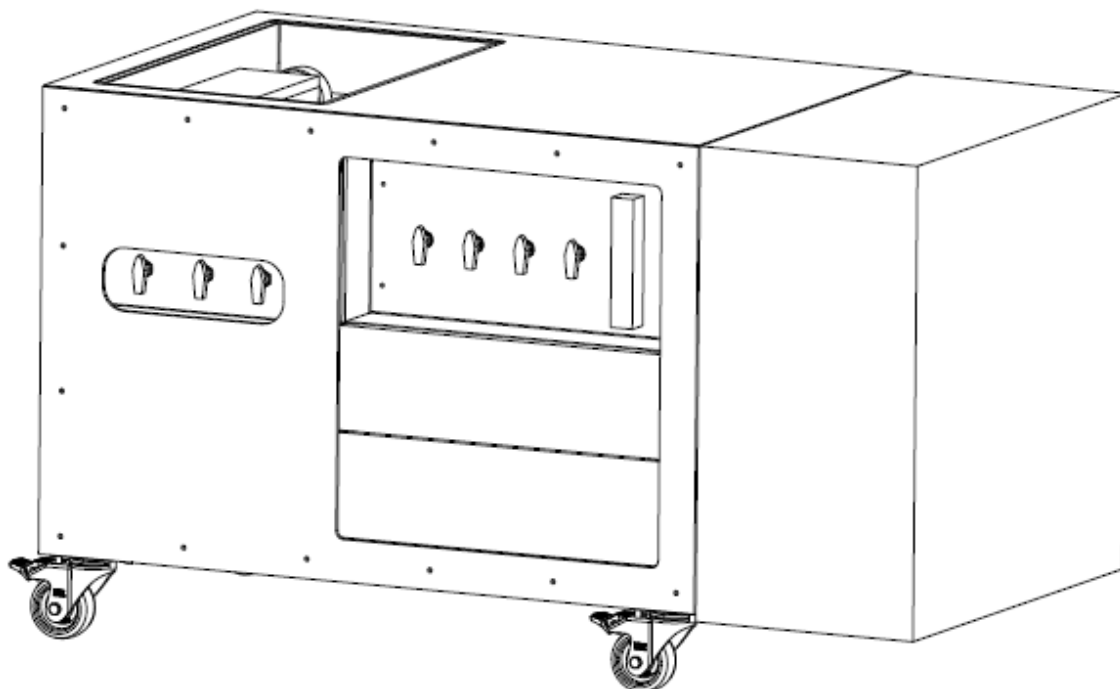




MemBrain®

OPERAČNÍ MANUÁL

LABORATORNÍ JEDNOTKA MEMBRÁNOVÉ SEPARACE SMĚSI PLYNŮ RALEX GSU-LAB-200



Obsah:

1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	3
2. NORMY A PŘEDPISY POUŽITÉ PŘI KONSTRUKCI	3
3. ZÁKLADNÍ INFORMACE	3
3.1 Úvod	3
3.2 Účel použití laboratorní jednotky separace plynu	4
4. TECHNICKÉ INFORMACE	4
4.1 Popis jednotky	4
4.2 Elektro část	5
4.3 Seznam komponent.....	5
4.4 Rozměry, hmotnost zařízení	7
4.5 Štítky, výstražné symboly.....	8
5. PROVOZNÍ INFORMACE.....	8
5.1 Požadavky na základ zařízení.....	8
5.2 Požadavky na pracovní prostředí.....	8
5.3 Provozní charakteristiky zařízení	9
5.4 Instalace zařízení	9
5.5 Připojení médií	10
5.6 Nastavení vzdáleného přístupu	10
5.7 Dočasné vyřazení z provozu.....	11
5.8 Trvalé vyřazení z provozu	11
6. OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	11
6.1 Ovládání.....	11
6.2 Obecné pokyny ovládání jednotky	18
6.3 Kalibrace analyzátorů – základní úkony	19
6.4 Instalace membránového modulu	20
6.5 Doporučený postup.....	21
6.6 Získání procesních dat	22
6.7 Chybové stavy	23
7. MANIPULAČNÍ, SKLADOVACÍ A PŘEPRAVNÍ INFORMACE.....	23
7.1 Skladování	23
8. BEZPEČNOSTNÍ INFORMACE	23
8.1 Obecné bezpečnostní zásady	23
8.2 Ochranné pracovní pomůcky	24
9. SERVISNÍ INFORMACE	24
9.1 Údržba a kontrola jednotky	24
9.2 Údržba a kontrola modulu	25
9.3 Obecné pokyny	25
9.4 Záruční a pozáruční servis.....	26
10. PŘEHLED KONTAKTŮ	26

1. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PC	Osobní počítač (Personal Computer)
PLC	Programovatelný logický automat (Programmable Logic Controller)
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinyl chlorid



doporučení



varování

2. NORMY A PŘEDPISY POUŽITÉ PŘI KONSTRUKCI

Jednotka je navržena a vyrobena v souladu s následujícími směrnici EC a odpovídajícími předpisy implementujícími požadavky EC směrnic:

- SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/35/EU – Low voltage directive
- SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/30/EU – Elektromagnetická kompatibilita

Jedná se o vyhrazené elektrické zařízení a součástí předané dokumentace je i výchozí revizní zpráva.

