložka T 101	Filtračná vložka H 101	Filtračná vložka T 201	Filtračná vložka H 201	Filtračná vložka T 351	Filtračná vložka H 351			
Dopravný prostriedok									
Vyhliadkový autobus, ťažké nákladné automobily	x	x	3000-4000 km	4500-6000 km	6000-8000 km	9000-12000 km	25-35 tis. km	100 tis. km alebo 1x ročne	
Ďialkový a mestský autobus Kamióny na dlhé trate	x	x	5000-6000 km	7500-9000 km	12000-14000 km	15000-18000 km	25-35 tis. km	100 tis. km alebo 1x ročne	
Osobné dies el automobily	3000-3500 km	4500-5000 km	5000-6000 km	7500-9000 km	x	x	15-20 tis. km	100 tis. km alebo 1x ročne	
Stredne ťažké automobily (Avia...)	6000-8000 km	9000-12000 km	x	x	x	x	25-30 tis. km	100 tis. km alebo 1x ročne	
Osobné benzínové automobily	4000-5000 km	6000-7000 km	x	x	x	x	25-30 tis. km	100 tis. km alebo 1x ročne	
Benzínové ľahké prac. stroje	125-150 Mth	200-225 Mth	x	x	x	x	250-300 Mth	2000 Mth alebo 1x ročne	
Dies lové ľahké prac. stroje	x	x	100-125 Mth	150-175 Mth	200-250 Mth	300-350 Mth	400-500 Mth	2000 Mth alebo 1x ročne	

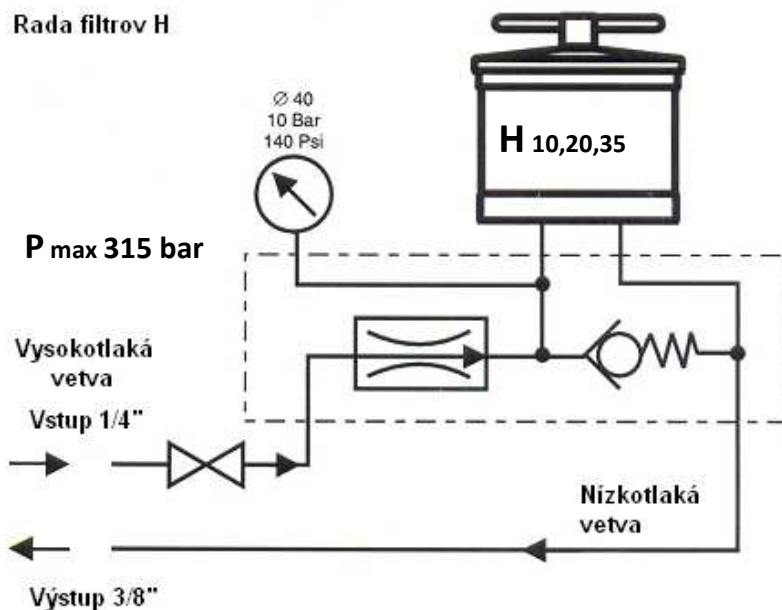
Filtre rady H

H –séria (Pmax. 315 bar)

Filtračné teleso ECOFIL je testované a schválené pre pracovné tlaky **do 315 bar** a sú v súlade s predpismi EÚ. Systémy **série H** nepotrebujú čerpadlo ani motor. Sú inštalované do obtoku hlavného hydraulického obvodu s **prevádzkovým tlakom medzi 8 a 350 bar**. Všetky telesá série H sú vybavené upevňovacou konzolou pre pripojenie na vertikálnu alebo horizontálnu plochu. Aby sa získali podmienky pre mikroskopickú hĺbkovú filtráciu (konštantný nízky tlak a konštantný prietok), je filtračné teleso vybavené ventilom regulácie prietoku. **Zabudovaný poistný ventil** zabraňuje nárastu tlaku.

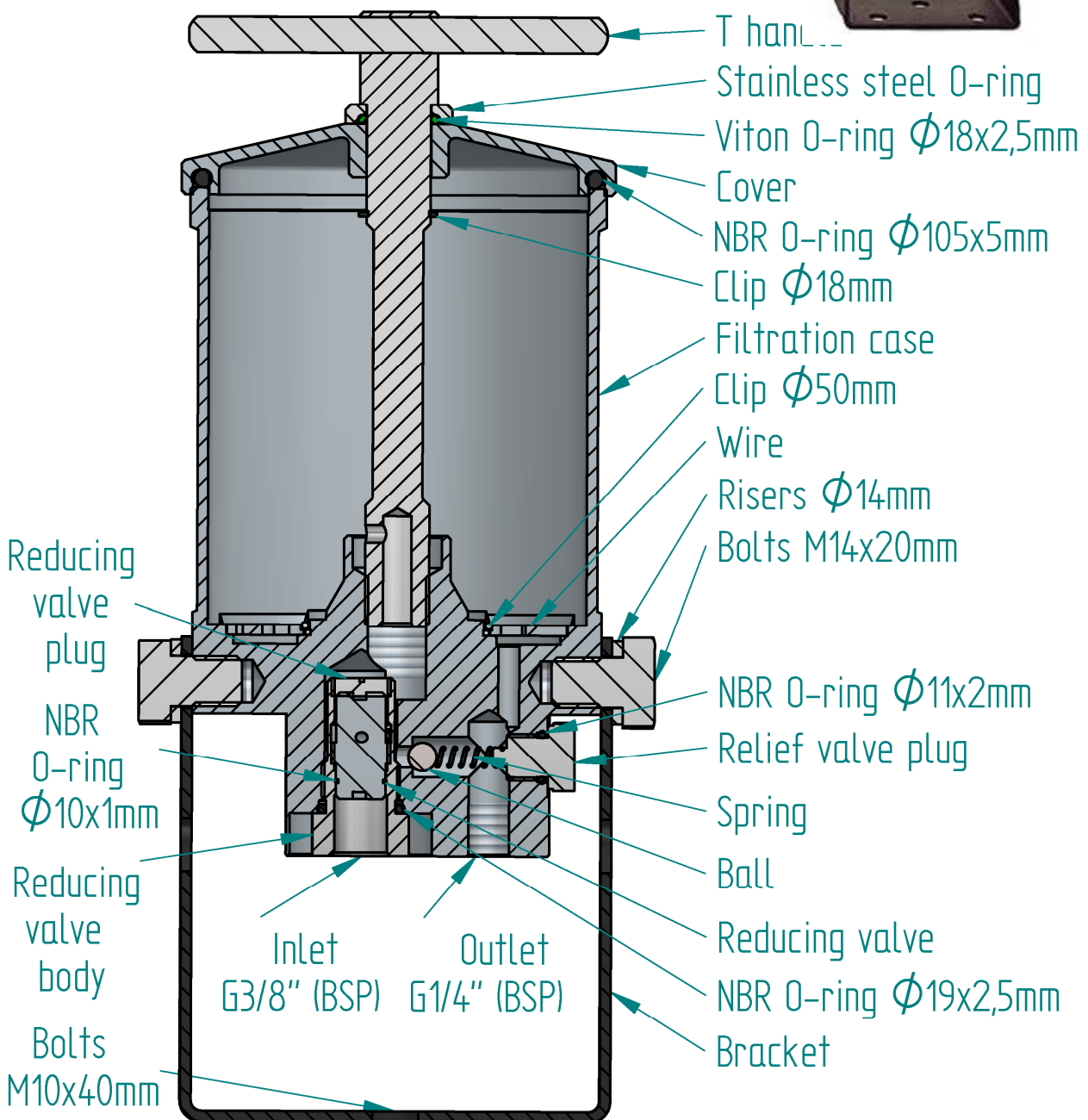
Poistný ventil sa otvorí pri tlaku 5 bar a olej tak preteká priamo do vratnej vetvy bez prechodu cez filtračnú vložku. Tlakomer indikuje potrebu výmeny vložky ako funkciu proti tlaku, spôsobeného progresívnym nasýtením filtračnej vložky. Tlakomer je ďalej nevyhnutý na zoradenie správnej polohy uzatváracieho ventilu, ktorý je umiestnený na vstupe do telesa filtra za účelom nastavenia max. tlaku vo filtračnom telese.

Rada filtrov H

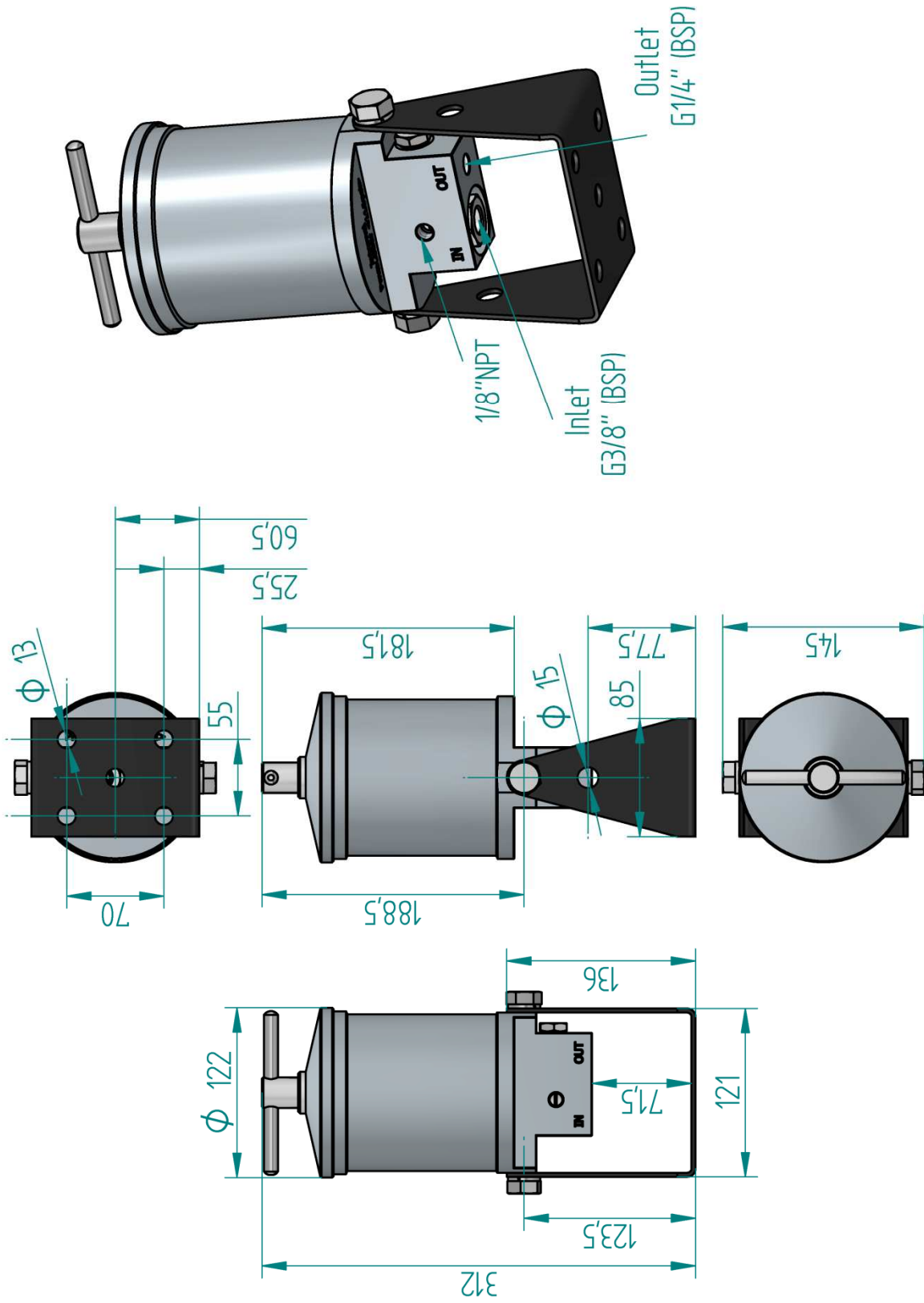


H 10

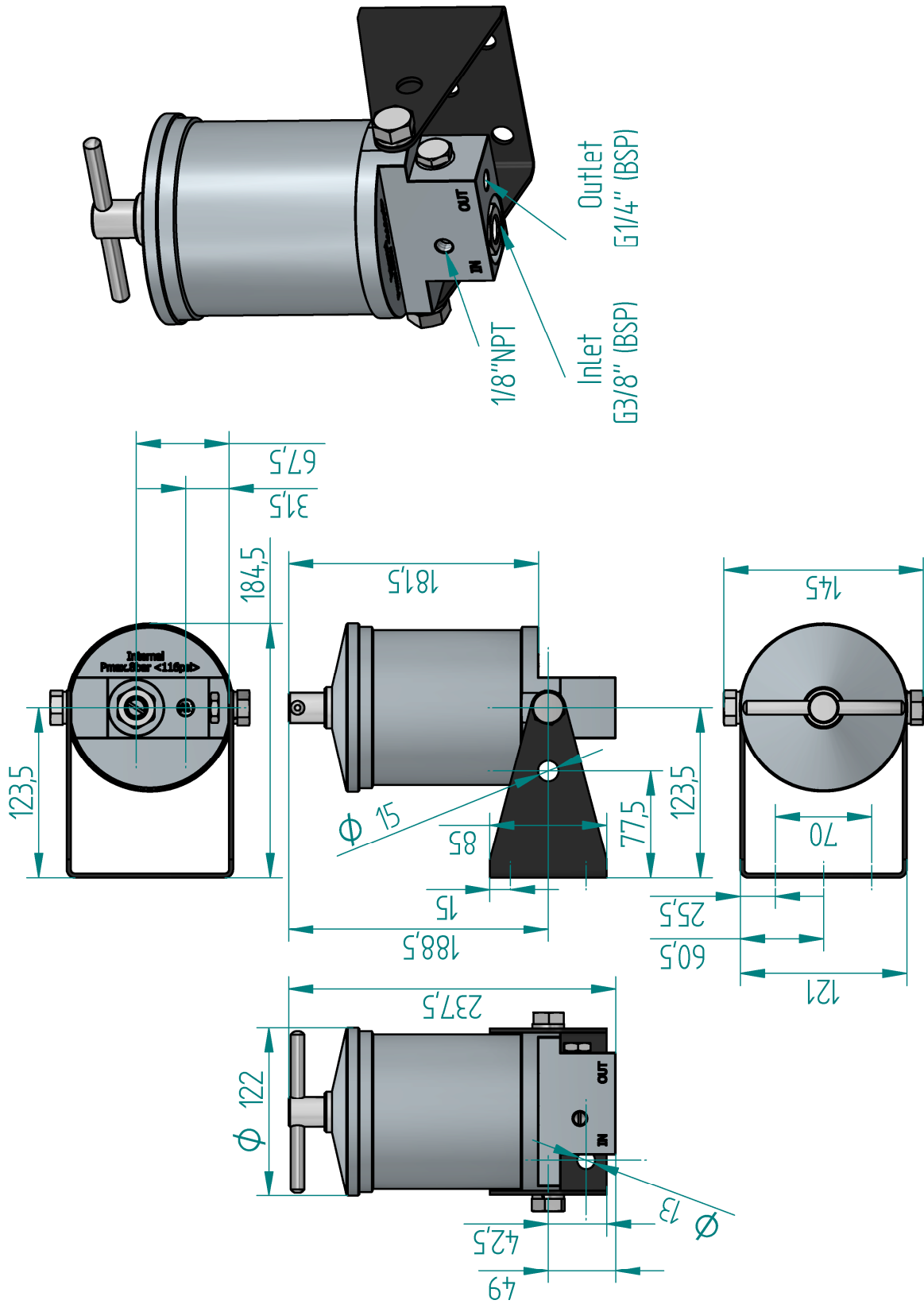
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	H10
Normálny prietok	1,0l/min.
Filtračná schopnosť	1-3µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	250 litrov
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 / 8bar
Hmotnosť	4,66 kg
Materiál	ocel



H10

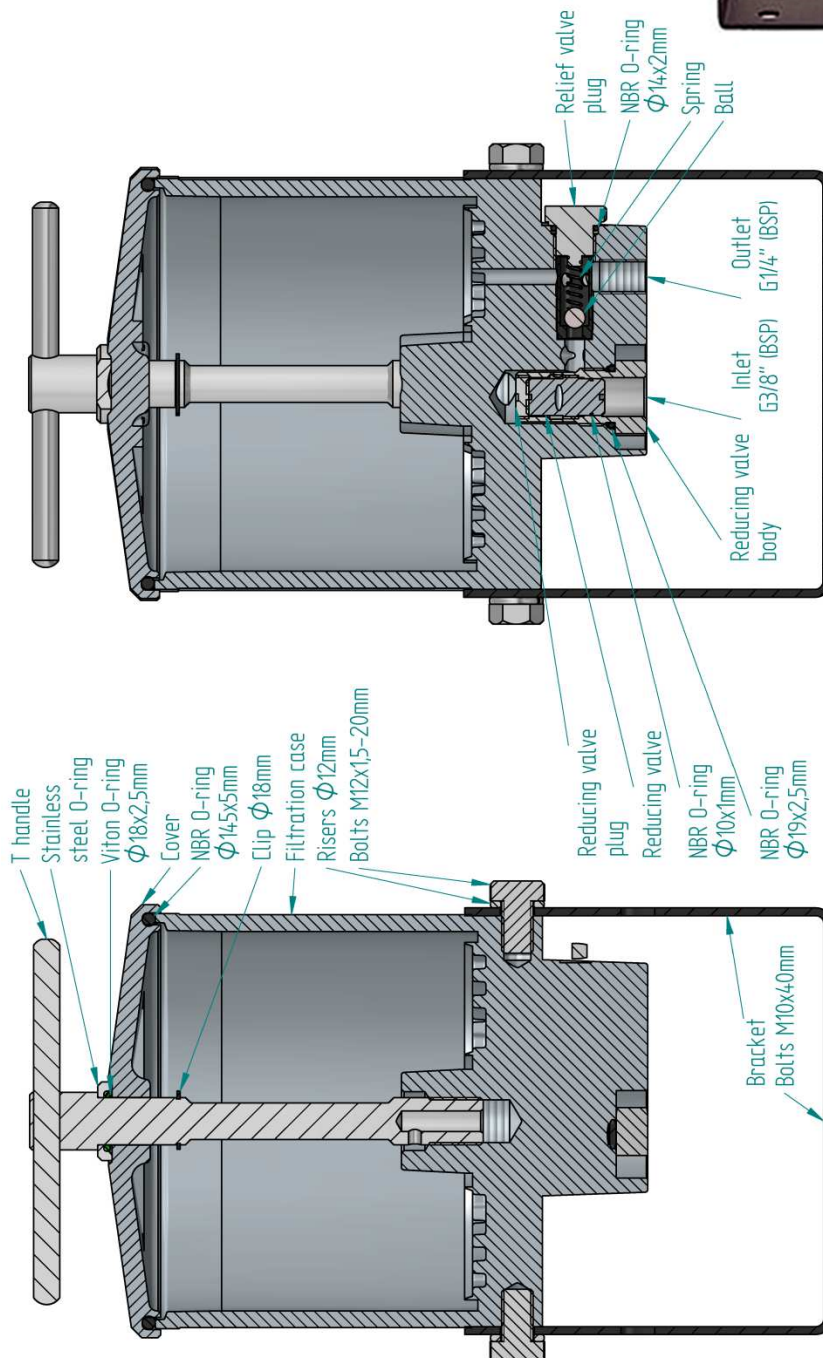


H10

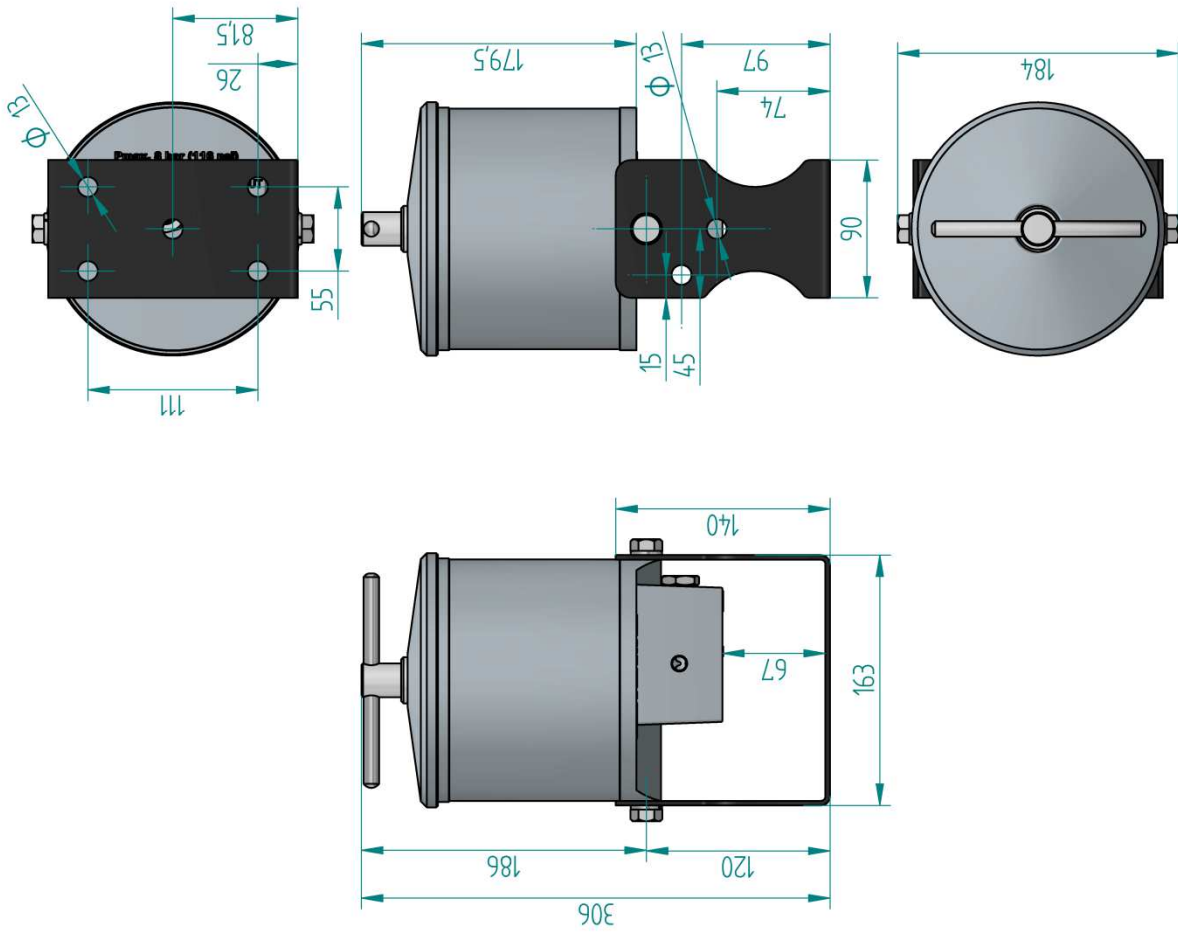
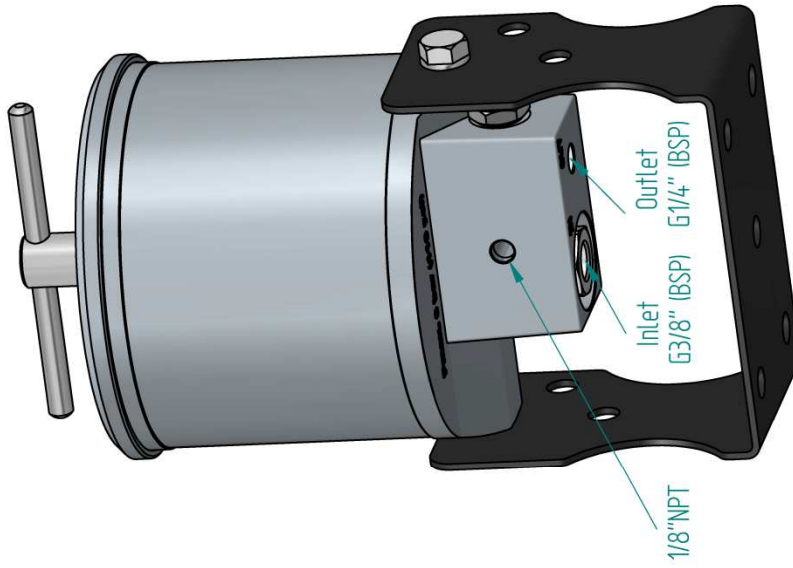


H 20

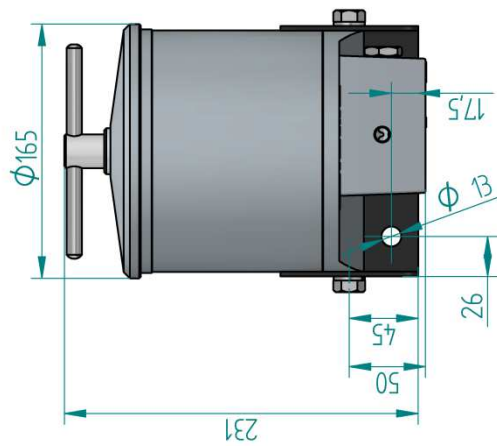
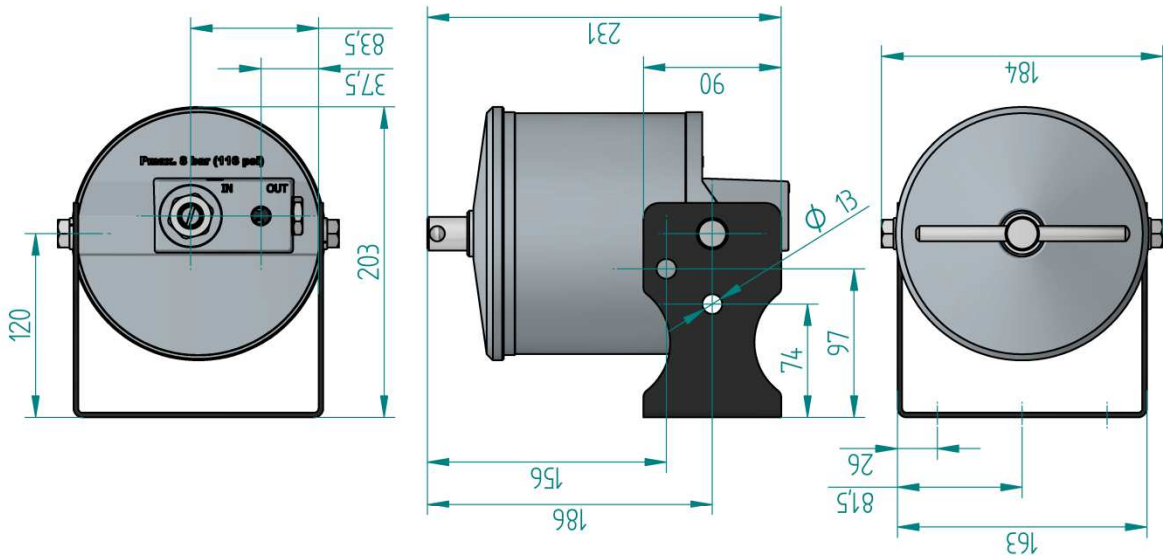
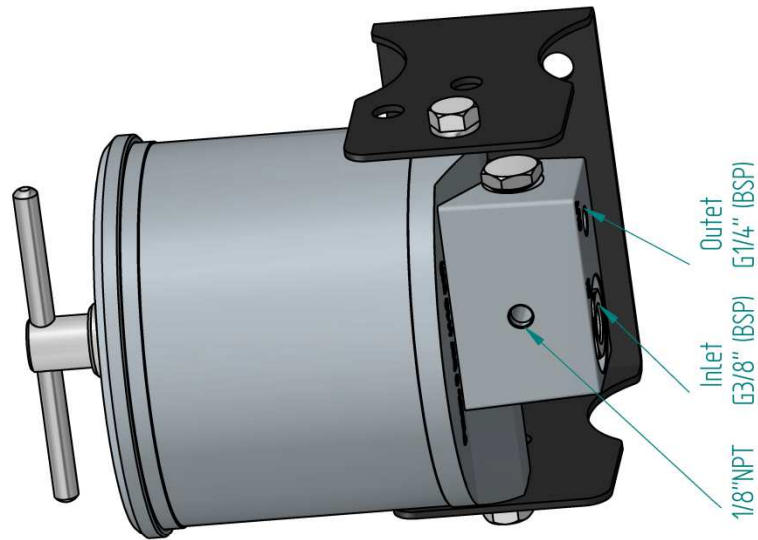
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	H20
Normálny prietok	2,0 l/min.
Filtračná schopnosť	1-3µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	500 Liter
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 /8bar
Hmotnosť	3,97kg
Materiál	AL



H20

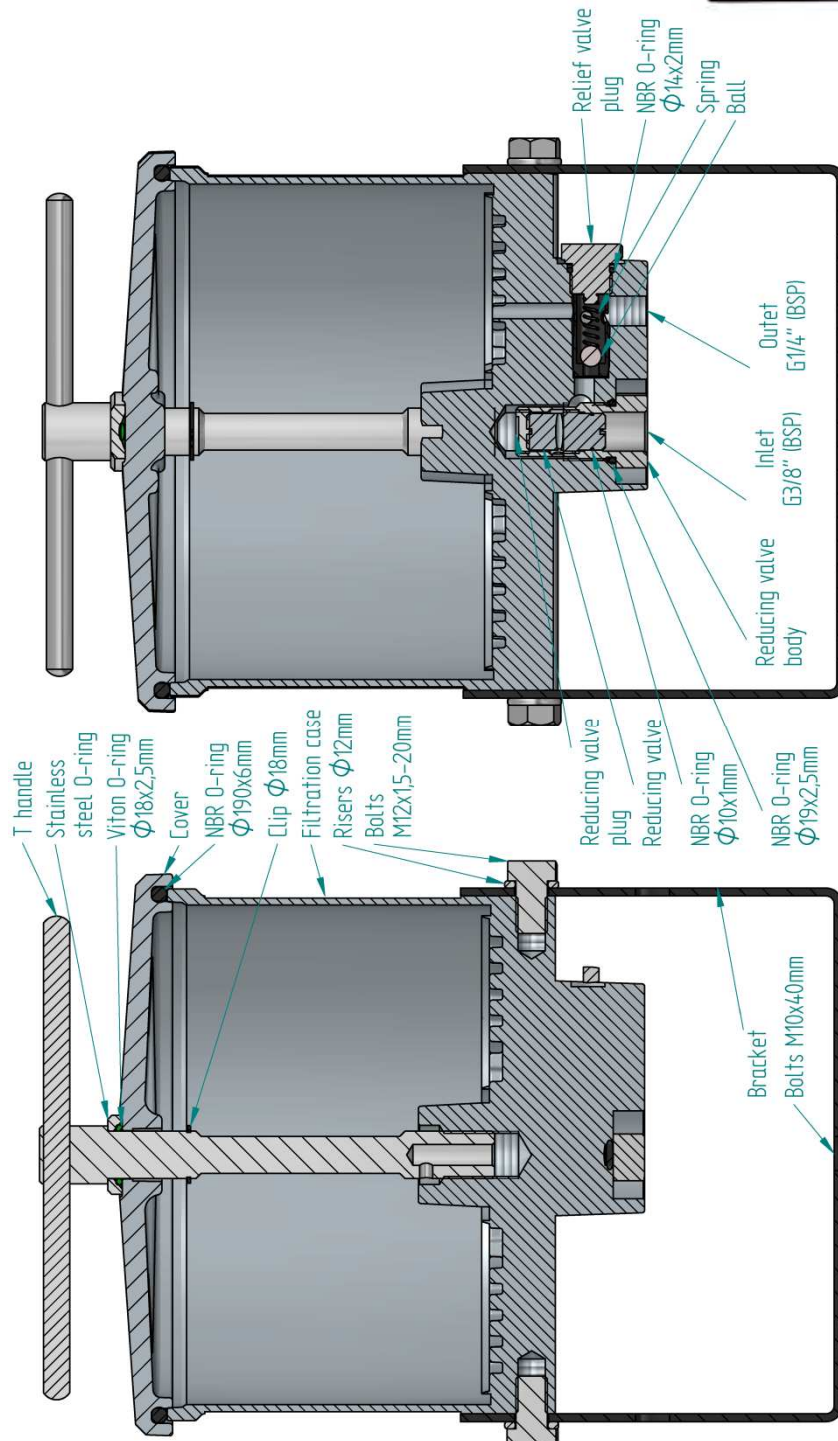


H20

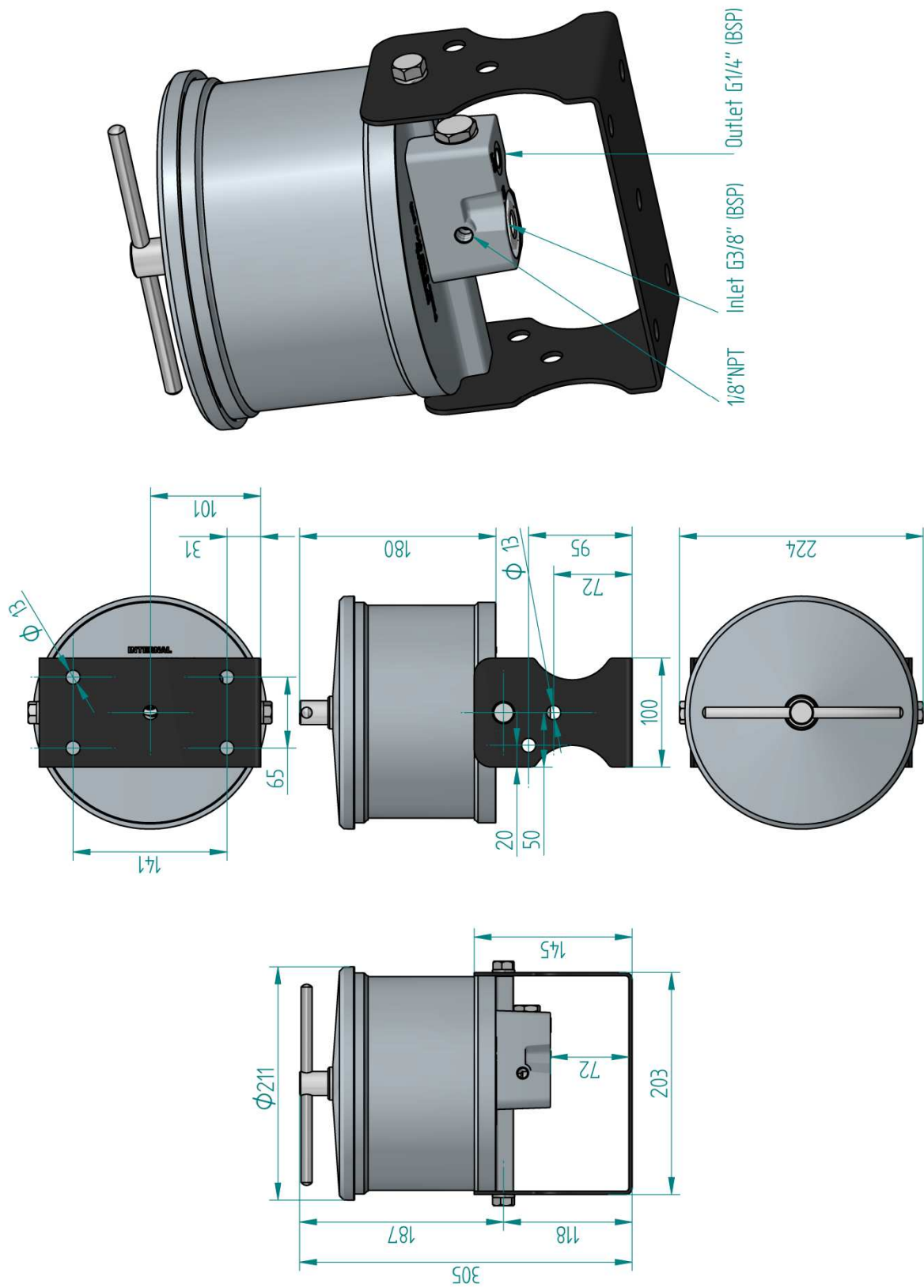


H 35

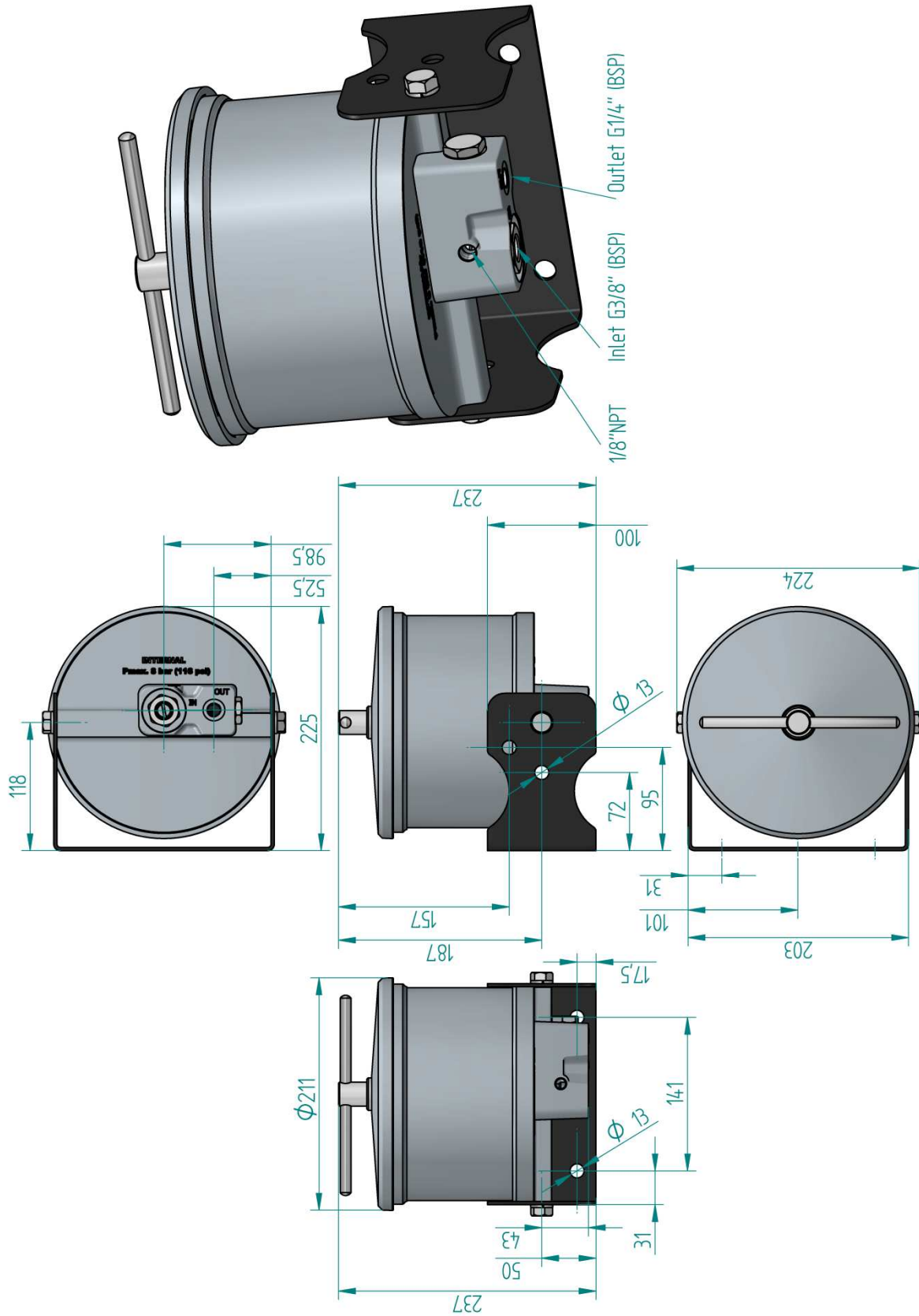
Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	H35
Normálny prietok	3,0l/min.
Filtračná schopnosť	1-3µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Max. objem nádrže	1200 litrov
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Prevádz. tlak / skúš. tlak	5 /8bar
Hmotnosť	4,36 kg
Materiál	AL



H35



H35



Filtre rady C

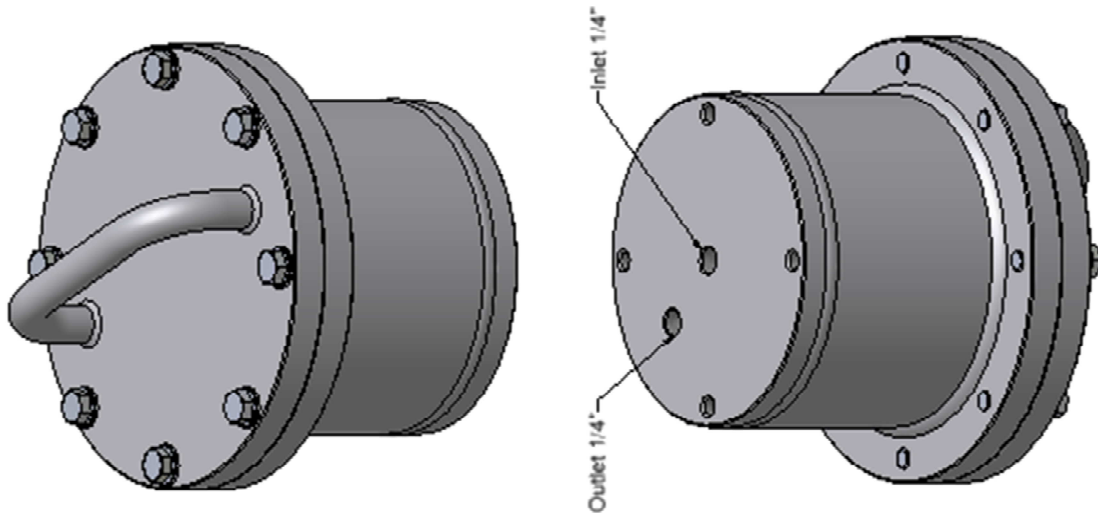
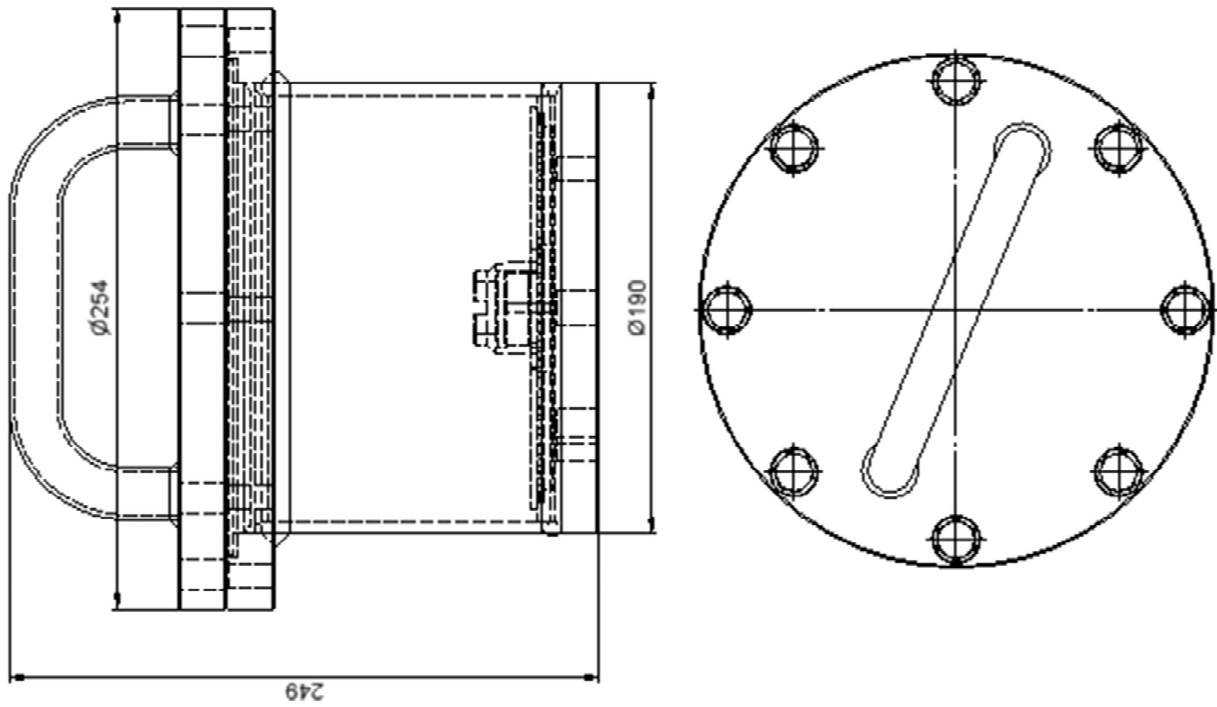
C – séria (P_{max} 30 bar)

- filtračné teleso C – séria má povrchovú úpravu zloženú s dvoch vrstiev, ktorá ho dostatočne chráni proti korózii aj v tých najťažších podmienkach. Z dôvodu prítomnosti freónov alebo amoniaku v chladiacich kompresoroch, filtračné telesá pre chladiace aplikácie, sú konštruované tak aby sa zabránilo priesakom chladiaceho obvodu. Každé filtračné teleso pred použitím na inštaláciu je podrobené tlakovej skúške u výrobcu.

Technické parametre	Typ filtra
Typ filtračnej nádoby	C 30
Normálny prietok	3,0l / min.
Filtračná schopnosť	1-5µm
Maximálna teplota oleja	180°C
Max. objem nádrže	50 Liter
Viskozita vstupného oleja	9-220cSt
Max. tlak	30 bar
Hmotnosť	22,5 kg
Materiál	ocel'

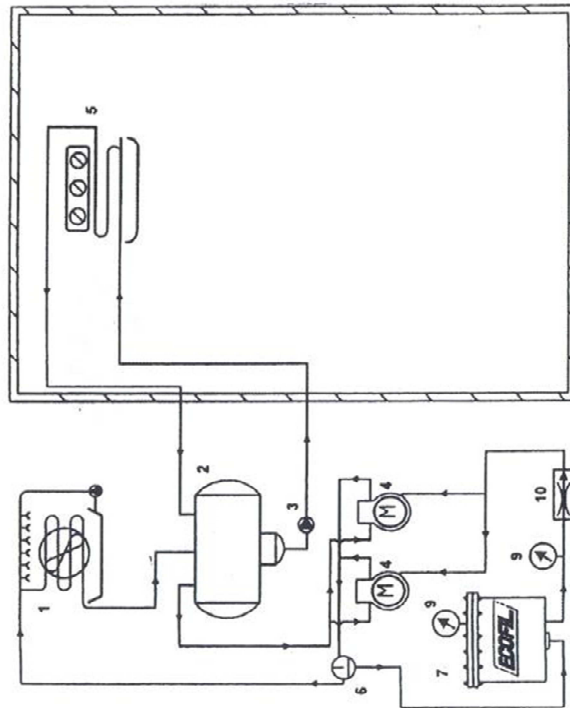


C30



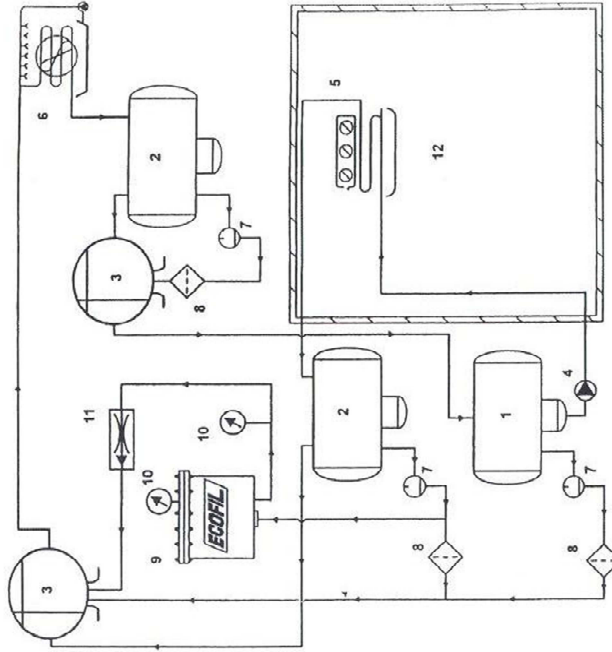
Hydraulické schémy zapojenia C30 – v chladiacom kompresorovom systéme

Ecofil filter installed on reciprocating compressors



1	capacitor	6	oil separator
2	coolant tank	7	Ecofil by-pass filter
3	coolant pump	8	cooling storage
4	piston compressor	9	gauge
5	vaporizer	10	flow control valve

Ecofil filter installed on screw compressors



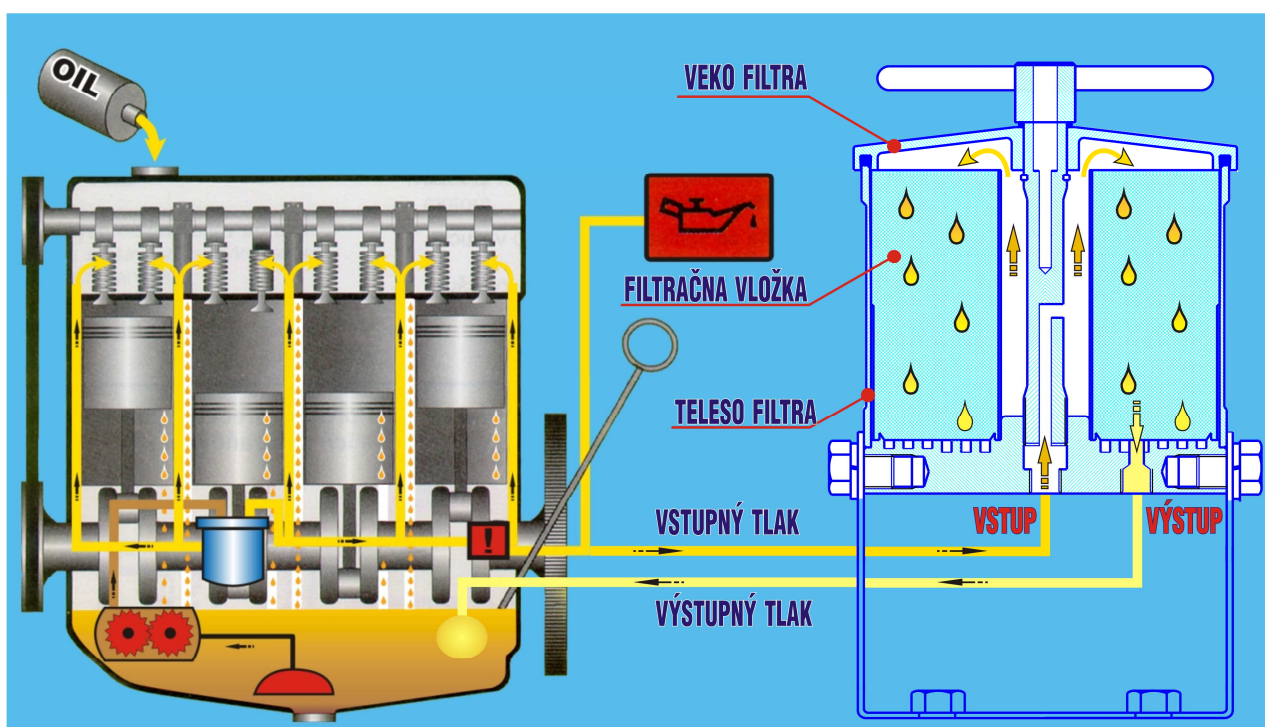
1	main tank	7	oil separator
2	secondary coolant tank	8	full flow oil filter
3	screw compressor	9	Ecofil by-pass filter
4	coolant pump	10	gauge
5	vaporizer	11	flow control valve
6	capacitor	12	cooling storage