Zařízení je navrženo tak, že není vyhrazeným tlakovým zařízením dle vyhlášky č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu. Zařízení je navrženo tak, že není vyhrazeným plynovým zařízením vyhlášky č. 21/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu.

Při práci se zařízením je nutné se řídit nařízením vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí.

3. ZÁKLADNÍ INFORMACE

3.1 Úvod

Výrobce předkládá *Operační manuál* za účelem poskytnout uživateli všechny nezbytné informace a pokyny pro efektivní používání zařízení.

Operační manuál byl vypracován výrobcem a tvoří nedílnou součást příslušenství jednotky. Informace v něm jsou určeny pro kvalifikované pracovníky.

Použití tohoto *Operačního manuálu* je v plné odpovědnosti uživatele. Veškeré operace, které zde nejsou popsány, je nutno považovat za zakázané. Pracovník obsluhy provádějící takové operace bude nést veškerou odpovědnost za výsledky svého působení. Je důležité, aby byl *Operační manuál* uchován pro případné budoucí odkazy.

Operační manuál je sestaven zejména pro pracovníka obsluhy, který bude s tímto zařízením pracovat a který musí mít podrobné znalosti provozních režimů, operací seřizování a nezbytných činností běžné údržby. Zařízení je navrženo a vyrobeno tak, aby bylo jednoduché pro obsluhu a spolehlivé. Zvláštní pozornost je věnována jednoduchosti obsluhy a efektivní bezpečnostní ochraně pracovníků obsluhy a údržby jednotky.

Povinností uživatele (provozovatele) a obsluhy je seznámit se řádně s tímto *Operačním manuálem* dříve než začne zařízení využívat. Vyloučí se tím chyby, které mohou vzniknout

jak při instalaci, tak při jeho používání. Nepokoušejte se proto uvést zařízení do provozu dříve, než řádně prostudujete tento dokument.

3.2 Účel použití laboratorní jednotky separace plynu

Laboratorní jednotka separace plynu je multifunkční zařízení, které v kombinaci s dutovlákným membránovým modulem umožňuje separovat uživatelem definovanou plynnou směs do dvou separátních plynných proudů, jejichž analýzou lze provést kompletní charakterizaci procesu separace včetně charakterizace užitého membránového modulu.

Laboratorní jednotka separace plynu je zařízení, vyvinuté, konstruované a vyráběné společností MemBrain s.r.o. za účelem laboratorního testování membránových materiálů při dělení směsi plynů. Unikátní konstrukce a široká škála volitelných parametrů (především vlastní příprava plynné směsi) umožňuje provozovat experimenty, pomocí nichž lze nejen dále navrhovat a optimalizovat proces membránové separace plynů v průmyslovém měřítku, ale také definovat požadované materiálové vlastnosti membránového stupně.

4. TECHNICKÉ INFORMACE

4.1 Popis jednotky

Jednotka se skládá z několika základních částí:

- Termostatický box s membránovým modulem – nerezová ocel, PVC
- Regulátory průtoky plynů Bronkhorst – coriolis, teplotně-hmotnostní
- Uzavírací manuální kohouty větví (Vstup (dále nazýván jako Feed), Permeát, Retentát, jednotlivé větvě vzorkovacího systému – vzsokotlaký feed, nízkotlaký feed, permeát, retentát)
- Flexihadice s rychlospojkami pro připojení membránového modulu v termostatickém boxu – nerezová ocel
- Plováčkový regulační průtokoměr
- PLC displej
- Analyzátoři plynů EMERSON
- Elektroskříň (16 A, 230 V)

Po odklopení víka termostatického boxu společně s přizvednutím víčka izolace lze do/z pouzdra izolace umístit/vyjmout membránový modul s dutými vlákny a dále jej pak pomocí rychlospojek připojit nebo odpojit od příslušných flexihadic. Jednotka pracuje se suchými čistými plyny (dle specifikace zařízení) nebo se suchou směsí plynů, kterou lze na zařízení vzhledem k použitým materiálům a analyzátorům bezpečně provozovat. Uživatel si zvolí, které plyny chce používat resp. mísit ve zvoleném poměru. Po ustálení všech průtoků a dosažení požadované hodnoty teploty vstupního plynu (feed) je tento vpuštěn do membránového modulu, kde dojde při ustalování tlaku k jeho rozdělení na permeátový proud (plyn, který prošel membránou) a retentátový proud (plyn, který membránou neprochází). Membránový modul je kontinuálně vytápěn pro zajištění konstantních podmínek během separace. Jednotlivé materiálové proudy jsou cyklicky analyzovány pomocí analyzátorů plynů EMERSON. Zařízení poskytuje relevantní data procesu pouze v ustáleném stavu.