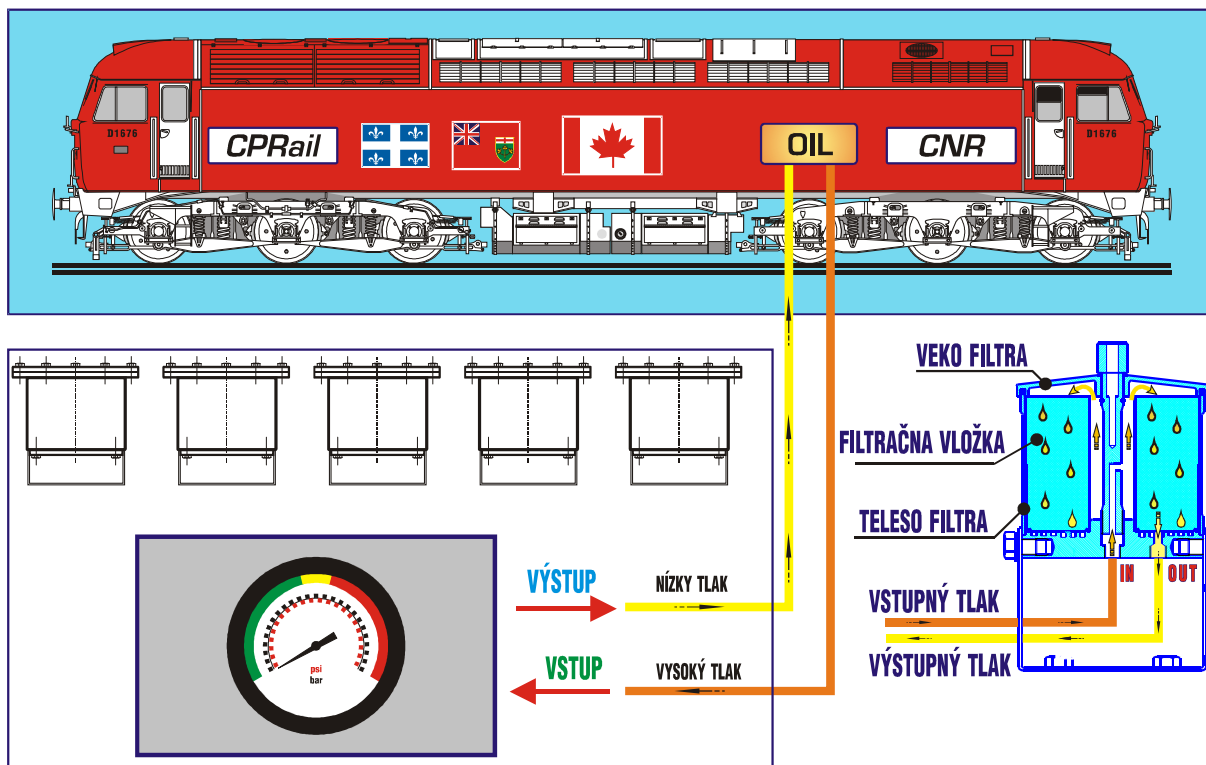
Základné zásady inštalácie obtokových filtrov ECOFIL

- V závislosti od možností doporučujeme **inštaláciu čo najbližšie k zariadeniu**, hydraulickému vedeniu, nádrži alebo spaľovaciemu motoru.
- Pri inštalácii **filtru rady H** do tlakovej vetvy **nesmie byť tlak** hydraulického systému **vyšší ako je max. tlak** uvedený na filtračnom zariadení **ECOFIL**.
- Pri inštalácii **filtru rady H** do tlakovej vetvy je potrebné technikom zariadenia alebo technikom spoločnosti ECOFIL umiestniť tak, aby sme v hydraulickom obvode **neznížili tlak a prietok**. Môžeme tým zapríčiniť nefunkčnosť celého hydraulického obvodu alebo znížiť je výkon.
- Do hydraulických obvodov **zdvihacích zariadení a ťažkých pracovných strojov** nedoporučujeme inštalovať filtre rady H bez konzultácie s technikom užívateľa alebo technika spoločnosti **ECOFIL**.
- Pri **inštalácii na chladiacich kompresoroch** vykoná inštaláciu technik s licenciou na servis a obsluhu chladiacich kompresorov.
- **Vratná vetva** z filtrov a filtračných zariadení **má byť** podľa možnosti **čo najkratšia** k nádrži alebo hydraulickému systému. Pri filtroch rady T a H **by nemala presahovať 2,5 m**. V prípade potreby je potrebné použiť hadicu s vyšším prierezom, ako je doporučený.
- Pri zariadeniach **ON a SN** umiestnených pri nádrži je vhodné vstupný **prívod inštalovať do spodnej časti** nádrže a **výtlak do vrchnej časti nádrže**. Zabezpečíme tým vhodné premiešavanie kontaminovaného a vyčisteného oleja.
- Pri filtračných zariadeniach s vlastným hydrogenerátorom rady **SN a ON** je doporučená **max. sacia výška 5 m** a **výtlačná výška 10 m**. V prípade, že to nie je možné zabezpečiť, zariadenie je možné používať, ale znižuje sa prietok a v pri zväšení výtlačného tlaku aj kvalita filtrácie.
- Pri inštalácii doporučujeme **používať originálne** diely a spojovací materiál dodaný **od spoločnosti ECOFIL** alebo od autorizovaných certifikovaných výrobcov.
- Podľa možnosti **neinštalovať zariadenia ECOFIL** na miesta, ktoré sú **vystavené poveternostným vplyvom**, alebo možnosti **vzniku požiaru**.

Inštalácia filtra rady T

Filtry **rady T** je možné aplikovať na rôzne **typy motorov** a pre **nízkotlakové sústavy**, kde tlak systému nepresahuje hodnotu **8 bar**. Princíp spočíva vo vytvorení by-pass vetvy, kde sa filter k systému pripojí paralelne. Vstup filtra sa pripojí k systému, či už z nejakého rozdeľovacieho bloku, čerpadla, pomocou T prepojenia alebo od interného filtra a výstup filtra sa vráti späť do systému alebo do nádrže. Týmto filter pracuje nezávisle a je možné meniť filtračnú vložku bez odstavenia motora alebo zariadenia. Dôležité je pred filter umiestniť ventil, s ktorým sa zníži tlak na hodnotu do 4 bar.



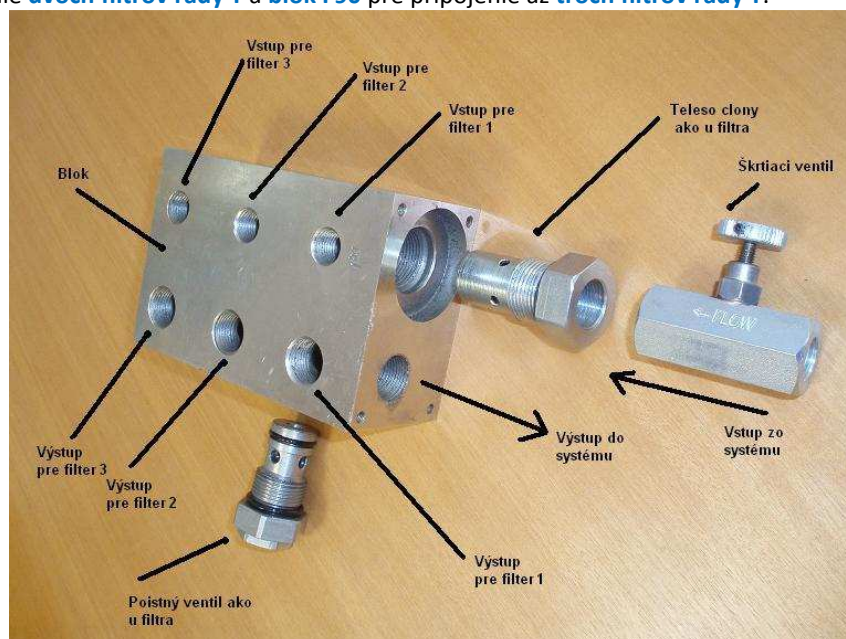


Inštalácia filtra rady H

Filtere **rady H** je možné aplikovať na rôzne **typy lisov a vysokotlakové sústavy**, kde tlak systému dosahuje hodnotu **do 315 bar**. Princíp spočíva vo vytvorení by-pass vetvy, kde sa filter k systému pripojí paralelne. Vstup filtra sa pripojí k systému, či už z nejakého rozdeľovacieho bloku, čerpadla, pomocou T-prepojenia alebo od interného filtra a výstup filtra sa vráti späť do systému alebo do nádrže. Týmto filter pracuje nezávisle a je možné meniť filtračnú vložku bez odstavenia lisu alebo zariadenia. Dôležité je pred filter umiestniť ventil, s ktorým sa zníži tlak na 3 bar.

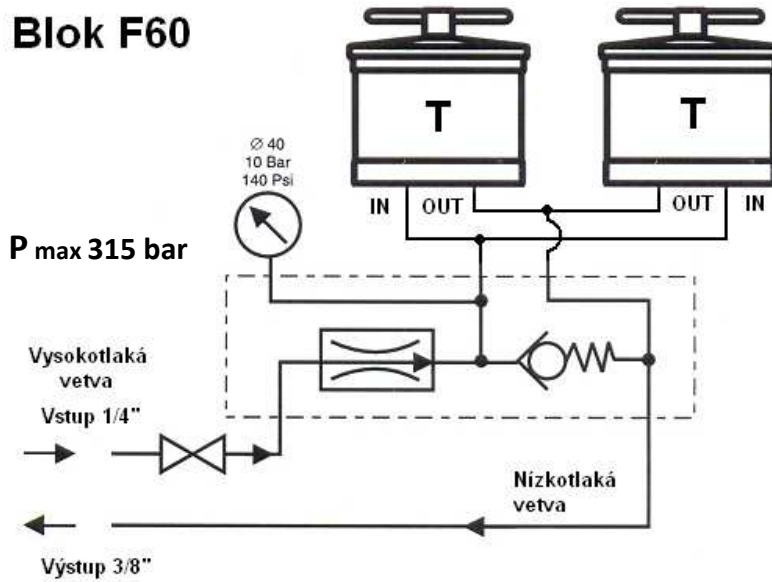
Je možné použiť filtre rady T vo vysokotlakých sústavách?

Áno, ak filtre **rady T** zapojíme do **bloku F60** alebo **F90**. Jedná sa o kovové rozdeľovacie bloky, ktoré sa pripájajú v kombinácii s filterami rady T ako náhrada filtra rady H. To znamená, že ak potrebujeme pripojiť k hydraulickému obvodu filtre rady T, použijeme tento blok. Rozdiel medzi **blokami F60** a **F90** je v tom, že blok **F60** je určený pre pripojenie **dvoch filtrov rady T** a blok **F90** pre pripojenie až **troch filtrov rady T**.

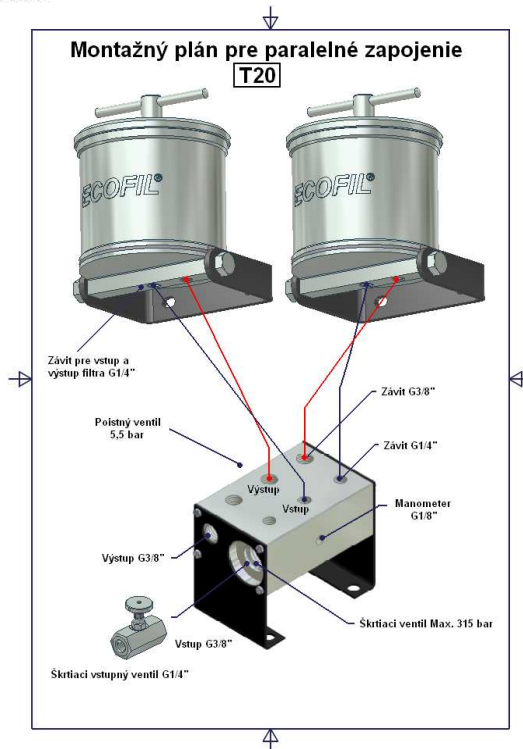
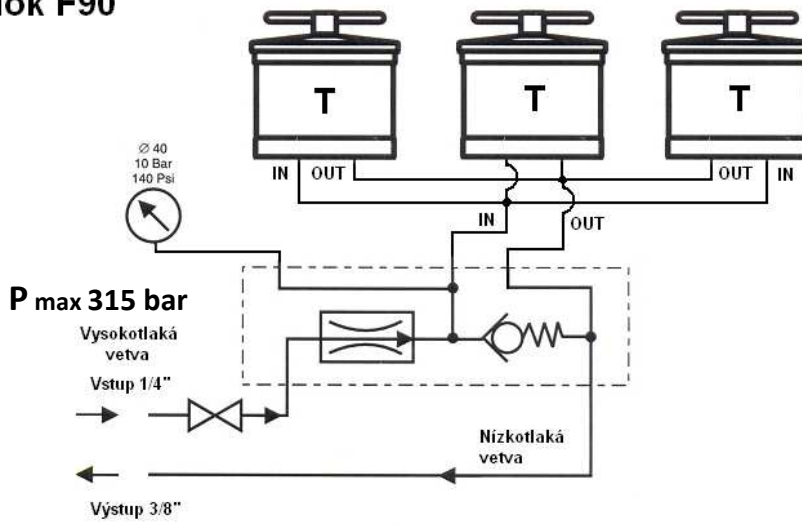


K tomuto bloku je potrebné pripojiť manometer a škrtiaci ventil, ktorým sa zníži tlak na cca **5 bar**, pretože niektoré hydraulické bloky dosahujú tlaky aj 315 bar. Blok obsahuje teleso clony a poistný ventil, ktoré chránia filtre pred vysokým tlakom a vytvárajú by-passovú vetvu.

Blok F60



Blok F90



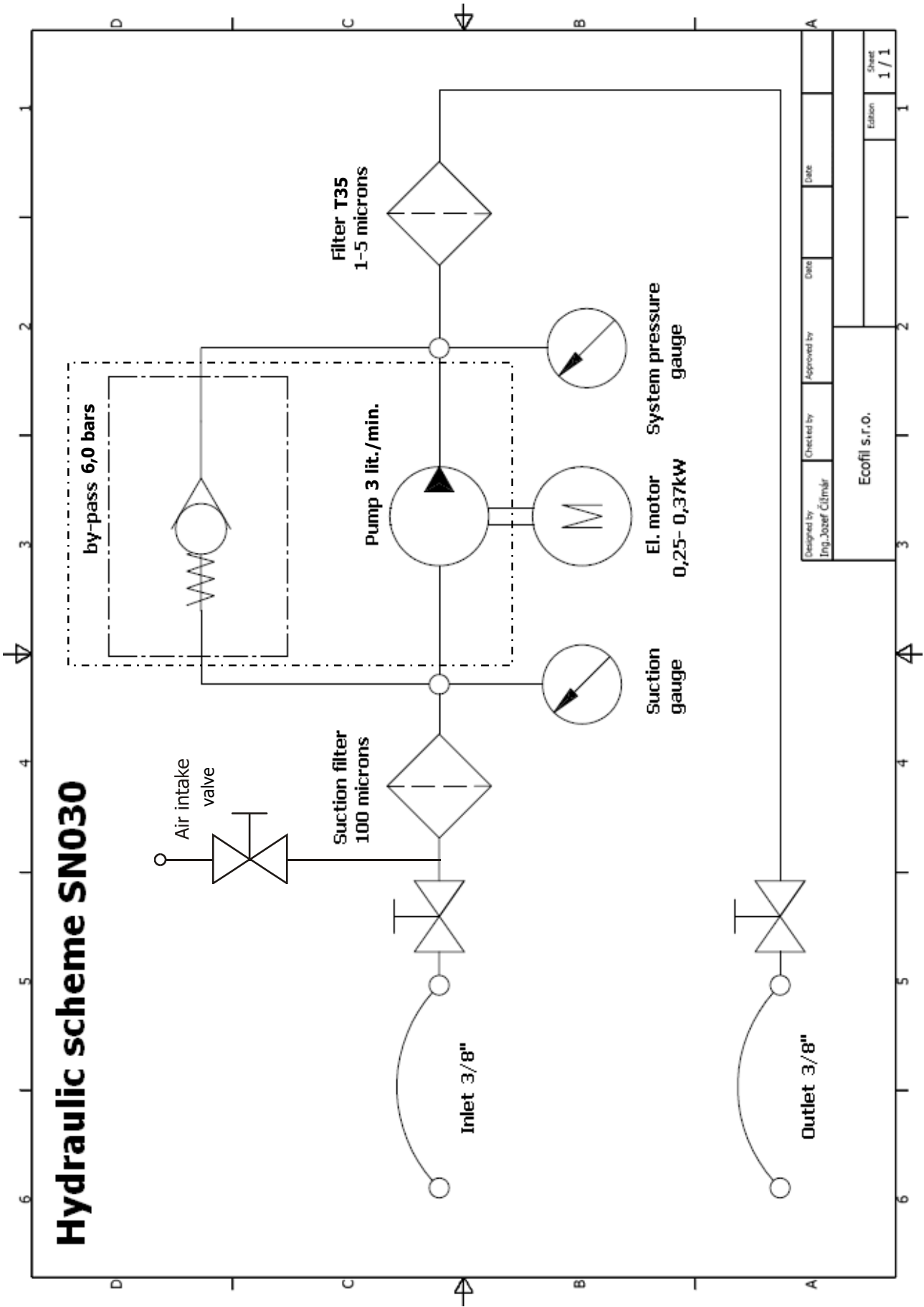
Filtračné zariadenia

SN030 – model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 1000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/60Hz; 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,25 kW alebo 0,37 kW
Normálny prietok	3 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/8"
Počet filtračných hrncov	1ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	1ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	600 mm 230 mm 470 mm



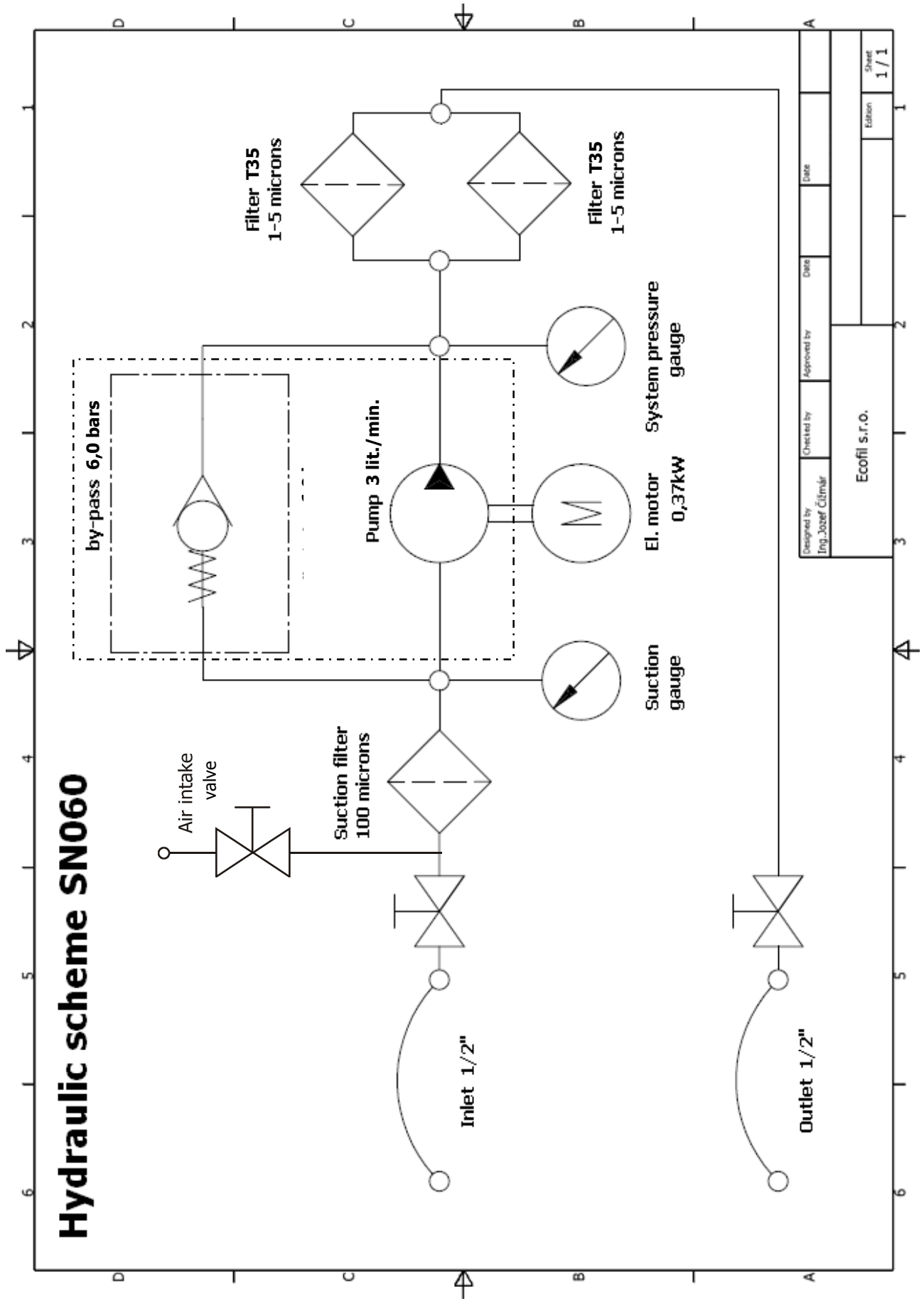


SN060 - model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 2000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/60Hz; 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,37 kW
Normálny prietok	6 lit./min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 1/2"
Počet filtračných hrncov	2ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	2ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	800 mm 230 mm 470 mm





SN120 – model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže
El. pripojenie

max. 4000 litrov
230V alebo 3x230V/400V (50 Hz)
110V/60Hz; 3x220V/440V (60Hz)

El. motor

0,75kW

Normálny prietok

12 lit/min.

Max. tlak

8 Bar

Vstup a výstup

G 3/4"

Počet filtračných hrncov

4ks

Sací filter ochrany čerpadla

1ks 100µm

Dosiahnutá trieda čistoty

NAS 5/6

Dosiahnutý max. obsah vody
po filtrácií

100 p.p.m.

Pri použití vysušených vložiek
menej ako

10 p.p.m.

Počet filtračných vložiek T351,

4ks

H351, HH351, WE351, WG351

80°C

Max. pracovná teplota

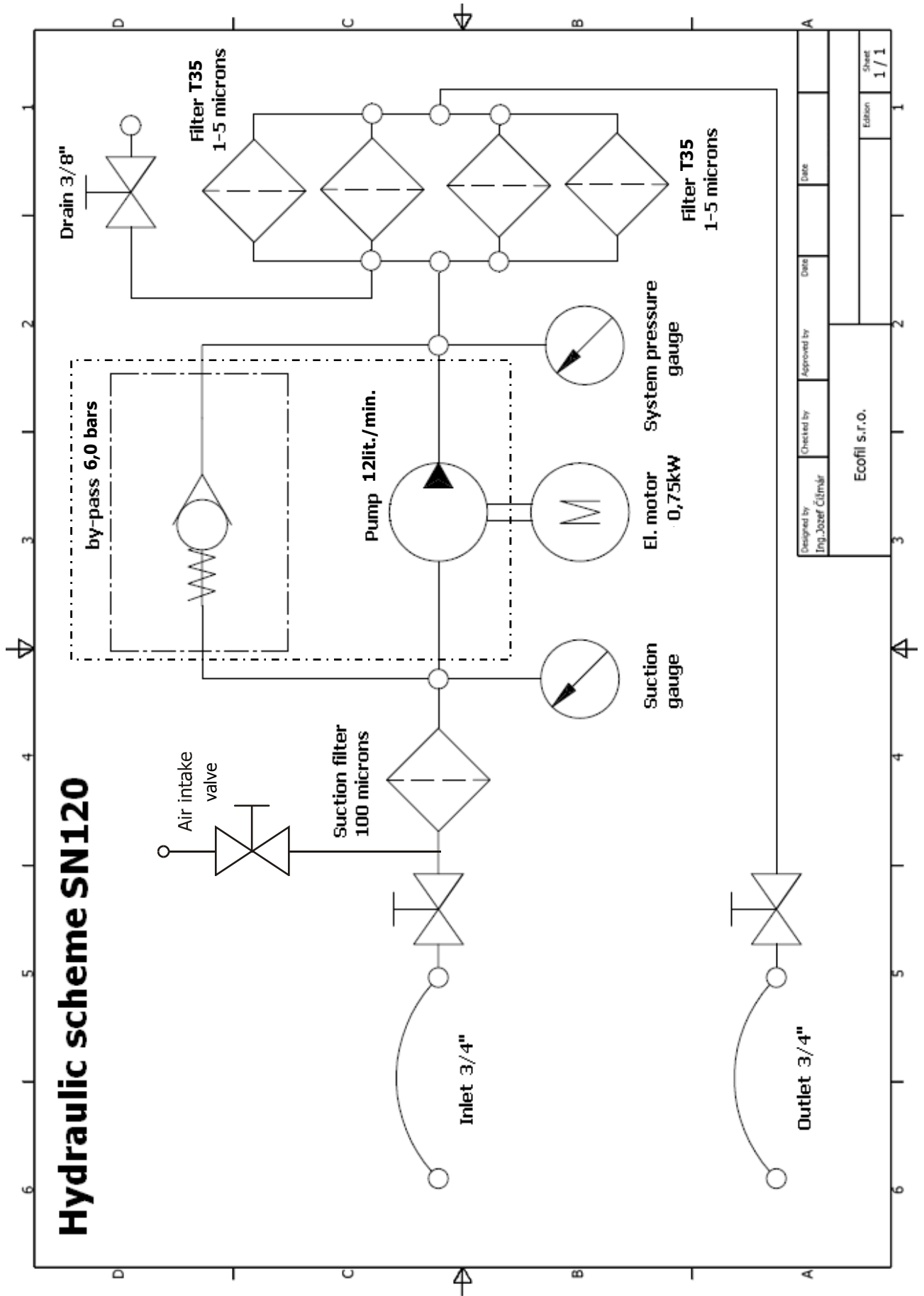
Viskozita

od 6 do 220 cSt

Rozmery(dĺžka x šírka x výška):

800 mm x 500 mm x 950 mm



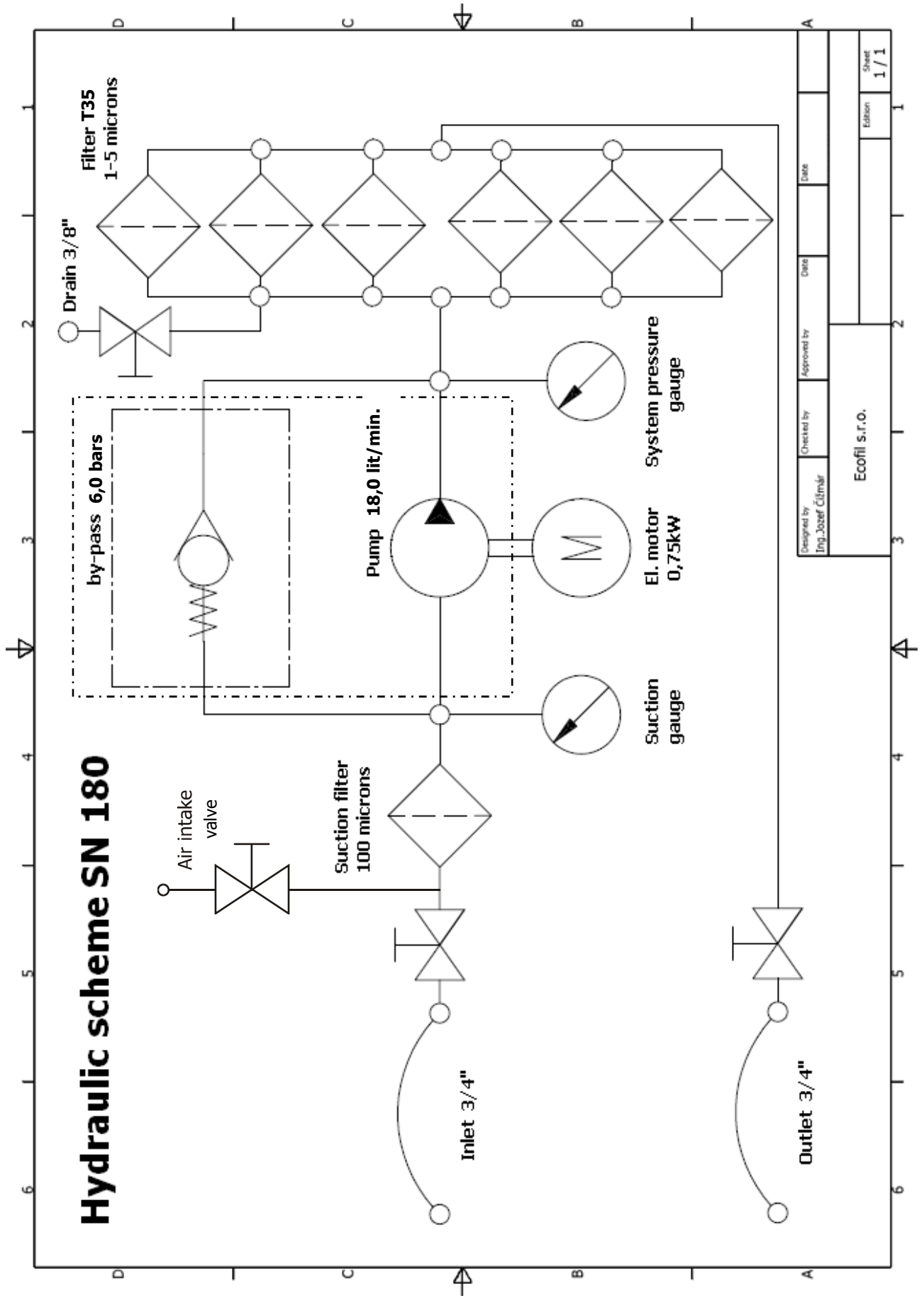


SN180 – model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 4500 litrov
El. pripojenie	230 V/50 Hz 3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,75kW
Normálny prietok	18 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Počet filtračných hrncov	6ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100 p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	6ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	1160 mm x 500 mm x 950 mm



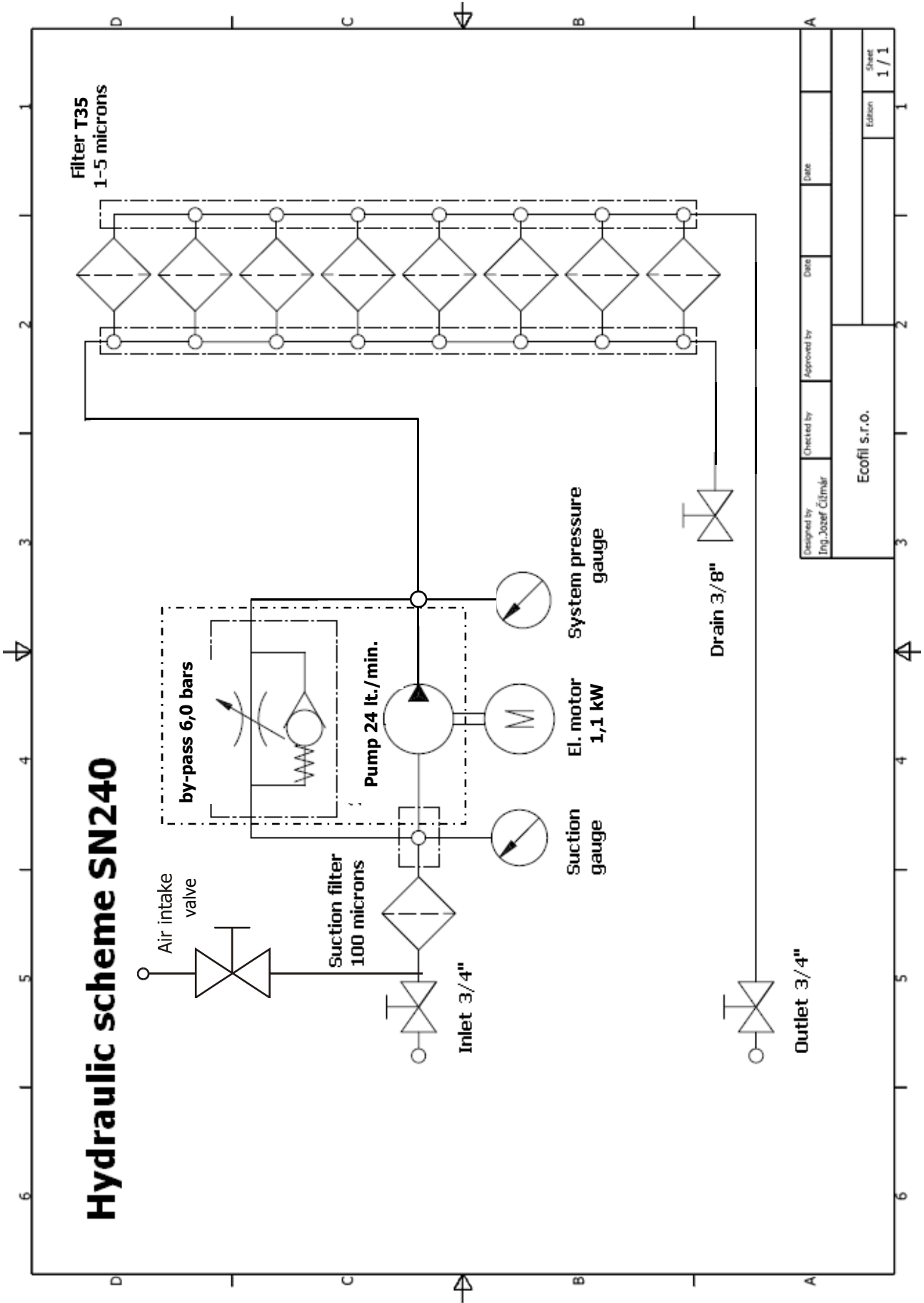


SN240 – model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 6000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	1,1 kW
Normálny prietok	24 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Počet filtračných hrncov	8 ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100 p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	8ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	1400 mm x 500 mm x 950 mm



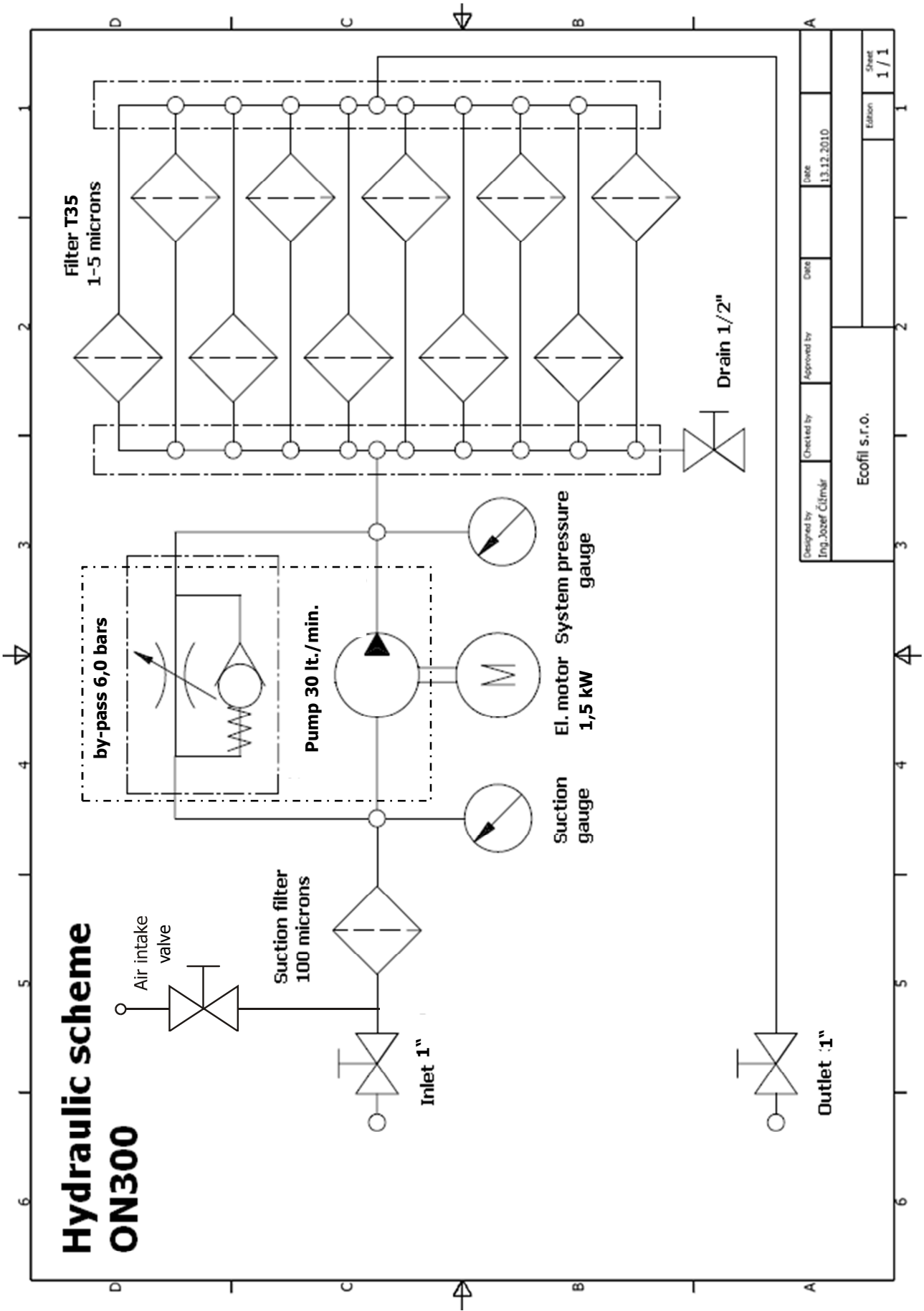


Špeciálne zariadenia:
ON 300 – model 35

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 10 000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	1,5 kW
Normálny prietok	30 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 1"
Počet filtračných hrncov	10 ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty podľa	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	10ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	1700 mm x 550 mm x 900 mm





Designed by Ing. Jozef Čičmár	Checked by	Approved by	Date 13.12.2010
Ecofil s.r.o.			Edition 1/1

ONW 120 – model 35 - separátor

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 3000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
Celkový inštalovaný príkon	11,5 kW
Ohrev	10 kW
Normálny prietok	1,8 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/8"
Počet filtračných hrncov	4 ks
Sací filter ochrany čerpadla	2ks 100µm
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	1ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	1650 mm x 700 mm x 1800 mm
Schopnosť separovať vodu (a iné odpariteľné prímеси) až do obsahu 2%	



ONW 240 ACE – model 35 - separátor

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže
El. pripojenie

max. 3000 litrov
3x230V/400V (50 Hz)
3x220V/440V (60Hz)

Celkový inštalovaný príkon

18 kW

Ohrev

10 kW

Prietok nastaviteľný

1500 - 5000 lit/hod.

Max. tlak

8 Bar

Vstup a výstup

G 3/4"

Počet filtračných hrncov

4ks

Počet filtračných vložiek T351,

H351, HH351, WE351, WG351

4ks

Max. pracovná teplota

80°C

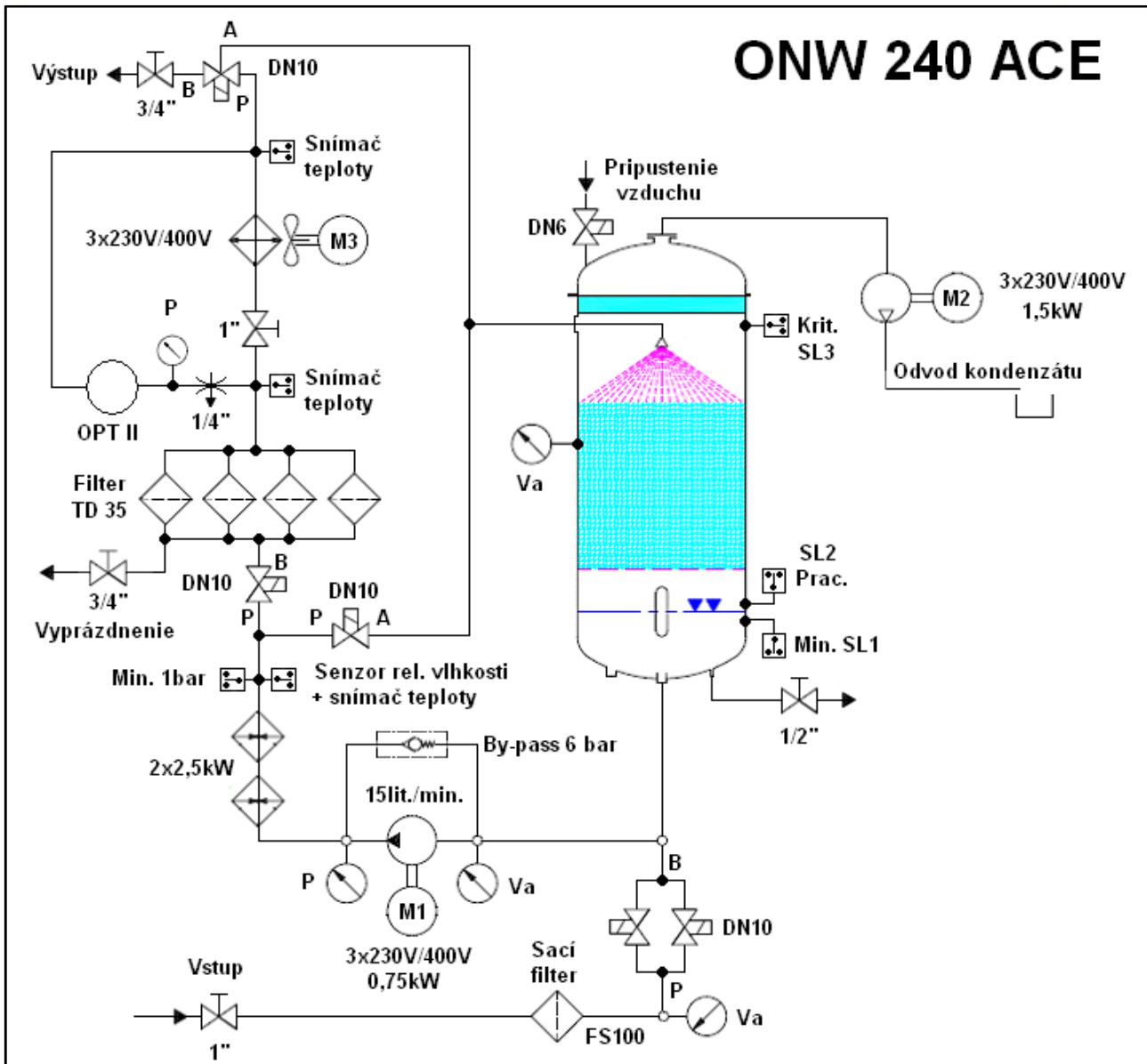
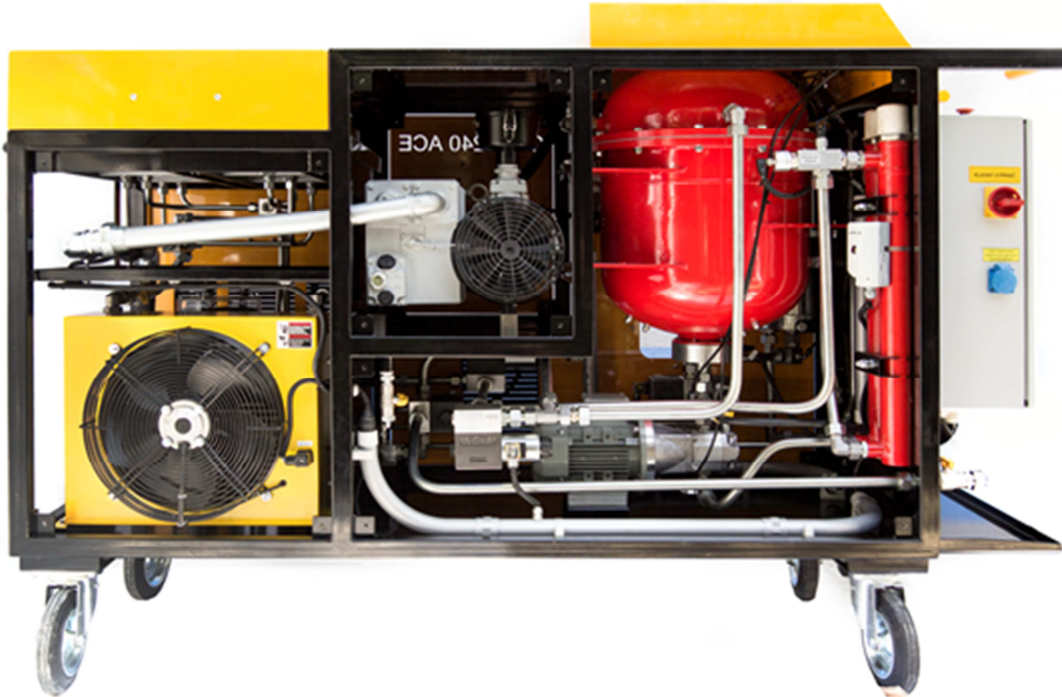
Viskozita

od 6 do 100 cSt

Rozmery(dĺžka x šírka x výška):

2020 mm x 790 mm x 1570 mm





ONW 360 – model 35 - separátor

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže
El. pripojenie

max. 5000 litrov
3x230V/400V (50 Hz)
3x220V/440V (60Hz)

Celkový inštalovaný príkon

20 kW

Ohrev

6 x 2,5 kW

Prietok nastaviteľný

1500 - 5000 lit/hod.

Max. tlak

8 Bar

Vstup a výstup

G 1"

Počet filtračných hrncov

6ks

Počet filtračných vložiek T351,

H351, HH351, WE351, WG351

Max. pracovná teplota

50°C

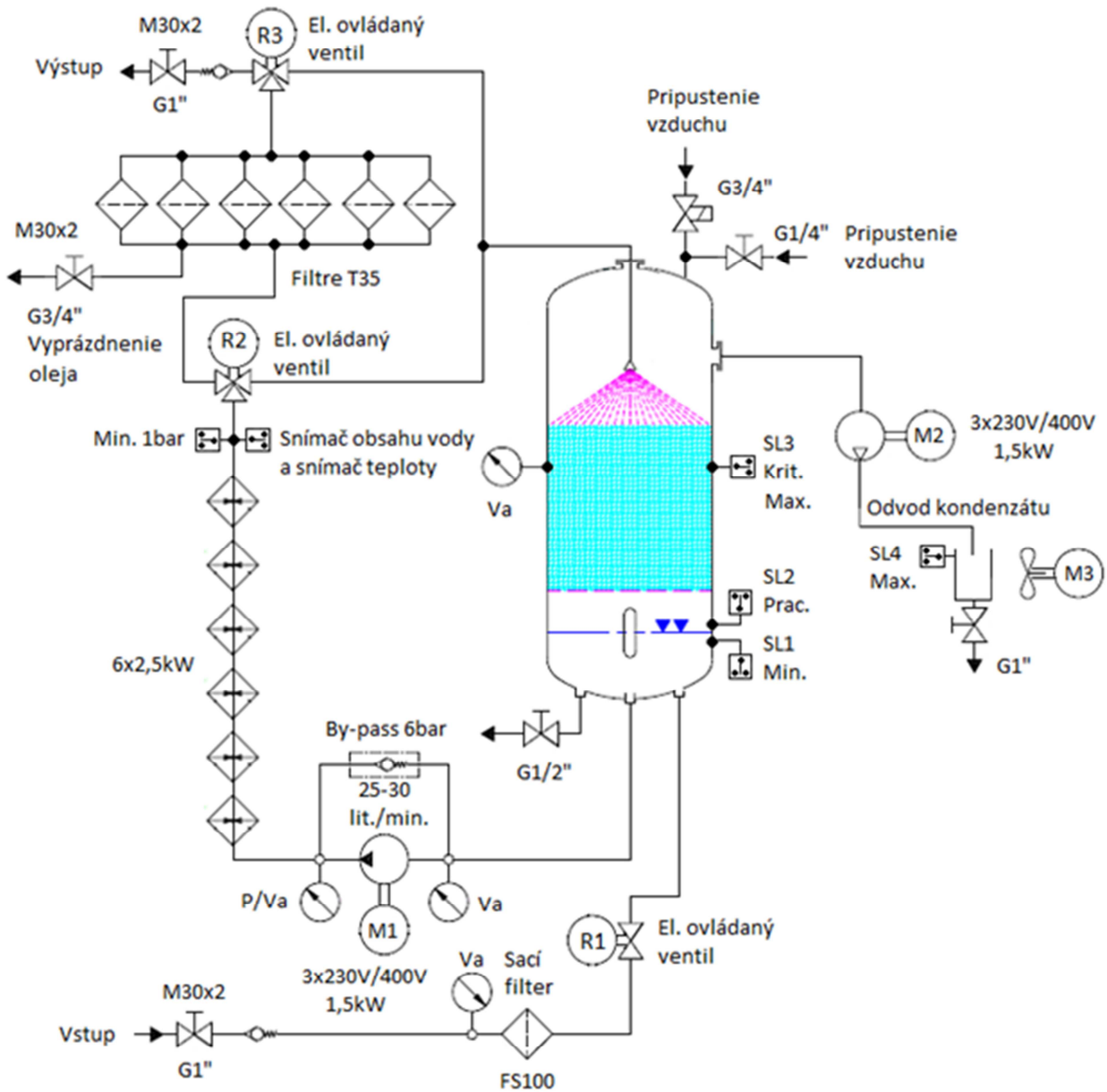
Viskozita

od 4 do 68 cSt

Rozmery(dĺžka x šírka x výška):

2400 mm x 720 mm x 1570 mm





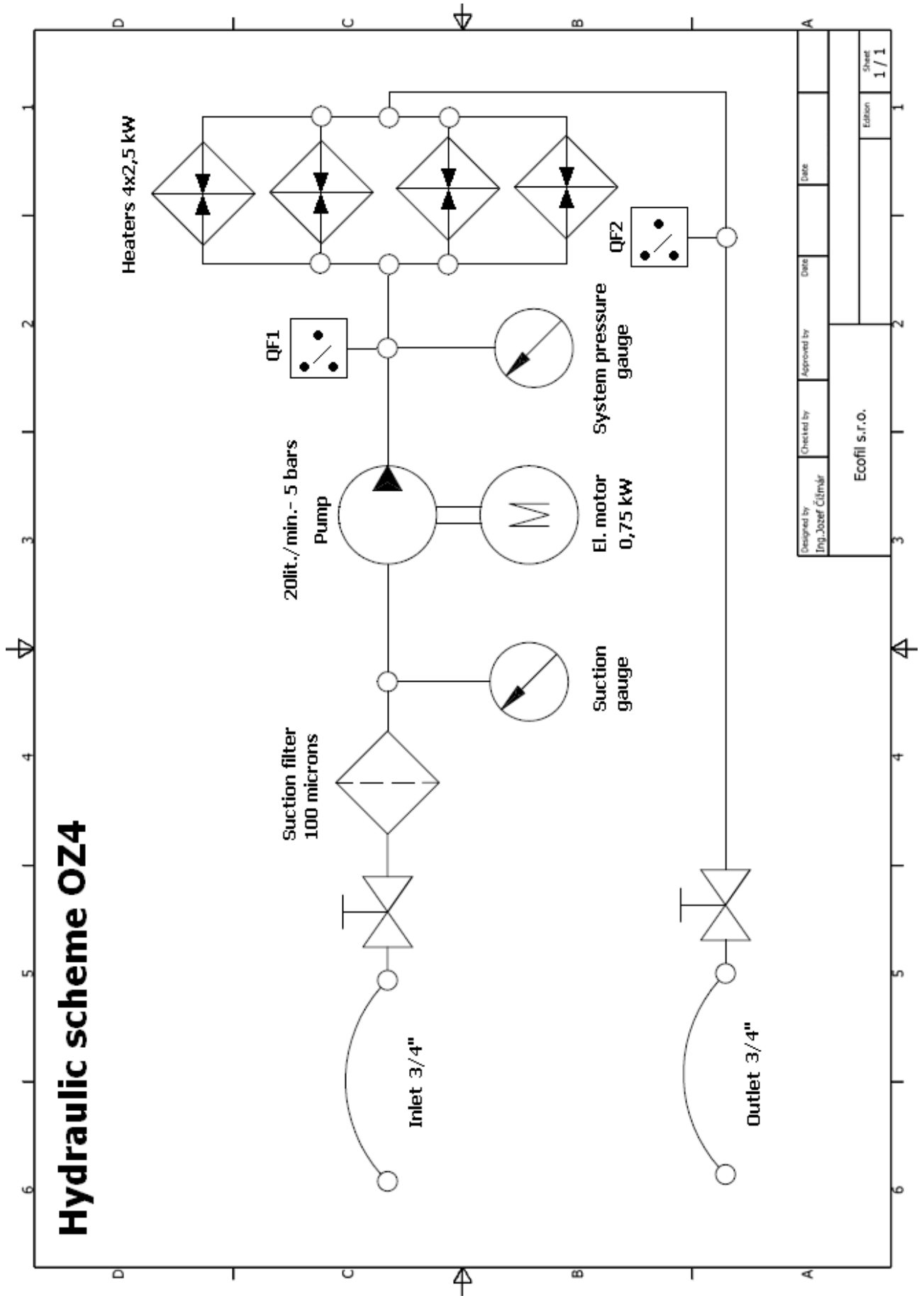
SN 180 - model OZ4

– pre ohrev hydraulické kvapaliny pri preplachu alebo filtrácii

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 1500 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz) ; 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,75 kW
Ohrev	4x2,5 kW
Normálny prietok	20 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Max. pracovná teplota	80°C
Regulácia teploty oleja	
Viskozita	od 6 do 400 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	750 mm x 500 mm x 1100 mm



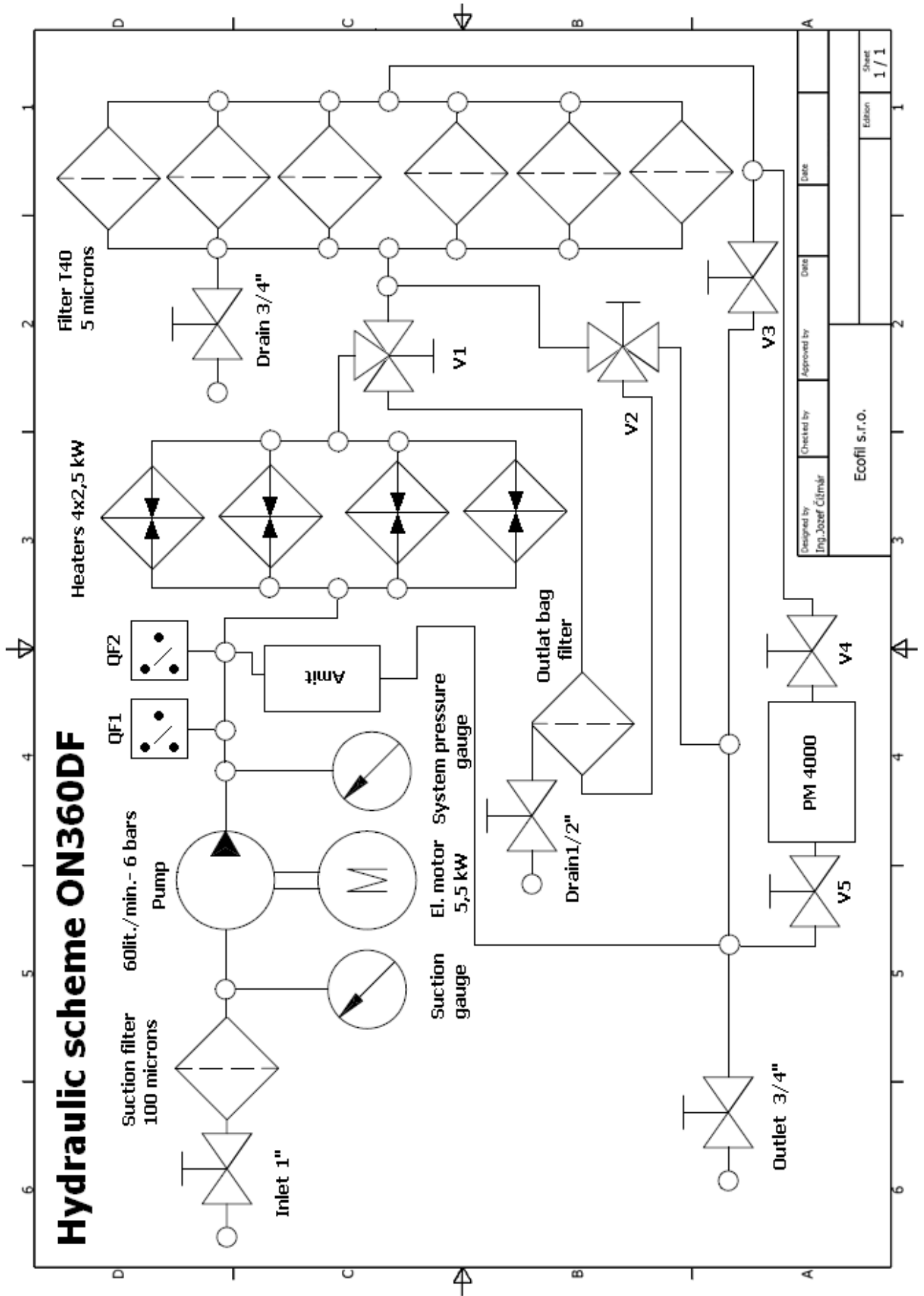


ON360 – model DF OH

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 10 000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	5,5 kW
Ohrev	4x2,5 kW
Normálny prietok	60 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 1" a G 3/4"
Počet filtračných hrncov	7ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T401 H401, HH401, WE401, WG401	6ks
Rukávový filter	1ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	1700 mm x 900 mm x 1500 mm
Laserové snímanie častíc v rozsahoch:	4µm, 6µm, 14µm, 21µm
Digitálne meranie obsahu vody v oleji v p.p.m.	
Prietokomer	



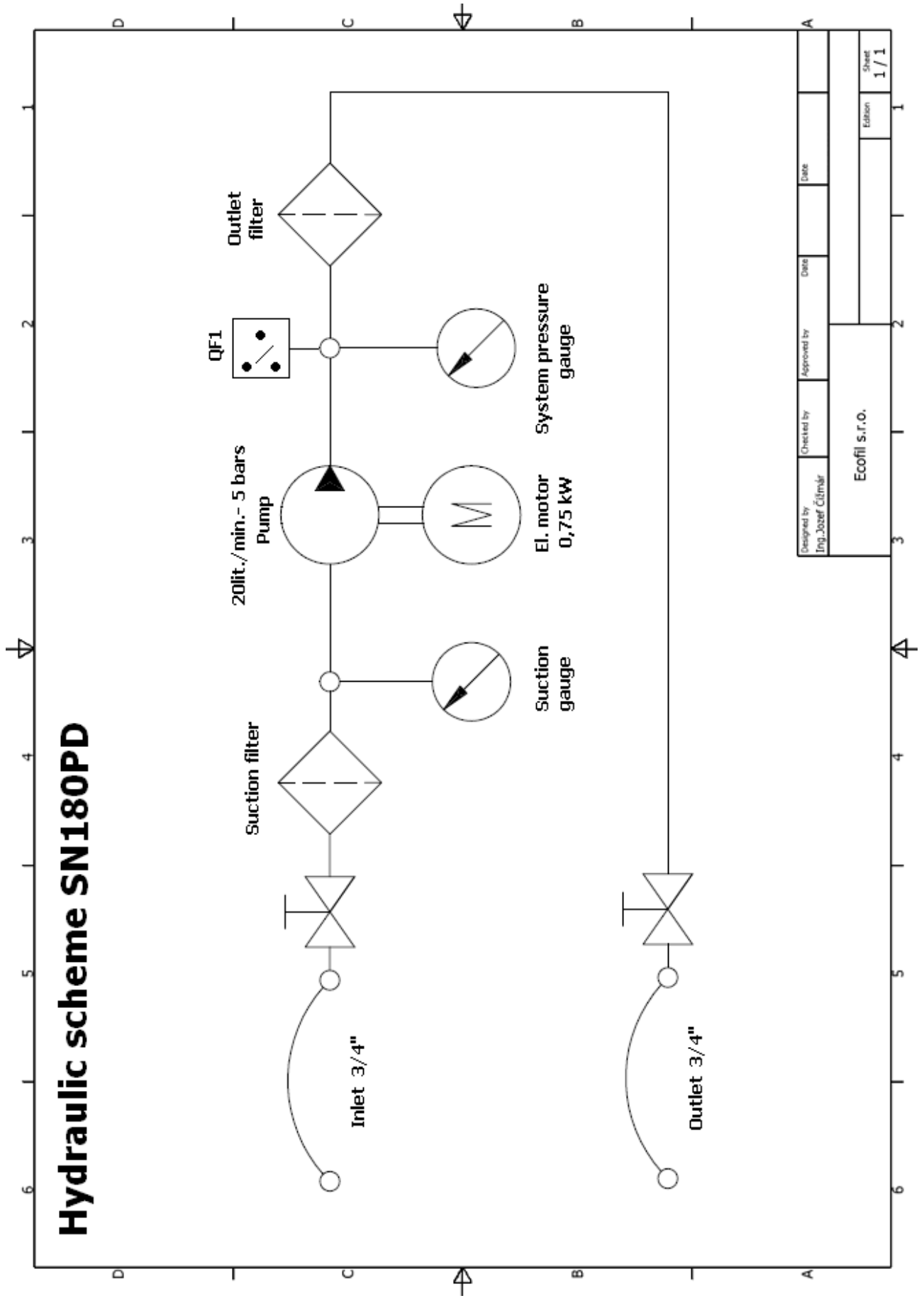


SN180 – model PD

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 4000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/ (60Hz); 3x110V/ 220V (60 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,55 kW alebo 0,75 kW
Normálny prietok	20 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Počet filtračných hrncov	1ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 - 100 µm
Počet filtračných vložiek	2ks rukávový filter
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	750 x 670 x 800 mm





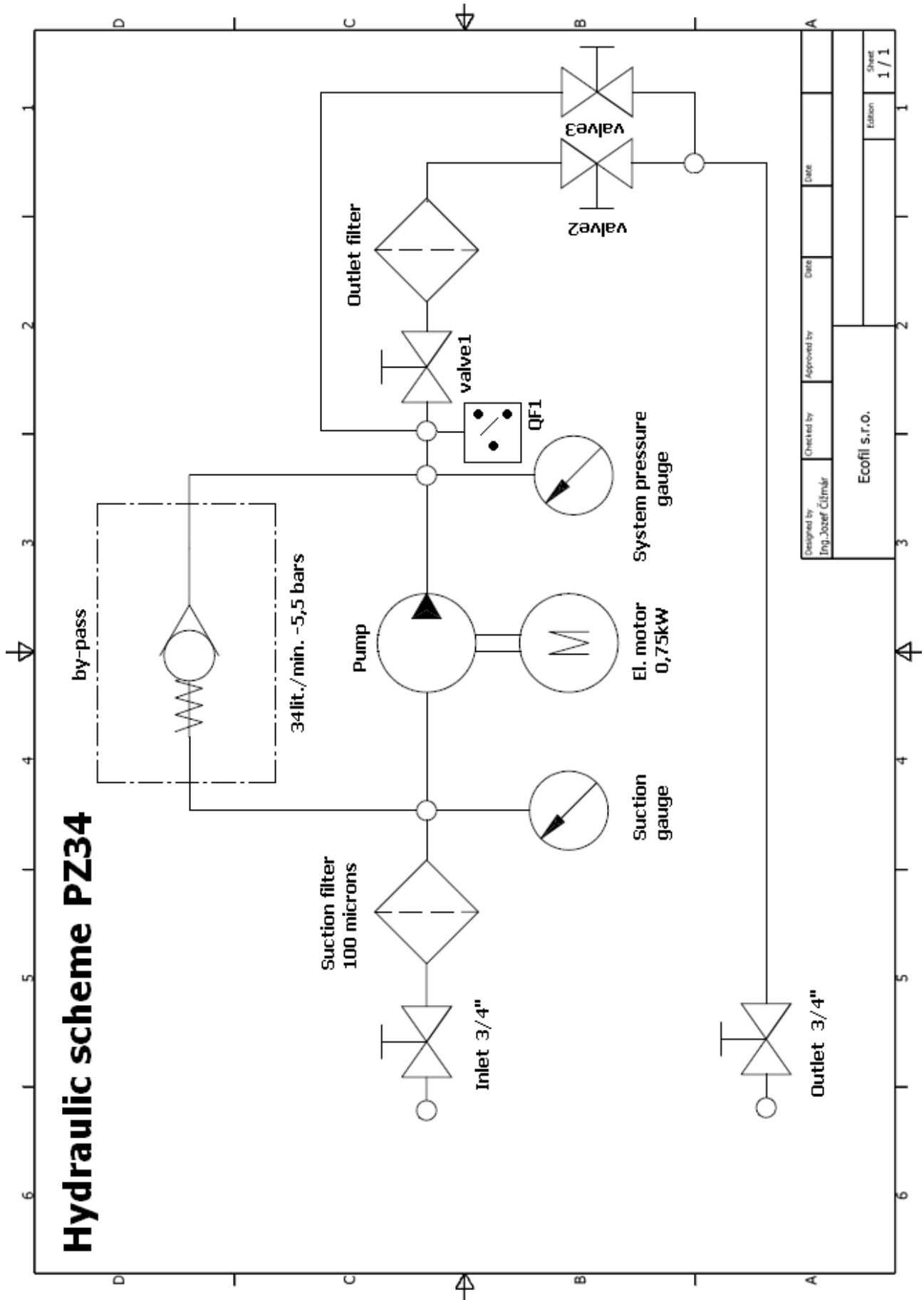
SN 300 - model PZ34

– určené na rýchle prečerpávanie olejov zo sudov alebo nádrží s nominálnou filtráciou

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 3000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/ (60Hz); 3x110V/ 220V (60 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,55 kW alebo 0,75 kW
Normálny prietok	34 litrov/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Počet filtračných hrncov	1ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 – 100 µm
Počet filtračných vložiek	1ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška)	600 mm x 800 mm x 970 mm





Hydraulic scheme PZ34

Designed by Ing. Jozef Čitník	Checked by	Approved by	Date	Date	Date
Ecofil s.r.o.					
			Edition	Sheet	
				1 / 1	

SN180 – model 35 CC

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže
El. pripojenie

max. 4000 litrov
230V alebo 3x230V/400V (50 Hz)
110V/ (60Hz)
3x220V/440V (60Hz)

El. motor
Normálny prietok

0,75kW
18 lit/min.

Max. tlak

8 Bar

Vstup a výstup

G 3/4"

Počet filtračných hrncov

6 ks

Sací filter ochrany čerpadla

1 ks 100 µm

Max. pracovná teplota

80°C

Viskozita

od 6 do 220 cSt

Rozmery (dĺžka x šírka x výška):

1160 mm x 600 mm x 1200 mm

Dosiahnutá trieda čistoty podľa

NAS 5/6

Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii

100 p.p.m.

Pri použití vysušených vložiek menej ako

10 p.p.m.

Počet filtračných vložiek- T351,

6 ks

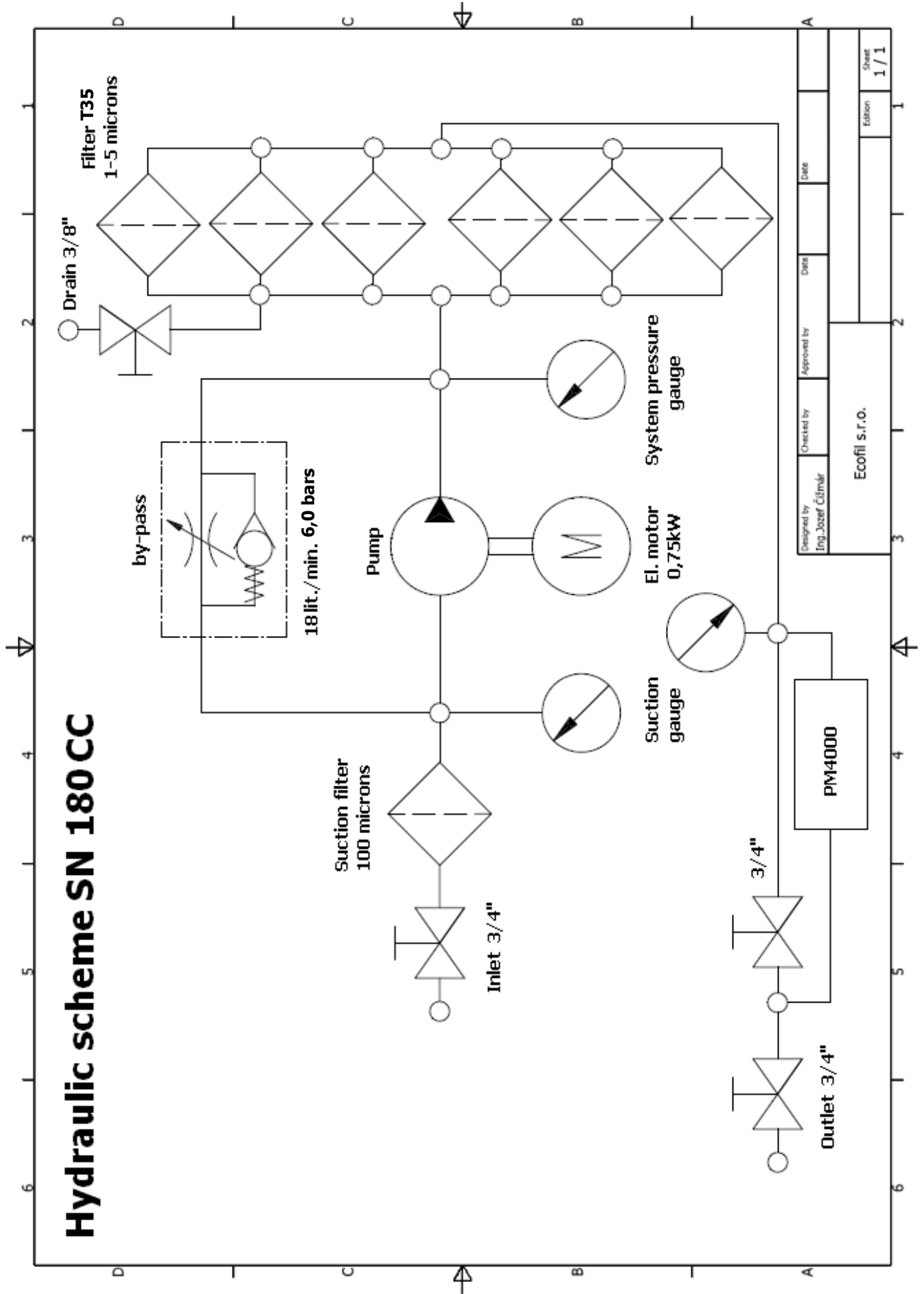
H351, HH351, WE351, WG351

Laserové snímanie častíc v rozsahoch:

4µm, 6µm, 14µm, 21µm

Digitálne meranie obsahu vody v oleji v p.p.m.

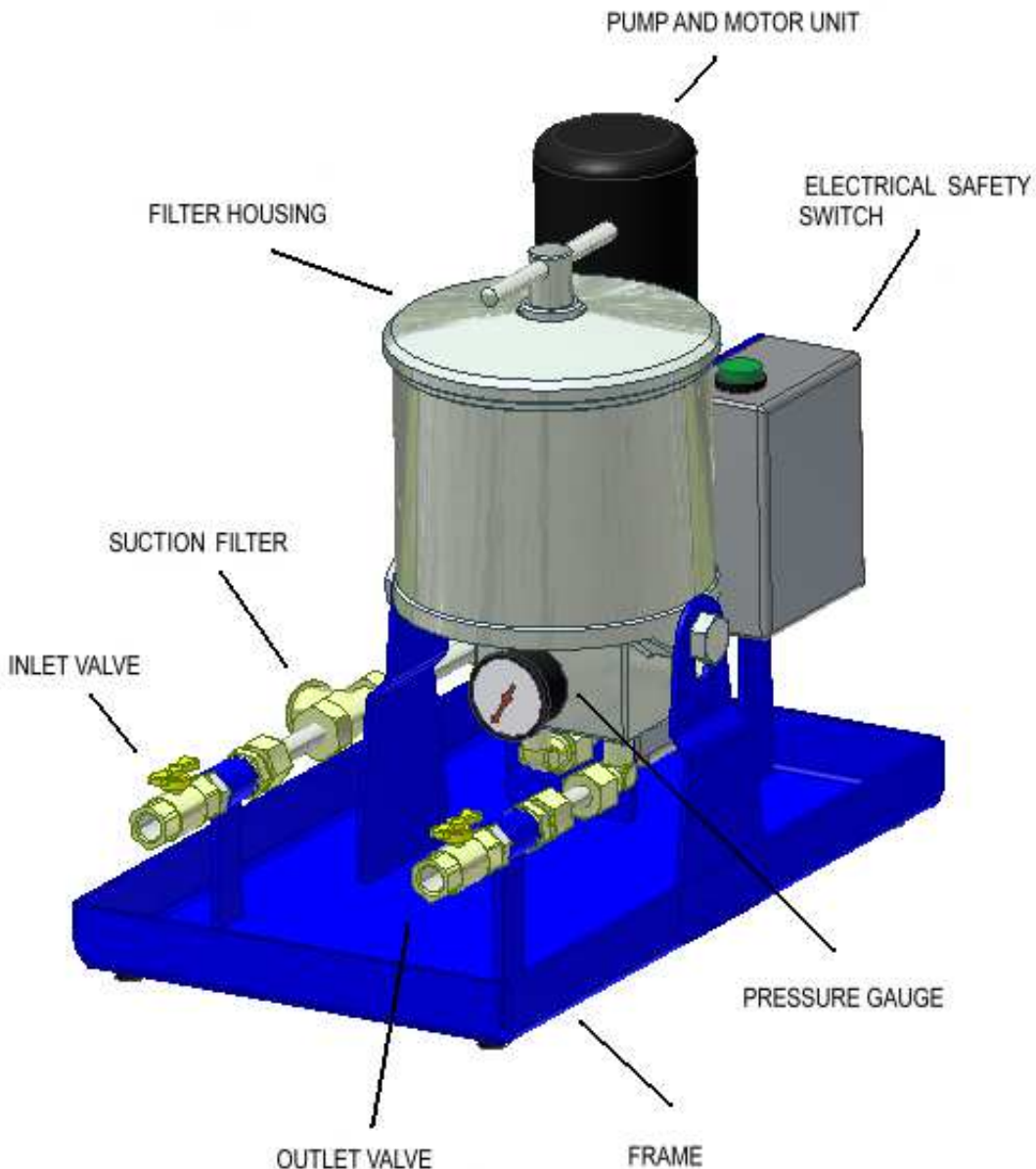


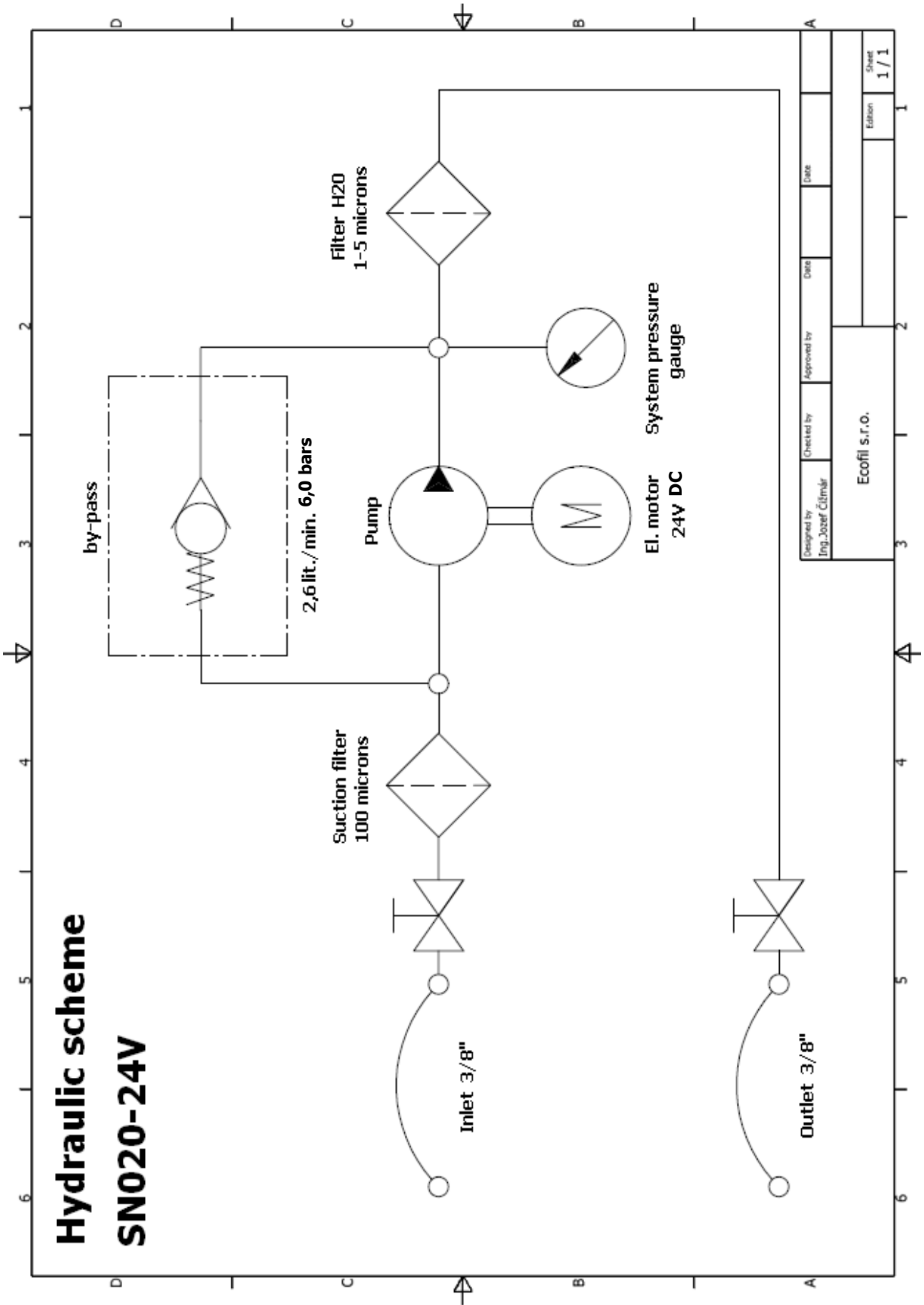


SN020-24V

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 500 litrov
El. pripojenie	24V DC
Normálny prietok	2 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/8"
Počet filtračných hrncov	1ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty podľa	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100 p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T201	
H201, HH201, WE201, WG201	1 ks
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	420 mm x 250 mm x 340 mm



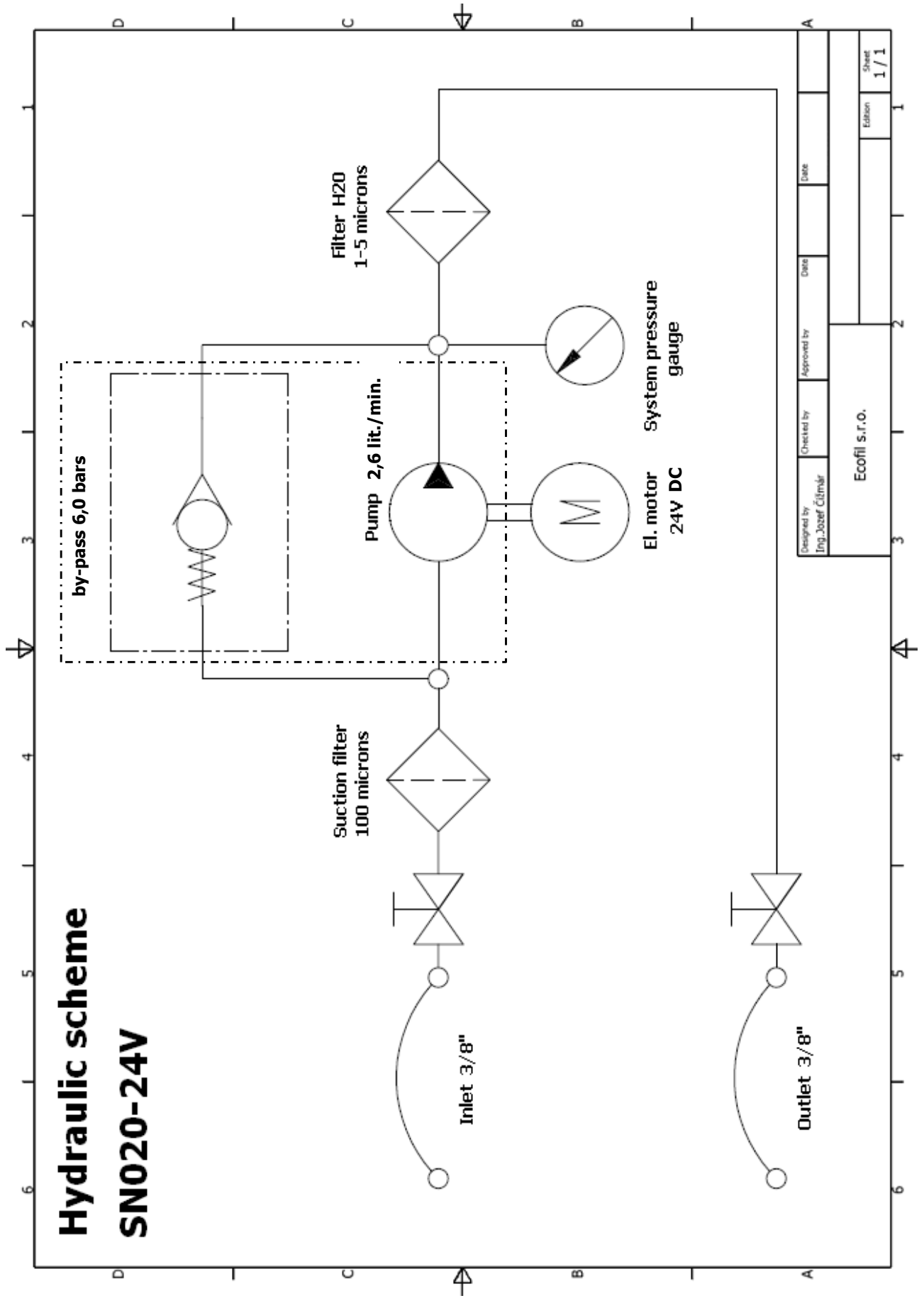


SN 030- model 35 - 24V

El. pripojenie 24V DC
 Normálny prietok 3,0 lit./min.
 Max. tlak 8 Bar
 Vstup a výstup G 3/8"
 Počet filtračných hrncov 1ks
 Sací filter ochrany čerpadla 1ks 100µm
 Dosiadnutá trieda čistoty podľa NAS 5/6
 Dosiadnutý max. obsah vody po filtrácii 100p.p.m.
 Pri použití vysušených vložiek menej ako 10 p.p.m.

Počet filtračných vložiek T351 H351, HH351, WE351, WG351 1ks
 Max. pracovná teplota 80°C
 Viskozita od 6 do 220 cSt
 Rozmery (dĺžka x šírka x výška): 420 mm x 250 mm x 340 mm





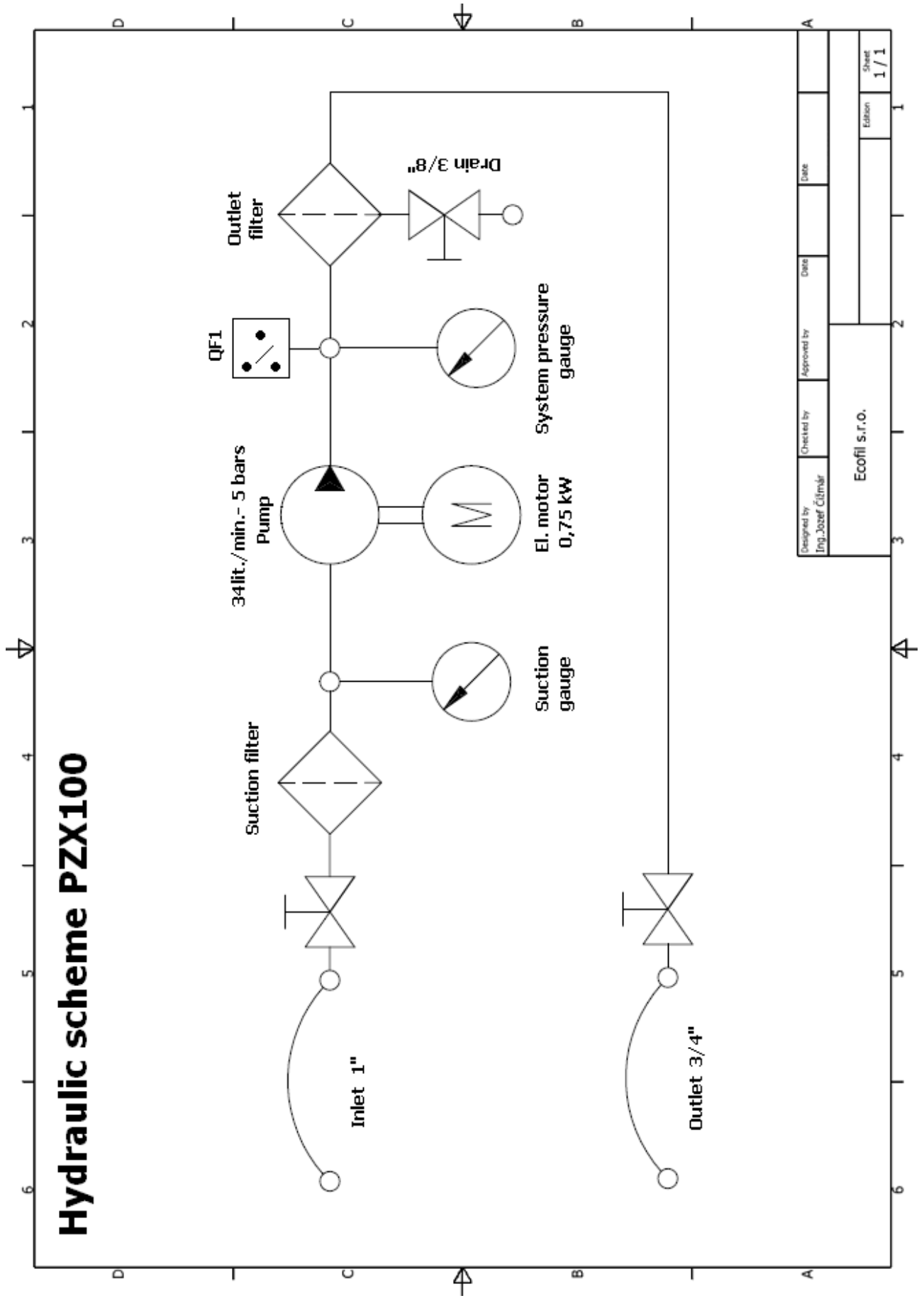
SN 180 – model PZX100

- vhodné na filtráciu olejov, vody a emulzií s vyšším prietokom. Neodstraňuje vodu z oleja.

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 4000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/ (60Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,75 kW
Normálny prietok	34 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 1" a G 3/4"
Počet filtračných hrncov	1ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 – 100 µm
Počet filtračných vložiek	2ks- rukávový filter alebo sviečkový filter
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	800 x 670 x 1080 mm



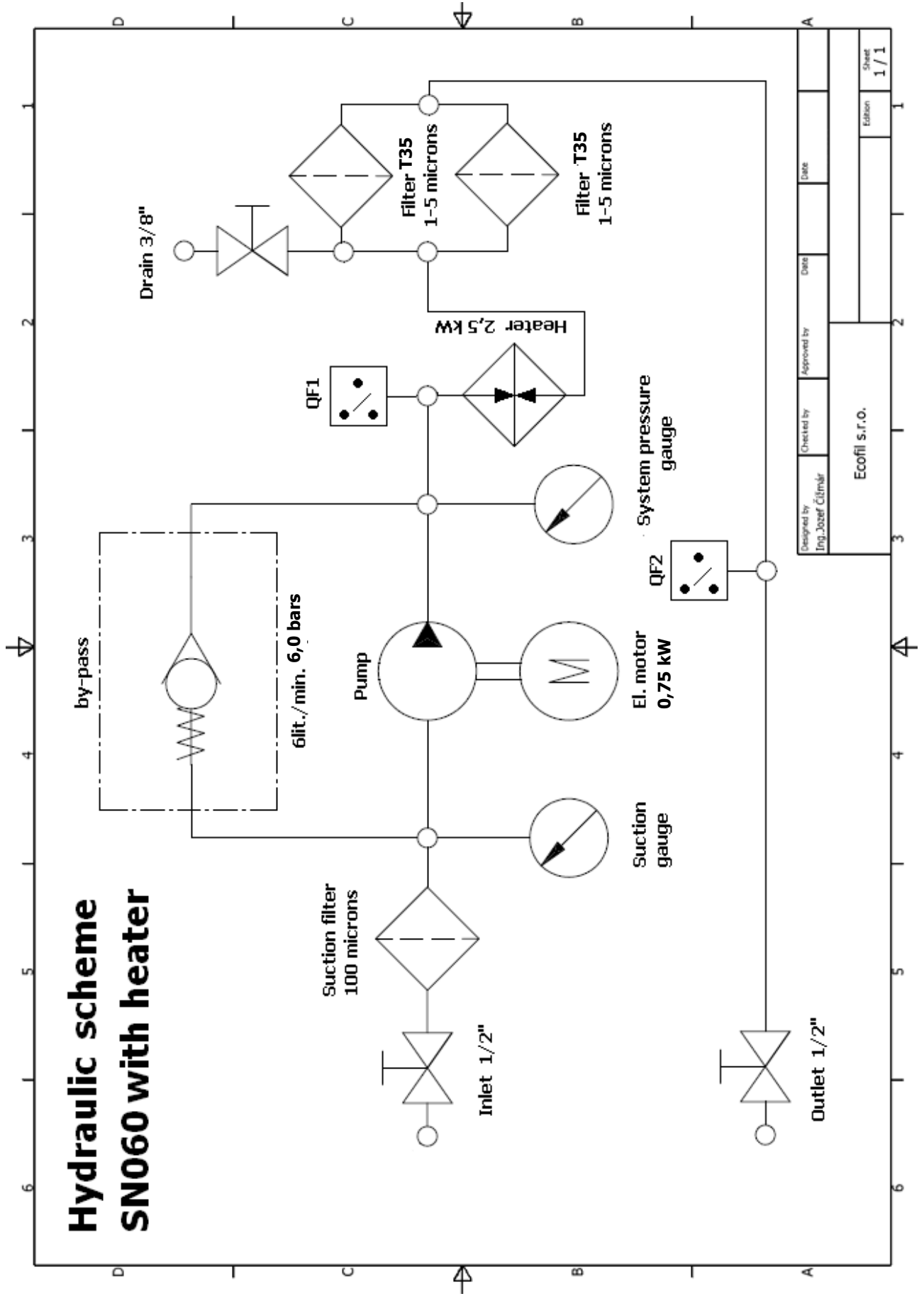


SN 060 – model 35 RF OH

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 2000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz) 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,75 kW
Normálny prietok	6,0 lit./min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 1/2"
Počet filtračných hrncov	2ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 ks, 1-100 µm
Max. pracovná teplota	80°C
Ohrev	1x 2,5kW
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery (dĺžka x šírka x výška):	860 x 590 x 1050 mm
Dosiahnutá trieda čistoty podľa	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek- T351, H351, HH351, WE351, WG351	2ks





ECOMIL – sviečkový filter

Filtračné zariadenie ECOMIL je určené na jemnú filtráciu rezných, brúsnych, hydraulických, mazacích, chladiacich i prípadne iných druhov olejov pomocou alternatívnych typov filtračných elementov (sviečok):

- filtračná vložka ECOMIL10PP - na filtráciu všetkých druhov olejov a rezných kvapalín (10µm) materiál: polypropylén
- filtračná vložka ECOMIL05PP - na filtráciu všetkých druhov olejov a rezných kvapalín(5µm) materiál: polypropylén
- filtračná vložka ECOMIL02CE - na filtráciu všetkých druhov olejov (2µm) zo schopnosťou zachytávať vodu materiál: celulóza

Technické parametre:

Typ zariadenia	ECOMIL
Normálny prietok	25 l / min.
Filtračná schopnosť	2, 5 alebo 10 µm
Maximálna teplota oleja	80°C
Min. objem nádrže	250 litrov
Viskozita vstupného oleja	9 - 150 cSt
Max. prevádzkový tlak	8 bar
Hydraulické prípoje	vstup závit G1" výstup závit G1"
Vonkajšie rozmery	ø 245 x 1250 mm
Rozmery základne	400 x 400 mm
Hmotnosť	40,5kg
Filtračná vložka	ECOMIL



SN 120 – model MFRFSF

Technické parametre:

Magnetický filter	Sila magnetu	0,9T
Sviečkový filter		1 ks
Rukávový filter		1 ks
Normálny prietok		18 l/min.
Maximálna teplota oleja		60 °C
Viskozita vstupného oleja		4 – 220 cSt
Max. prevádz. tlak/skúš. tlak		6 /8 bar
Hydraulické prípoje: vstup		G 3/4"
	Výstup	G 3/4"
Vonkajšie rozmery (dxšxv)		1160 x 500 x 1100 mm
Elektrické napájanie	V	3x230V/400V
elektromotor		50 Hz/ 0,75 kW
Stupeň ochrany el. zariadenia		IP 54
Hlučnosť		40 dB



SN 060 – model 35 CCMFGEAR

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 1000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz)
	230 V / 50Hz
El. motor	0,25 kW
Normálny prietok	3 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/8"
Počet filtračných hrncov	2ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 ks 250µm
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	6 – 220 cSt
Dosiahnutá trieda čistoty podľa	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100 p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek- T351,	
H351, HH351, WE351, WG351	2ks



SN 060 – model 35 CCTPA

- je určené na jemnú mikro filtráciu a preplach prevodoviek robotov v automatickom režime

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 1000 litrov
El. pripojenie	3x230V/400V (50 Hz)
El. motor	2 x 0,25 kW
Normálny prietok	3 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/8"
Počet filtračných hrncov	2ks
Sací filter ochrany čerpadla	1 ks 100 µm
Max. pracovná teplota	80°C
Viskozita	6 - 220 cSt
Dosiahnutá trieda čistoty podľa	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek- T351, H351, HH351, WE351, WG351	2ks



SN 120 - model 140H

- je určené na jemnú mikro filtráciu kaliacich olejov

Technické parametre:

Objem olejovej nádrže	max. 4000 litrov
El. pripojenie	230V alebo 3x230V/400V (50 Hz) 110V/60Hz; 3x220V/440V (60Hz)
El. motor	0,75kW
Normálny prietok	12 lit/min.
Max. tlak	8 Bar
Vstup a výstup	G 3/4"
Počet filtračných hrncov	4ks
Sací filter ochrany čerpadla	1ks 100µm
Dosiahnutá trieda čistoty	NAS 5/6
Dosiahnutý max. obsah vody po filtrácii	100 p.p.m.
Pri použití vysušených vložiek menej ako	10 p.p.m.
Počet filtračných vložiek T351, H351, HH351, WE351, WG351	4ks
Max. pracovná teplota	160 °C
Viskozita	od 6 do 220 cSt
Rozmery(dĺžka x šírka x výška):	1100 x 530 x 1200 mm



Magnetické filtre

Magnetický filter - 10"

Vstup:	G3/4" (3/4" BSPP)
Výstup:	G3/4" (3/4" BSPP)
Vyprázdňovanie:	G3/8" (3/8" BSPP)
Vonkajší priemer:	Ø 150x330mm
Max. prietok:	150 lit./min (petrolej).
Max. tlak systému:	8 bar <116 psi>
Max. pracovná teplota:	70°C
Sila magnetu:	0,9 T



Magnetický separátor –

- je určený na separáciu oleja od mechanických feromagnetických nečistôt.

Magnetický separátor je zapojený do obtoku hlavného centrálného systému.

Použitie filtrácie ECOFIL zaručuje prečistenie oleja na stupeň 4-5 podľa kvalifikácie NAS. Táto hodnota je nižšia (olej je čistejší) ako u bežného nového oleja.

Typ filtračnej batérie			FTS-MAGNET-MAX-SEPARATOR
Normálny prietok s obtokom		l/min.	250lit./min. (7cSt)
Maximálna teplota oleja		°C	60
Viskozita vstupného oleja		cSt	5-60
Max. prevádzkový tlak		bar	2
Hydraulické prípoje separátora	vstup	DN	40
	výstup	DN	2x100
Hydraulické prípoje čerpadla	sanie	DN	50
	výtlač	DN	40
	zalievanie	závit	G3/8"
Vonkajšie rozmery separátora	dĺžka	mm	1787 (s prevodovkou)
	šírka	mm	633,5 (s prevodovkou)
	výška	mm	550
Vonkajšie rozmery čerpadla	dĺžka	mm	740
	šírka	mm	500
	výška	mm	833 (nad nádržou)

Magnetický separátor tvorí základný rám, magnet uložený na ložiskách poháňaný prevodovkou, rozdeľovacia tryska, ktorá prepravuje kvapalinu okolo magnetu do prepadovej vaničky a stierka, ktorá stiera kovové mechanické nečistoty a po nej sa posúvajú a padajú na dopravník.

Čerpadlo nasáva kvapalinu z nádrže a na jeho výstupe sa nachádza rozbočovač, ktorý je rozdelený na dve časti. Jednou stranou tečie kvapalina do separátora a druhou stranou obtokom naspäť do nádrže kvôli vyregulovaniu prietoku. Čerpadlo je vybavené ukazovateľom tlaku a ventilom pre zaliatie čerpadla pri prvotnom spustení.

Na konci dopravného pásu je inštalované potrubie pre odvod mechanických kovových častí do zbernej nádoby.

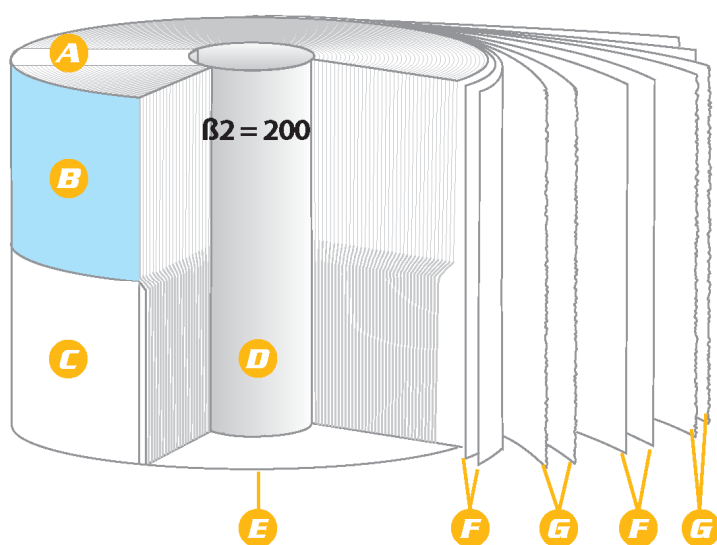




Filtračné vložky ECOFIL

Najdôležitejším prvkom každého filtračného systému je **filtračná vložka**. Vložka je vyrobená z celulóзовého vlákna spevneného za mokra a navinutého okolo dutinky. Napnutie navinutej celulózy, ktoré zaisťuje presné zachytávanie kontaminantov, sa prispôbuje pre jednotlivé typy filtračných vložiek. Spodná časť filtračnej vložky je zalisovaná do spevňujúceho papierového kruhu tak, aby mala vyššiu hustotu ako horná časť. Táto technika spôsobuje postupné zachytávanie kontaminantov, pričom väčšie sú zachytávané v hornej časti a menšie v dolnej. To zaisťuje túto zvyšujúcu sa presnosť filtrácie a zabraňuje deformácii vložky. Tkanina, ktorá je pripevnená na spodnej časti filtračnej vložky zabraňuje tomu, aby zachytené nečistoty znovu unikli pri kolísaní tlaku. Pre jednoduchšie odstránenie vložky z filtra obsahuje vložka pásky. Vložka typu WG je použiteľná pre systémy, ktorých obsah je aj voda-glykol. Táto vložka neabsorbuje vodu a filtračná schopnosť je NAS 6 (5 µm). Filtračná vložka rady T má filtračnú schopnosť 3-5µm, vložka rady H 3µm a vložka rady HH má filtračnú schopnosť 1µm.

Výsledkom tejto špeciálnej, vyvinutej konštrukcie vložky je vysoko presná a účinná filtrácia, ktorá absorbuje veľmi veľké množstvo kontaminantov ako sú kovové častice, uhlík, prach a voda bez poškodenia, zmeny alebo odstránenia všeobecných vlastností oleja a jeho aditív. Výsledkom filtrácie ECOFIL je, že olej ostáva čistý a bez poškodenia.



- A – vyťahovacia páska
- B – typové označenie
- C – spevňujúci kruh
- D – dutinka
- E – filtračný spodný papier
- F – celulóзовá primárna vrstva
- G – celulóзовá sekundárna vrstva



Štádia kontaminácie oleja

- A -bežný stav oleja
- B -mierne kontaminovaný
- C -vysoké množstvo karbónu
- D -vysoké množstvo mechanických nečistôt
- E -vysoký obsah vody

Výmena vložiek

Každá filtračná vložka musí byť po nasýtení vymenená v pravidelných intervaloch. Interval výmeny závisí od faktorov ako sú viskozita oleja, stupeň znečistenia a okolité podmienky. Aby sa zaistila dostatočne jemná filtrácia, za každých okolností **musí byť vložka vymenená:**

- po 3 mesiacoch prevádzky,
- ak pracovný tlak dosiahne 5 bar,
- ak vložka praskne kvôli vode v oleji,
- ak sa filtračná inštalácia presúva na iný stroj,
- vizuálnym zistením cez priezor na vekú filtra aj v prípade, že tlak nedosiahne 5 bar.

Vhodné je pravidelne kontrolovať hodnoty na tlakomeri. Tieto hodnoty sa priebehom času a tým, že vložka zachytáva viac a viac častíc, pomaly zvyšujú. Ak sa tlak zvýši na 5 bar, je filtračná vložka nasýtená a musí byť vymenená. Ak sa tlak vôbec nezvyšuje, vložka môže byť z dôvodu nasýtenia vodou prasknutá a musí byť vymenená. Ak je výmena nasýtenej filtračnej vložky filtračného systému ECOFIL alebo iného obtokového systému z akéhokoľvek dôvodu oneskorená alebo sa nevykoná, filtračný systém stratí svoj účel a výhody alebo nezhorší normálnu funkciu hlavného systému, v ktorom je inštalovaný. Výmena vložky je veľmi jednoduchá operácia a vykonáva sa bez vypnutia hlavného systému.

Postup výmeny vložky v 10-tich krokoch:

1. Vypni filtračné zariadenie (iba pre motory čerpadiel) a uzavri vstupný ventil (pre filtre rady T a H).
2. Skontroluj, či tlakomer ukazuje "0".
3. Povoľ spoje a otvor kryt telesa.
4. Vyber plastické vrečko z náhradného filtra.
5. Vytiahni vložku (y) priamo do vrečka. (Každá filtračná vložka obsahuje plastické vrečko pre uloženie použitej vložky).
6. Vyčisti vnútro filtračného telesa.
7. Vlož novú vložku do každého telesa.
8. Zatlač vložku jemne na spodok telesa.
9. Skontroluj či O–krúžok vo veku je v dobrom stave a vymeň podľa potreby.
10. Uzavri filtračné teleso a dotiahni skrutku veka v podobe T.



Povoľ spoje a otvor kryt telesa



Vytiahni vložku

Typy filtračných vložiek

Typ	T101	H101	HH101	WE101	T201	H201	HH201	WE201	SWG 201	T351	H351	HH351	WE351	SWG 351
Materiál	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	Polypropylen	celulóza	celulóza	celulóza	celulóza	Polypropylen
Priemer mm	106	105,5	105,5	104	145	145	145	142	143	190	190	190	188	188
Výška mm	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
Hmotnosť g	266	340	380	230	574	628	662	500	337	1035	1040	1144	980	674
Prietok l/min.	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Absorpcia vody ltr.	0,2	0,15	0,1	0,25	0,4	0,35	0,3	0,45	-	0,9	0,8	0,75	0,98	-
Kapacita filtrácie NAS	5-7	3-6	3-5	7-8	5-7	3-6	3-5	7-8	7	5-7	3-6	3-5	7-8	7
Filtračné zariadenie	T101	H10	H10	T10	T20	H20	H20	T20	T20, SN	T35, SN	H35,SN	H35	T35, SN	T35, SN



Výhody filtrácie ECOFIL

Závisia od druhu inštalácie, ale všeobecne sú to tieto:

Hydraulické a mazacie aplikácie

- nie je potrebná výmena oleja:

Udržiavaním čistoty oleja na veľmi vysokom stupni sa výmeny oleja stávajú nepotrebnými. Absorbciou viac ako 99,95% všetkých kontaminantov, ako sú kovové častice, guma, plasty, prach a voda, ostáva hydraulická kvapalina čistá a udržuje si schopnosť plnenia svojej funkcie. Preto nemusí byť v hydraulickom systéme vymieňaná, má životnosť takmer ako samotný hydraulický systém.

- predĺženie životnosti plnoprietokových filtrov:

Väčšina kontaminantov je zachytených obtokovým filtrom, čím sa zabraňuje nasýteniu plnoprietokových filtrov. Preto filtre nemusia byť menené tak často.

- zníženie stupňa opotrebenia:

Zachytenie časticových kontaminantov zabraňuje vplyvu týchto častíc na komponenty stroja. Normálne opotrebenie sa znižuje na absolútne minimum. Predchádza sa výmene náhradných dielov pre čerpadlá, motory, piesty, valce atď.

- predĺženie životnosti stroja:

Redukcia opotrebenia predlžuje životnosť komponentov aj celého stroja.

-zníženie nákladov na opravy:

Predĺžením intervalov výmeny oleja sa zníži riziko opotrebenia a zlepšením správnej funkcie stroja sa drasticky redukovujú náklady na opravy ako aj náklady prestoje.

- zlepšenie pôsobenia na životné prostredie:

Preventívna údržba a predĺženie životnosti oleja zabraňujú znečisteniu prírodných zdrojov. V krajinách, kde je ukladanie použitého oleja nákladné, sa tiež redukovujú ekonomické náklady.

Analýzy olejov

Pri inštalácii obtokovej filtrácie ECOFIL olej ostáva bez kontaminácie, a preto nemusí byť vymenený. Je však bežné, že nepredvídateľné okolnosti môžu mať negatívny vplyv na čistotu oleja. Aby sa zabránilo znečisteniu oleja a následným problémom so strojom, je potrebné pravidelne kontrolovať stav oleja. Výsledok analýzy poskytne dôkaz o účinnosti filtrácie čistiaceho systému ECOFIL.

Medzinárodné normy

Aby sme určili stupeň kontaminácie oleja, používajú sa kontaminačné, referenčné stupnice. Niekoľko inštitúcií určilo normy. International Standards Organisation (ISO) 4406 a National Aerospace Standard (NAS) 1638 sú najčastejšie používané a akceptované vo väčšine odvetví. Voľba, ktorú z nich použiť, závisí od organizácie. V ECOFIL častejšie pracujeme s NAS 1638.

Stupeň NAS

(NATIONAL AEROSPACE STANDARD 1638)

Stupeň NAS sa skladá z jedného kódu, ktorý limituje počet častíc v šiestich rozsahoch veľkosti častíc. Aktuálny stupeň kontaminácie je určený najvyšším počtom častíc v piatich veľkostiach častíc v porovnaní s tabuľkou dole. Počet kontaminantov na 100 ml pre každú veľkosť sa počíta. Stupeň NAS je určený najvyššou dosiahnutou triedou pre jednu z piatich rozdielnych veľkostí.

norma	SAE	0 1 2 3 4 5 6											
	ISO code	12/10/7	13/11/8	14/12/9	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	22/20/17	23/21/18
	NAS 1638	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
veľkosť častíc (µm)	2 - 5	2500	5000	10000	20000	40000	80000	160000	320000	640000	1280000	2560000	5120000
	5 - 15	500	1000	2000	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000
	15 - 25	89	178	356	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	18200
	25 - 50	16	32	63	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400
	50 - 100	3	6	11	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760
> 100	1	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	
Odporúčané v hydraulických systémoch					Čítlivé systémy laboratória	Servoventily	Proporcionálne ventily	Strednotakové systémy Zubové čerpadlá	Nenáročné tlakové systémy			Neodporúčaná čistota oleja	
					Filtrácia ECOFIL				Nový hydraulický olej				

Pri pohľade na túto tabuľku je jasné, že zlepšenie o jednu triedu znamená, že odfiltrovaná musí byť polovica kontaminantov. Zlepšenie z NAS 12 na NAS 5 znamená zníženie kontaminácie o viac ako 99%. V tabuľke dole je kontaminácia vizuálne prezentovaná v rozdielnych triedach NAS pre častice s veľkosťami 5 a 15 µ.

Trieda čistoty podľa NAS 1638
Rozšírené o oblasť častíc 2-5 µm

Kód NAS	Počet častíc/100 ml						Obsah nečistôt (mg/l)
	2 - 5 µm	5 - 15 µm	15 - 25 µm	25 - 50 µm	50 - 100 µm	> 100 µm	
00	625	125	22	4	1	0	-
0	1 250	250	44	8	2	0	0,001
1	2 500	500	88	16	3	1	-
2	5 000	1 000	178	32	6	1	-
3	10 000	2 000	356	63	11	2	-
4	20 000	4 000	712	126	22	4	0,1
5	40 000	8 000	1 425	253	45	8	-
6	80 000	16 000	2 850	506	90	16	0,2
7	160 000	32 000	5 700	1 012	180	32	0,5
8	320 000	64 000	11 400	2 025	360	64	1
9	640 000	128 000	22 800	4 050	720	128	3
10	1 280 000	256 000	45 600	8 100	1 440	256	5
11	2 560 000	512 000	91 200	16 200	2 880	512	7-10
12	5 120 000	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024	20
13	-	2 048 000	364 800	64 800	11 520	2 048	40
14	-	4 096 000	729 000	129 600	23 040	4 096	80

Norma čistoty ISO 4406

Norma ISO 4406 popisuje test, pomocou ktorého je možné stanoviť kód čistoty pracovných kvapalín znečistených pevnými látkami. Na vykonanie tohto testu je možné použiť automatické laserové počítadlo častíc, ktoré dodáva aj spoločnosť **ECOFIL**. V tomto zariadení je vysielaný laserový svetelný lúč, sledovaný cez konštantný prietok prúdiacej kvapaliny. Častice, ktoré sú v prúde kvapaliny osvetlené svetelným lúčom, oslabujú jeho intenzitu, ktorá je zaznamenávaná na senzore. Závislosť prietoku kvapaliny a oslabenia svetelného lúča od času tvorí základ pre algoritmus výpočtu veľkosti častíc a ich počtu. Tento algoritmus je unikátny pre každý typ laserového počítadla častíc. Takto stanovený počet častíc v závislosti od ich veľkosti zodpovedá norme ISO 4406.

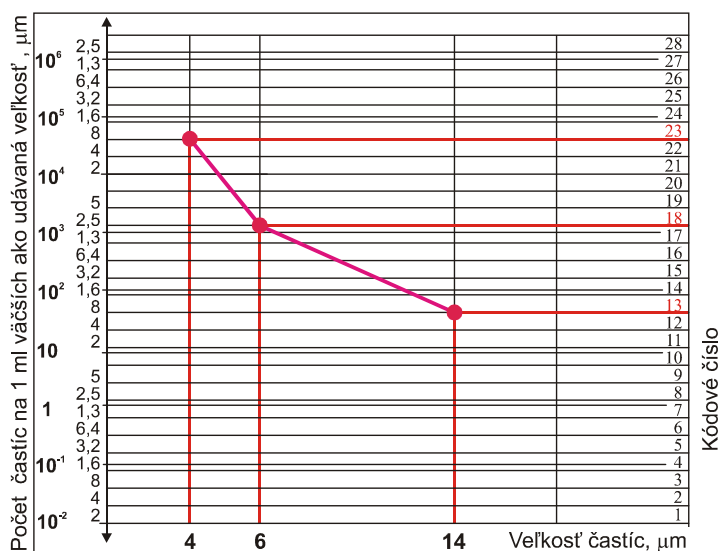
Tento štandard kalibrácie a klasifikácie **zadeľuje počty častíc do jednotlivých kódov** v závislosti od ich veľkosti podľa nasledovných hodnôt: **> 4 μm, > 6 μm a > 14 μm**.

Kódy čistoty používané automatickými počítadlami častíc sú **zložené z troch čísel**, ktoré rozlišujú rozmer a rozdelenie týchto častíc nasledovne:

- prvý rad čísel reprezentuje počet častíc väčších ako 4 μm na ml kvapaliny
- druhý rad čísel reprezentuje počet častíc väčších ako 6 μm na ml kvapaliny
- tretí rad čísel reprezentuje počet častíc väčších ako 14 μm na ml kvapaliny

Trieda čistoty podľa ISO 4406

Kód ISO	Počet častíc /1 ml/		Obsah nečistôt /ACFTD/ (mg/l)	Kód ISO	Počet častíc /1 ml/		Obsah nečistôt /ACFTD/ (mg/l)
	od	do			od	do	
0	0,5	1	-	15	16 000	32 000	0,2
1	1	2	-	16	32 000	64 000	0,5
2	2	4	-	17	64 000	130 000	1
3	4	8	-	18	130 000	250 000	3
4	8	16	-	19	250 000	500 000	5
5	16	32	-	20	500 000	1 000 000	7/10
6	32	64	0,001	21	1 000 000	2 000 000	20
7	64	130	-	22	2 000 000	4 000 000	40
8	130	250	-	23	4 000 000	8 000 000	80
9	250	500	-	24	8 000 000	16 000 000	-
10	500	1 000	0,01	25	16 000 000	32 000 000	-
11	1 000	2 000	-	26	32 000 000	64 000 000	-
12	2 000	4 000	-	27	64 000 000	130 000 000	-
13	4 000	8 000	0,1	28	130 000 000	250 000 000	-
14	8 000	16 000	-				



Grafické znázornenie stanovenia kódu čistoty 23/18/13

Grafické vyjadrenie kódu čistoty pri analýze automatickým počítadlom častíc sa stanoví tak, že na obr. vyššie sa jednotlivé počty hodnôt podľa veľkosti osi x, priradia ku osi y. Ako príklad je uvedený kód čistoty 23/18/13.

Odporúčaná čistota

Nemá význam rozprávať o úrovni čistoty oleja, NAS alebo ISO triedach, ak sa neuvedie úroveň čistoty, ktorú vyžaduje zákazník. Je jasné, že požadovaný stupeň čistoty sa bude v jednotlivých systémov odlišovať. Graf spolu s inštrukciami dole umožní komukoľvek určiť cieľovú hladinu čistoty, pri ktorej stroj alebo systém bude pracovať správne a bez porúch.

Ako stanoviť úroveň čistoty

1. krok Určíme najčistejšiu kvapalinu, požadovanú ktorýmkoľvek komponentom v systéme. Všetky komponenty, ktoré berú kvapalinu zo spoločného zásobníka, sú pokladané za súčasť rovnakého systému, dokonca aj keď je ich prevádzka nezávislá. Tlakové hodnoty pre systém sú max. tlaky systému, dosiahnuté strojom počas kompletného prevádzkového cyklu.

2. krok Pre každý systém, v ktorom kvapalina nie je 100-percentný ropný olej (napr. vodný glykol), stanovte cieľovú čistotu o jeden rozsah vyššie.

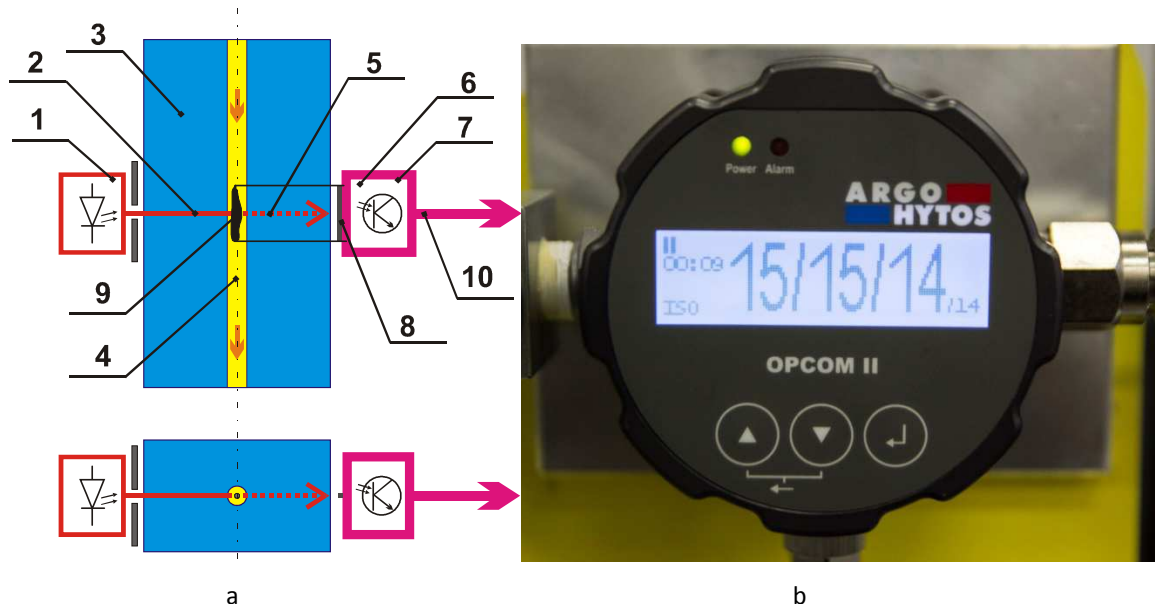
3. krok Ak ktorékoľvek dve z nasledujúcich podmienok sa vyskytnú v stroji, stanovte cieľovú čistotu o jeden rozsah čistoty nižšie:

- časté studené štarty pri menej ako -18 °C
- občasná prevádzka s kvapalinou nad 71 °C
- vysokovibračná prevádzka
- kritická závislosť systému ako súčasti procesnej prevádzky
- osobná bezpečnosť obsluhy alebo iných v oblasti bude ohrozená pri poruche stroja.

Použitím tohto postupu v troch krokoch bude stanovená cieľová hodnota čistoty systému.

Okrem hore uvedených vplyvov na optické počítadlá častíc závisí výsledok počítania tiež od viskozity oleja. V olejoch s vysokou viskozitou častice vyzerajú väčšie ako častice rovnakej veľkosti v olejoch s nízkou viskozitou. Preto ECOFIL vždy odporúča zákazníkom vykonať analýzu oleja tradičnou laboratórnou metódou, prostredníctvom použitia mikroskopickej metódy. Optické počítadlá častíc môžu byť vhodným nástrojom pre zistenie trendu kontaminácie oleja, ale aj potom musia byť výsledky pravidelne kontrolované mikroskopickou analýzou.

Optické počítadlo častíc (OPC)



Laserové počítadlo častíc

a - funkčná schéma

1 - LED laser

4 - olej

7 - procesor

10 - optický kábel

b - obrázok

2 - laserový lúč

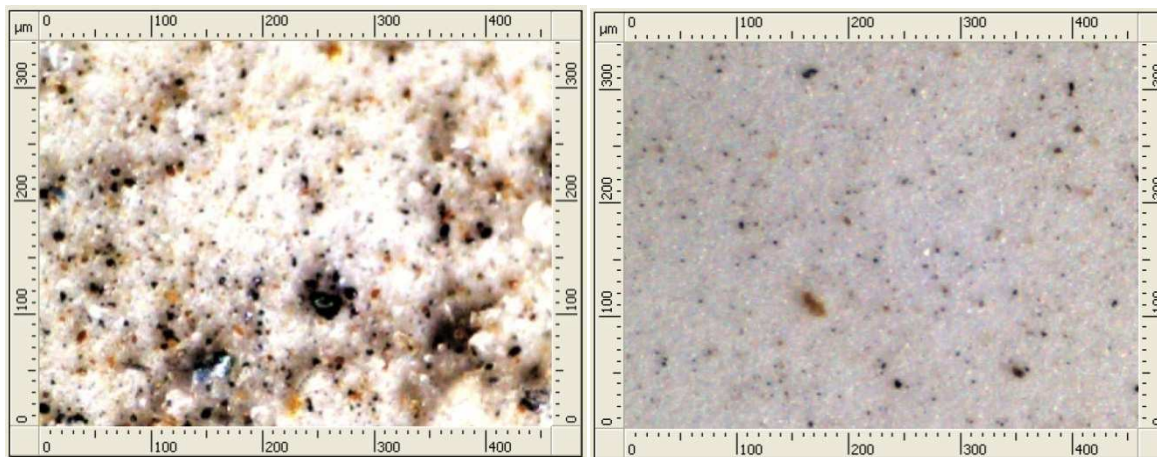
5 - prerušený laserový lúč

8 - veľkosť častice

3 - zafírová trubica \varnothing 0,3 mm

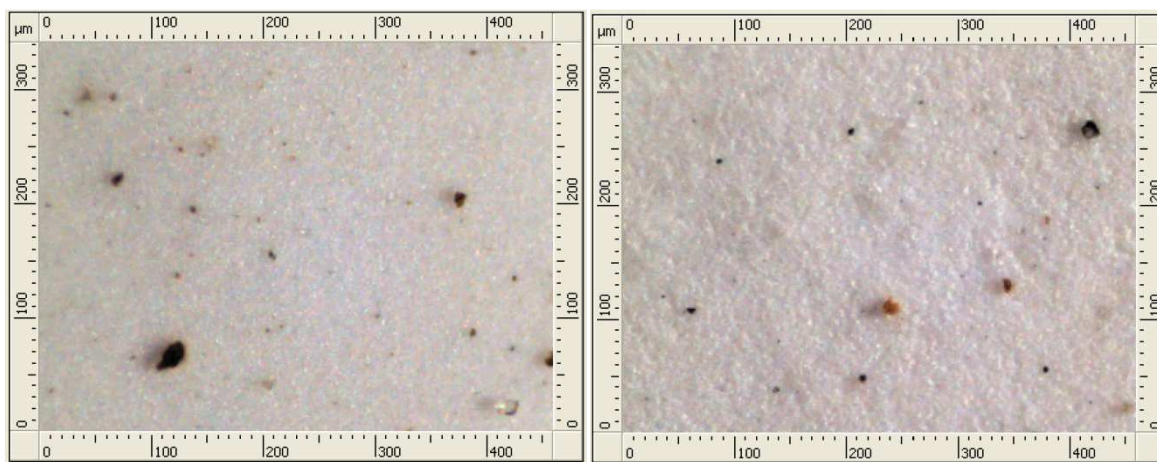
6 - fotokondenzátor

9 - častica - kontaminant



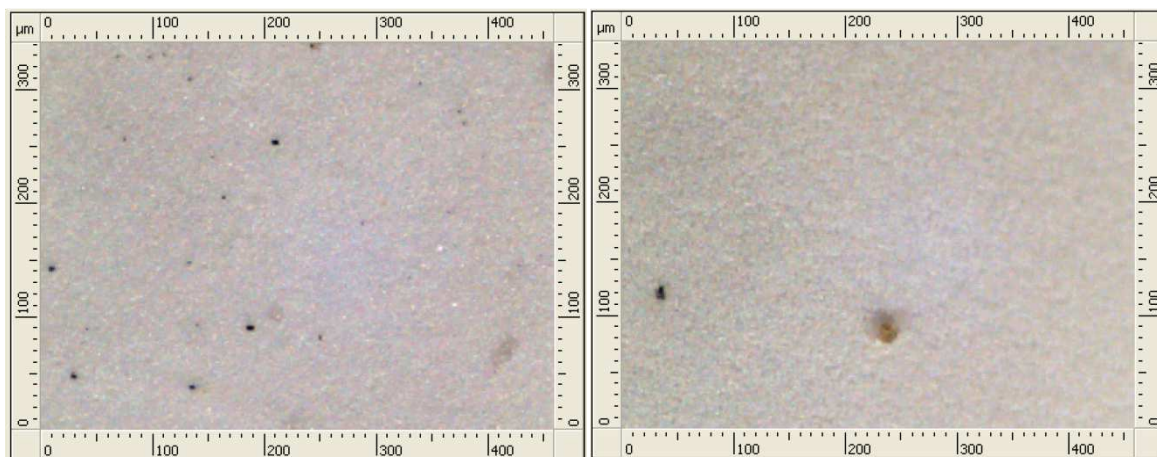
a

b



c

d



e

f

Snímka analýzy kódu čistoty kvapaliny cez 0,8 µm filtračný papier pri 100-násobnom zväčšení

a - kód čistoty NAS 12, ISO 24/21/15

b - kód čistoty NAS 9, ISO 20/16/8

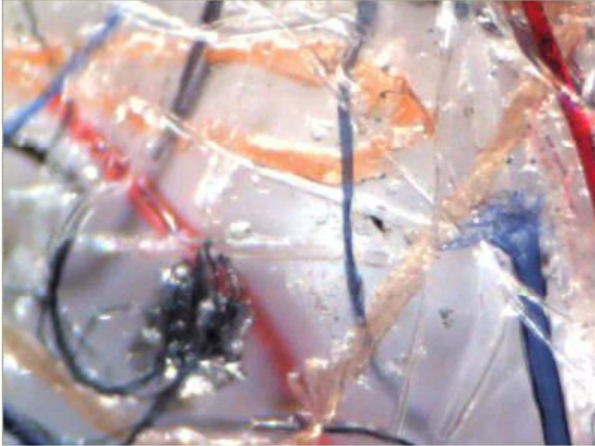
c - kód čistoty NAS 8, ISO 19/14/7

d - kód čistoty NAS 7, ISO 18/16/13

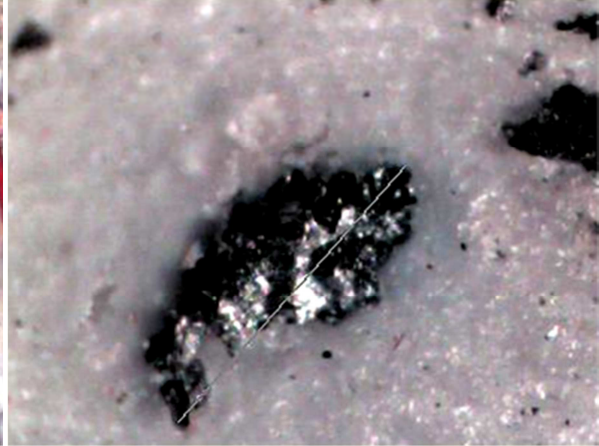
e - kód čistoty NAS 6, ISO 17/12/4

f - kód čistoty NAS 5, ISO 16/12/4

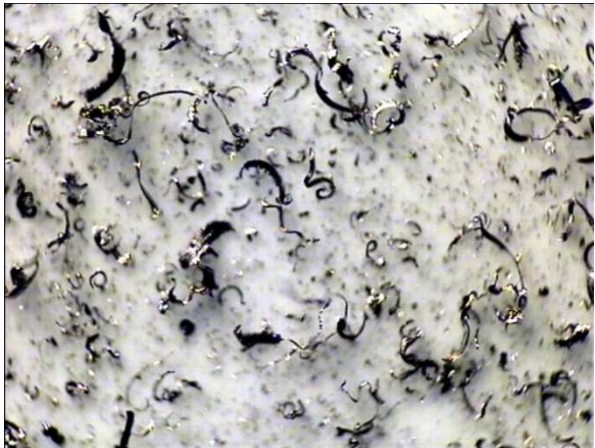
Tvary a pôvod častíc (kontaminantov)



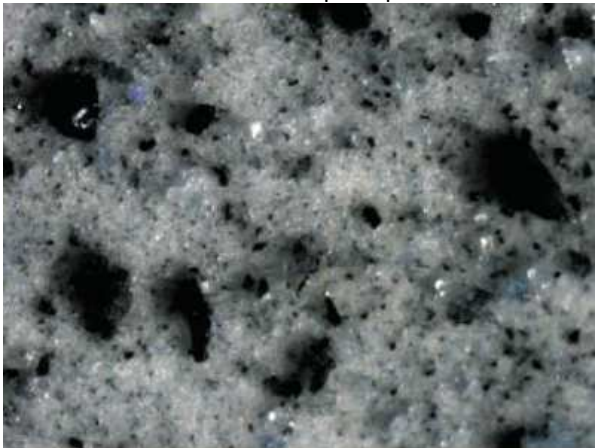
Vlákná z tkanín



Kovová nečistota – perla po zvare



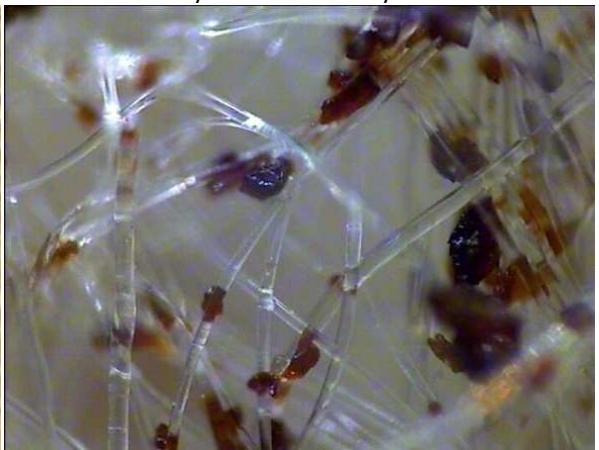
Kovové stružliny – oterové častice



Gumený materiál – čierny



Kremičité nečistoty



Živice a vlákna gázy



Živice



Hrdza

Analýzy oleja - testovanie oleja

Všeobecné zásady

Potrebné je odobrať aspoň dve vzorky pre analýzu. Jednu pred inštaláciou a druhú určitý čas po inštalácii filtra, pričom čas závisí od kapacity filtra a obsahu nádrže. Prvá analýza určí aktuálny stav oleja pred obtokovou filtráciou, druhá dokáže účinnosť filtrácie **ECOFIL**.

Z dôvodu čistiaceho procesu obtokovej filtrácie **ECOFIL** je sedimentačná kontaminácia reabsorbovaná do toku oleja a ak nie je doba medzi analýzou a inštaláciou dostatočne dlhá, kontaminácia vyzerá, že rastie. Je jasné, že tento rast je iba relatívny: sedimentačná kontaminácia je už prítomná v systéme, ale neobieha, preto nie je viditeľná vo vzorke. Reabsorbcia tejto kontaminácie do oleja ukazuje, že filtračný systém **ECOFIL** je schopný ju absorbovať.

Dôležité!!!

1. Nikdy nepoužívajte vzorkovú nádobu s neznámou úrovňou čistoty alebo s úrovňou, ktorá nekorešponduje s očakávanou čistotou vzorky.
2. Najlepšie odobrať vzorku v mieste systému s turbulentným prietokom. V každom prípade sa vždy pokúste odobrať vzorky z rovnakého miesta a za rovnakých okolností.
3. Odobratie vzorky oleja zo systému, ktorý bol krátko predtým vypnutý, nikdy neposkytne požadované výsledky. Preto odoberajte vzorky pri pracovnej teplote.
4. Vždy odoberajte vzorku oleja aspoň 100 ml, aby sa zaistili spoľahlivé testovacie výsledky.
5. Nikdy nepredpokladajte, že vzorka, ktorá vyzerá voľným okom čistá, je bez kontaminantov.

Testovacie postupy

Aj keď sa všeobecne akceptuje, že najreprezentatívnejšie vzorky sa získavajú z kvapaliny pri plnom prietoku, nie je postup dynamického testovania kvôli špeciálnym lokálnym okolnostiam vždy možný. Ak sme prinútení odobrať statickú vzorku, znamená to obvyčajne odobratie vzorky z nádrže. V tomto prípade odoberte vzorku z 2/3 hĺbky nádrže. V prípade, že vzorku budeme odoberať výpustným ventilom na nádrži, je potrebné odpustiť min 1 liter hydraulické kvapaliny a až potom odobrať vzorku.

Laboratórne analýzy

Nezávislosť

Voľba správneho laboratória pre zaslanie vzoriek je veľmi dôležitá a to z tohto dôvodu:

1. väčšina laboratórií závisí od spoločností dodávajúcich olej, čo spôsobuje konflikt záujmov. Skúsenosti ukázali, že tento problém môže viesť k klamaniu.
2. je dôležité nepoužiť laboratória, ktoré na určenie čistoty používajú len optické počítadla. Ako sa uvádza v tejto kapitole, optické počítadlá majú odchýlku od aktuálnej úrovne +-2 NAS triedy. Je jasné, že pri jemnej filtrácii je táto odchýlka neakceptovateľná.

Práca s laboratóriom

Aby mohlo laboratórium vyvodiť správne závery z rôznych olejových vzoriek, ktoré im zašlete, je potrebné ich dodať minimálne s nasledovnými informáciami. Pre následné vzorky je tiež dôležité uviesť laboratórne referencie pre predchádzajúce analýzy:

- číslo vzorky
- meno zákazníka
- meno užívateľa
- značka strojov
- typ strojov
- značky oleja
- dátum odobratia vzorky
- miesto odobratia vzorky
- vaše referenčné číslo.

Väčšina laboratórií ponúka niekoľko rôznych služieb. Preto je tiež dôležité presne ujasniť, čo chcete analyzovať.

Najčastejšie analýzy sú tieto:

- počítanie častíc kontaminantov v oleji a určenie ISO a NAS
- určenie úrovne vody
- určenie viskozity
- stanovenie čísla kyslosti TAN alebo TBN (pre motorové oleje)
- spektrálna analýza

Servis ECOFIL

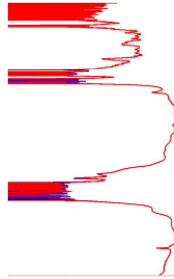
V oblasti servisu analýzy olejov poskytuje spoločnosť ECOFIL nasledovné služby:

- dodá zariadenie na odoberanie vzoriek
- dodá analyzačné prístroje na stanovenie:
 - triedy čistoty podľa NAS, ISO pomocou mikroskopu alebo pomocou lasera
 - obsah vody
 - viskozitu
 - číslo kyslosti
- zabezpečí analýzu olejov v akreditovaných laboratóriách
- vyhodnotí certifikovaným tribotechnikom vhodnosť použitia olejov

**Laboratórna správa
(Výsledky filtrácie ECOFIL)**

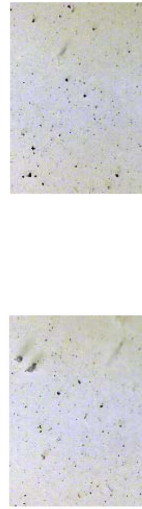
Kvalitatívny parameter	Septem ber 0061	Október 0065
Obsah vody (%)	-	<0,01
Antioxidant (hm.%)	-	0,45
Farba	-	hnedeá
Vzhľad	-	prieľadný
Pach	-	bez zápachu
IČ spektrum	-	vyhovuje
Trieda čistoty (NAS)	5	8
Kin. viskozita (mm ² /s)	-	45

Ukážka IČ spektra



Vysvetlivky k IČ spektru : všetky vzorky majú rovnaké vyhovujúce spektrum

FOTO NAS



100 x zväčšené

POSUDOK/ODPORUČANIA

Na základe IČ spektra oleji nevykazujú degradáciu, antioxidant je vyhovujúci. Množstvo mechanických nečistôt sa zvýšilo na NAS 8.

LABORÁTORNA SPRÁVA Č.16

SKÚŠKA Č.: 0065 PO FILTRÁCIÍ - 5.10.2005

Zákazník : Slovenská Paroplynová spoločnosť a.s. RUŽOMBEROK
 Značka stroja : TG 1
 Typ oleja : olej MOGUL TB 46
 Dátum odoberu : SKÚŠKA Č.: 0027 (PRED FILTRÁCIU) - 02.6.2005
 SKÚŠKA Č.: 0028 (PO FILTRÁCIÍ -1.V.) - 15.6.2005
 SKÚŠKA Č.: 0029 (PO FILTRÁCIÍ -2.V.) - 29.6.2005
 SKÚŠKA Č.: 0047 PO FILTRÁCIÍ - 27.7.2005
 SKÚŠKA Č.: 0056 PO FILTRÁCIÍ - 31.8.2005
 SKÚŠKA Č.: 0061 PO FILTRÁCIÍ - 20.9.2005
 SKÚŠKA Č.: 0065 PO FILTRÁCIÍ - 5.10.2005

Dátum analýzy : 10.11.2005

Kvalitatívny parameter	Povolené hodnoty	Výsledok pred filtráciou 0027
Obsah vody (%)	<0,01	<0,01
Antioxidant (hm.%)	>0,1	0,46
Farba	hnedeá	hnedeá
Vzhľad	prieľadný	prieľadný
Pach	bez zápachu	bez zápachu
IČ spektrum	vyhovuje	vyhovuje
Trieda čistoty (NAS)	6	8
Kin. viskozita (mm ² /s)	41,4 – 50,6	45

Kvalitatívny parameter	Jún 0028	Jún 0029	Júl 0047	August 0056
Obsah vody (%)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Antioxidant (hm.%)	0,46	0,46	0,45	0,45
Farba	hnedeá	hnedeá	hnedeá	hnedeá
Vzhľad	prieľadný	prieľadný	prieľadný	prieľadný
Pach	bez zápachu	bez zápachu	bez zápachu	bez zápachu
IČ spektrum	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
Trieda čistoty (NAS)	7	6	5	8
Kin. viskozita (mm ² /s)	45	45	45	45

Testovacia súprava ECOFIL

Analyzáčná sada pre stanovenie triedy čistoty podľa ISO 4406 a obsahu vody s možnosťou zaznamenávania údajov na PC



Analyzáčná sada pre stanovenie triedy čistoty podľa NAS a ISO 4406, obsahu vody a viskozity





Spectro LNF Q200 - čítačka častíc, klasifikátor oterových častíc a sledovanie feročastíc



Analyzáčná sada na určenie obsahu vody

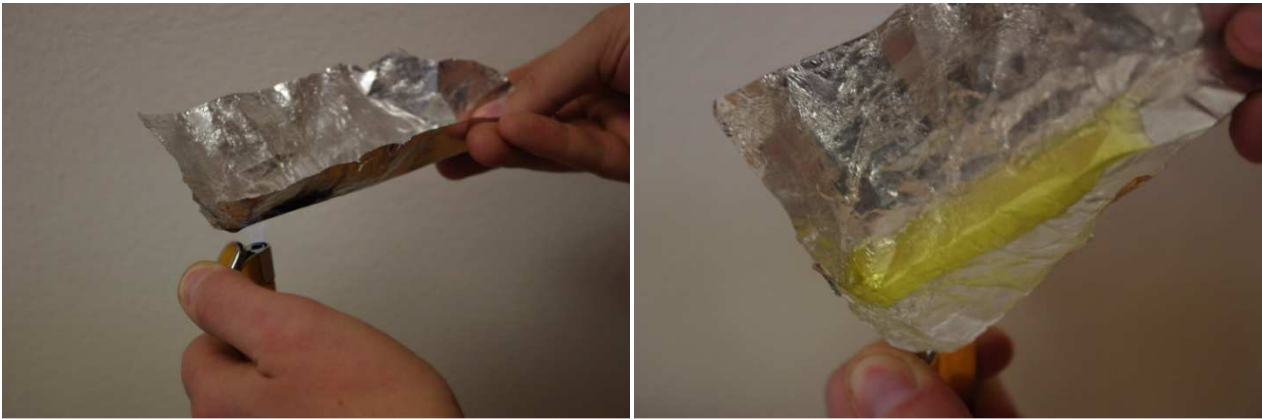


Obsah vody 100 ppm

500 ppm

1000 ppm

1% vody



Jednoduchý test na prítomnosť voľnej vody v oleji

Meranie viskozity oleja

Na meranie viskozity slúži viskozimeter, ktorý je znázornený na obrázku. Pre meranie viskozity je potrebné si pripraviť:

- viskozimeter
- uhlomer
- min. 100 ml analyzovaného oleja



Viskozimeter vyberieme z obalu, ktorý vytvára optimálne prostredie, aby sa teplota oleja udržala na hranici vhodnej pre meranie. Vytiahneme olej z nádoby, avšak dôležité je natiahnuť olej až na maximum. Potom otočíme viskozimeter špičkou smerom hore a trochu oleja vytlačíme, pretože by tam mohla ostať vzduchová bublina, ktorá by spôsobila nepresnosť merania. Potom opätovne dotiahneme olej po samostatný okraj, vložíme viskozimeter späť do obalu a zatvoríme ho. Necháme vzorku postáť asi jednu až dve minúty a môžeme prejsť k samotnému meraniu.

Zoberieme viskozimeter, ktorý je práve v obale a nakloníme ho špičkou smerom nahor, aby sa obe guľôčky dostali smerom doprava. Potom pomocou uholníka nastavíme 45° uhol a obal dáme k uholníku, to znamená, že špička viskozimetra bude smerovať dole. Obe guľôčky sa dajú do pohybu smerom doľava. Pri nižších hodnotách viskozity oleja platí, že guľôčka na spodnej stupnici dôjde k ľavej strane skôr. Ak sa tak stane, v tom okamihu odčítame na hornej stupnici hodnotu v jednotkách cSt. Pri vyšších hodnotách je to presne naopak, vrchná guľôčka dôjde skôr a spodná ukazuje hodnotu.

Potrebné je vykonať 7 meraní, pričom najnižšia a najvyššia hodnota sa vyškrtne a zo zvyšných 5 meraní sa urobí aritmetický priemer a dostaneme hodnotu viskozity analyzovaného oleja.

Laboratórne zariadenie na stanovenie viskozity a IČ spektrum oleja



SpectroVisc Q3000 – viskozita



FluidScan – IČ spektrum

Predvážací filtračný kufrík



Výhody

Výhody inštalácie **filtračných zariadení ECOFIL** na akýkoľvek stroj už boli niekoľkokrát uvádzané. V prvom rade sú to významné **úspory nákladov za olej**. Ak totiž olej nie je kontaminovaný, neznehodnocuje sa a ostáva v dobrom stave, aby si udržal funkčnosť. **Nemusí byť** potom tak často **menený** a niekedy dokonca vôbec. Skúsenosti ukázali, že ak počítame iba **náklady za ušetrený olej**, vo väčšine spoločností sa **investície za filtračné zariadenie ECOFIL vrátia za jeden rok**. Ďaleko významnejší je vplyv **filtračných zariadení ECOFIL** na strojové zariadenie. Keďže vieme, že viac ako **80% problémov** so strojom pochádza **z nečistého oleja**, dôležitosť dobrej filtrácie je jasná. Rozhodne **zachytenie viac ako 99,85% kontaminantov** značne znižuje ich vplyv na komponenty stroja. **Proces opotrebenia sa znižuje na absolútne minimum. To automaticky spôsobuje predĺženie životnosti komponentov a zníženie intervalov výmeny čerpadiel, motorov, tesnení, valcov, piestov, atď.**

Je jasné, že predĺženie životnosti komponentov stroja vedie k **predĺženiu životnosti samotného stroja**. Predĺžením intervalov výmeny oleja a nepotrebnosť výmeny rôznych komponentov stroja inštaláciou **filtračných zariadení ECOFIL** znižuje **náklady na údržbu a opravy**. Vo väčšine prípadov **redukcia časov odstávok**, vyplývajúca z redukcie údržby a opráv, **môže veľmi šetriť náklady**. Ak **filtračné zariadenie ECOFIL** zachytí viac ako 99,85% všetkých kontaminantov, ktoré sú prítomné v oleji, je jasné, že **plnoprietokové filtre**, ktoré sú niekedy veľmi drahé, **nemusia byť vymieňané tak často**. To redukuje odstávky stroja pre výmeny filtrov. Pri komplikovanejších aplikáciách, ako sú napr. chladiace kompresory, inštalácia **filtračných zariadení ECOFIL zachováva max. výkon strojov**. Nakoniec, ale nie v poslednom rade, sa predĺžením životnosti oleja **odpadový olej redukuje o 80%**. Táto **redukcia znečistenia prírodných zdrojov** je významná pre budúcnosť, lebo je ekonomicky zvýhodňovaná v mnohých krajinách, kde odstránenie odpadového oleja už je zohľadňované. Je zrejmé, že globálny vývoj k záujmu o životné prostredie spôsobí ďalšie uvalenie poplatkov na odstránenie odpadového oleja v krajinách.

Tabuľky fyzikálnych jednotiek:

Tlak, miera		Pa=1N/m ²	MPa	Bar	atm=1kp/cm ²	atm
1 Pa=1N/m ²		1	0,000001	0,00001		
1 MPa		1.000.000	1	10	10,19716	9,86923
1 Bar		100.000	0,1	1	1,01972	0,98692
1 atm=1kp/cm ²		98066,5	0,09806	0,9806	1	0,96784
1 atm		101325	0,10133	1,01325	1,03323	1

Pa	mBar	kPa	MPa	Bar	psi	psi	Bar	MPa
1	0,01	100	0,1	1	14,5	10	0,7	0,07
10	0,1	1.000	1	10	145,0	100	6,9	0,7
100	1	10.000	10	100	1450,0	1.000	68,9	6,9
1.000	10	100.000	100	1.000	14.504,0	10.000	689,0	68,9
10.000	100							

Objemové miery		Dĺžkové miery	
Imperial		inch	x 25.4 = mm
Gallons x 1.200 U.S. Gallons		stopa	x 304.8 = mm
x 4.546 litre		yard	x 0.914 = meter
U.S.		meter	x 39.37 = inch
Gallons x 0.833 Imp. Gallons			x 3.281 = stopa
x 3.785 litre			x 1.094 = yard
Liters x 0.220 Imp. Gallons			
x 0.264 U.S. Gallons			

Prevody tlaku		Prevody tlaku	
Bars	x 1.020 = kgf/cm ²	lbf/inch ²	x 0.0680 = atmosfeer
	x 14.50 = lbf/inch ²		x 0.0703 = kgf/cm ²
	x 0.9869 = atmosfeer		x 6894.76 = N/m ²
	x 100 = KN/m ²		x 6.89476 = KN/m ²
	x 10 = MPa ²		x 0.0690 = bars
KN/m ²	x 0.145 = lbf/inch ²	kgf/cm ²	x 14.223 = lbf/inch ²
	x 0.0102 = kgf/cm ²		x 0.9678 = atmosfeer
	x 0.0099 = atmosfeer		x 0.981 = bars
	x 0.01 = bars		x 98.07 = KN/m ²
Plošné miery	Teplota	Atmsfr	x 14.696 = lbf/inch ²
inch ² x 6.45 = cm ²	0°C = 273 kelvin		x 1.0332 = kgf/cm ²
cm ² x 0.1550 = inch ²			x 1.013 = bars
			x 101.3 = KN/m ²

Maximum Flow Rate GPM	Flow Diameter in Inches			Maximum Flow Rate LPM*	Flow Diameter in Millimeters		
	Pressure Lines	Return Lines	Suction Lines		Pressure Lines	Return Lines	Suction Lines
0.25	0.064	0.101	0.160	1	1.670	2.640	4.180
0.50	0.091	0.143	0.226	2	2.362	3.734	5.911
0.75	0.111	0.175	0.277	3	2.893	4.573	7.240
1.00	0.128	0.202	0.320	4	3.340	5.280	8.380
1.25	0.143	0.226	0.358	5	3.734	5.903	9.347
1.50	0.157	0.247	0.392	6	4.091	6.487	10.239
1.75	0.169	0.267	0.423	7	4.418	6.985	11.059
2.00	0.181	0.286	0.453	8	4.723	7.467	11.823
2.50	0.202	0.319	0.506	9	5.010	7.920	12.540
3.00	0.222	0.350	0.554	10	5.281	8.348	13.218
3.50	0.239	0.378	0.599	12	5.785	9.145	14.480
4.00	0.256	0.404	0.640	14	6.249	9.878	15.840
4.50	0.272	0.429	0.679	16	6.680	10.560	16.720
5.00	0.286	0.452	0.716	18	7.085	11.201	17.734
5.50	0.300	0.474	0.750	20	7.468	11.806	18.894
6.00	0.314	0.495	0.784	22	7.833	12.383	19.606
6.50	0.326	0.515	0.816	24	8.181	12.933	20.478
7.00	0.339	0.534	0.847	26	8.515	13.461	21.314
7.50	0.351	0.553	0.876	28	8.837	13.970	22.118
8.00	0.362	0.571	0.905	30	9.147	14.460	22.895
8.50	0.373	0.589	0.933	32	9.447	14.934	23.646
9.00	0.384	0.606	0.960	34	9.738	15.394	24.373
9.50	0.395	0.623	0.986	36	10.020	15.840	25.080
10.00	0.405	0.639	1.012	38	10.295	16.274	25.767
11.00	0.425	0.670	1.061	40	10.562	16.697	26.437
12.00	0.443	0.700	1.109	45	11.203	17.710	28.040
13.00	0.462	0.728	1.154	50	11.809	18.668	29.557
14.00	0.479	0.756	1.197	55	12.385	19.579	31.000
15.00	0.496	0.782	1.239	60	12.936	20.449	32.378
16.00	0.512	0.808	1.280	65	13.464	21.284	33.700
17.00	0.528	0.833	1.319	70	13.972	22.088	34.972
18.00	0.543	0.857	1.358	75	14.463	22.863	36.200
19.00	0.558	0.880	1.395	80	14.937	23.613	37.387
20.00	0.572	0.903	1.431	85	15.397	24.340	38.538
22.00	0.600	0.947	1.501	90	15.843	25.045	39.655
24.00	0.627	0.990	1.568	95	16.277	25.732	40.742
26.00	0.653	1.030	1.632	100	16.700	26.400	41.800
28.00	0.677	1.069	1.693	110	17.515	27.689	43.840
30.00	0.701	1.106	1.753	120	18.294	28.920	45.790
32.00	0.724	1.143	1.810	130	19.041	30.101	47.659
34.00	0.746	1.178	1.866	140	19.760	31.237	49.458
36.00	0.768	1.212	1.920	150	20.453	32.333	51.194
38.00	0.789	1.245	1.973	160	21.124	33.394	52.873
40.00	0.810	1.278	2.024	170	21.774	34.421	54.501
42.00	0.830	1.309	2.074	180	22.405	35.419	56.081
44.00	0.849	1.340	2.123	190	23.019	36.390	57.617
46.00	0.868	1.370	2.170	200	23.617	37.335	59.114
48.00	0.887	1.399	2.217	220	24.770	39.158	61.999
50.00	0.905	1.428	2.263	240	25.872	40.899	64.756
55.00	0.949	1.498	2.373	260	26.928	42.569	67.400
60.00	0.991	1.565	2.479	280	27.944	44.176	69.945
65.00	1.032	1.629	2.580	300	28.925	45.726	72.400
70.00	1.071	1.690	2.677	320	29.874	47.226	74.774
75.00	1.109	1.749	2.771	340	30.793	48.679	77.075
80.00	1.145	1.807	2.862	360	31.686	50.090	79.310
85.00	1.180	1.862	2.950	380	32.554	51.463	81.483
90.00	1.214	1.916	3.036	400	33.400	52.800	83.600
95.00	1.248	1.969	3.119	450	35.426	56.003	88.671
100.00	1.280	2.020	3.200	500	37.342	59.032	93.468
110.00	1.342	2.119	3.356	550	39.165	61.913	98.030
120.00	1.402	2.213	3.505	600	40.906	64.667	102.389
130.00	1.459	2.303	3.649	650	42.577	67.307	106.570
140.00	1.515	2.390	3.786	700	44.184	69.848	110.592
150.00	1.568	2.474	3.919	750	45.735	72.299	114.474
160.00	1.619	2.555	4.048	800	47.235	74.670	118.228
170.00	1.669	2.634	4.172				
180.00	1.717	2.710	4.293				
190.00	1.764	2.784	4.411				
200.00	1.810	2.857	4.525				

Table A15 — Recommended Flow Diameters

* LPM = Liters Per Minute