K připojení technických plynů slouží až 6 vstupů 1/4“ kompresního šroubení. 1/4“ kompresní šroubení je také použito k odvedení výstupních proudů (odpadní proud – části feed, permeát, retentát, výstupní proud z analyzátorů), které lze také použít jako odběrná vzorkovací místa.

Na přední straně jednotky se nachází sada tří kulových kohoutů, které slouží k manuálnímu uzavření procesních proudů feed, permeátu a retentátu při výměně membránového modulu,

zatímco sada čtyř kulových kohoutů na panelu s průtokoměrem slouží k manuálnímu uzavření vzorkovacího systému pro analyzátory (nízkotlaký feed, vysokotlaký feed, permeát, retentát). Plovákový průtokoměr slouží k regulaci nátoky plynů do analyzátorů. Dále jednotka obsahuje řídicí PLC panel a elektrický rozvaděč s měřicím systémem (převodníky).

4.2 Elektro část

Napěťová soustava používaná pro napájení je TN-S 230V AC, 50Hz, 1P+N+PE.

Napájení ovládacích obvodů jednotky je 24V DC.

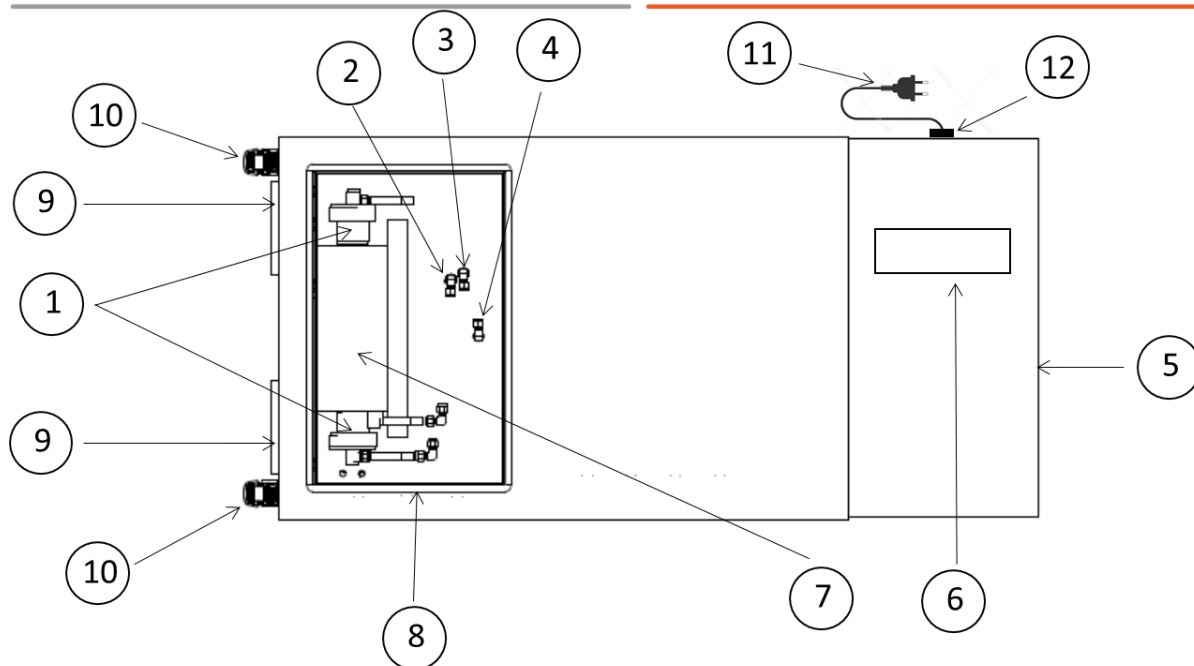
$P_n = 2,5 \text{ kW}$

$I_n = 16,0 \text{ A}$

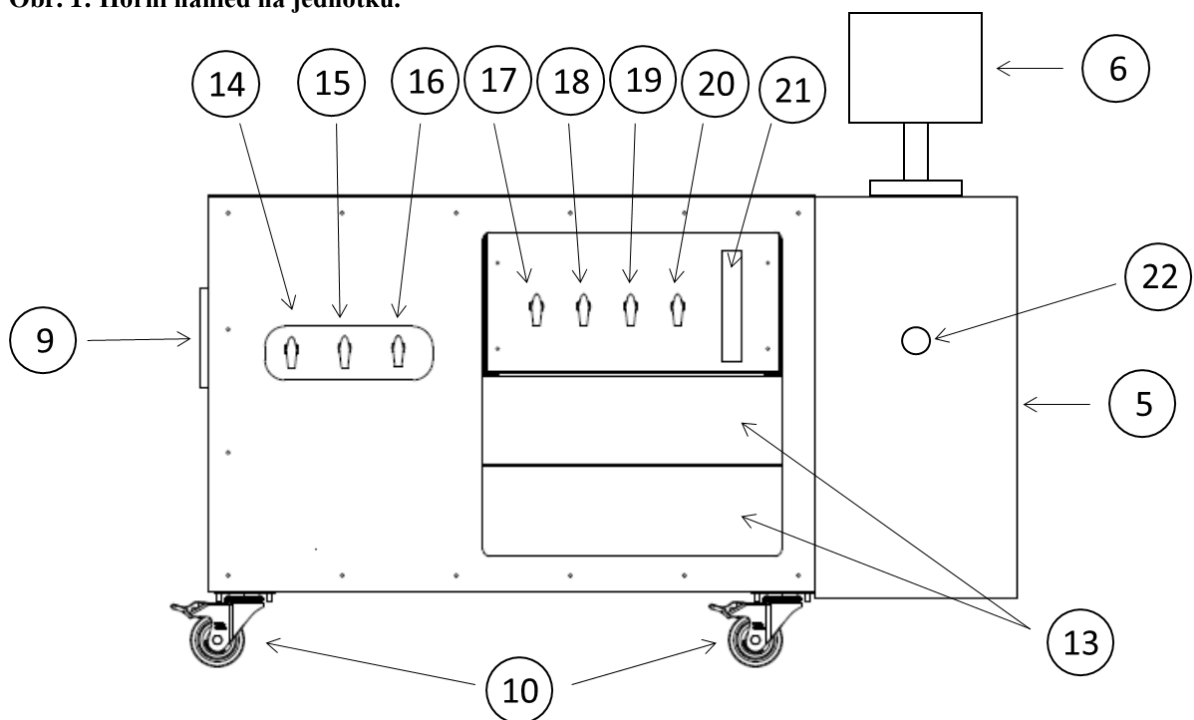
4.3 Seznam komponent

Tab. 1: Seznam komponent odpovídající Obr. 1. – 3.

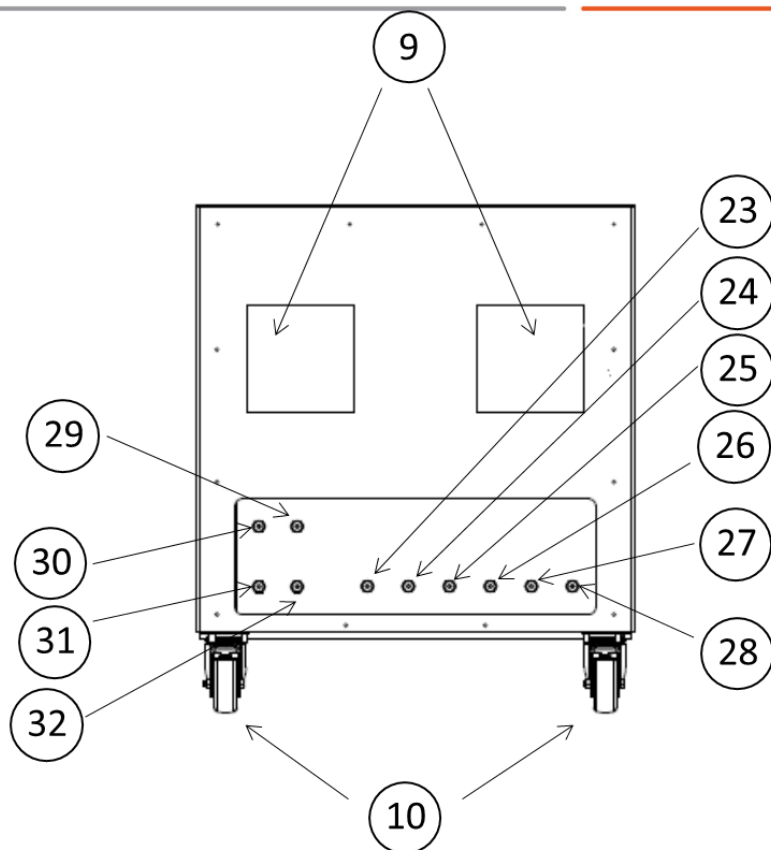
Komponenty jednotky P		ks	Materiál
1	Membránový modul	1	PVC, Nerey ocel
2, 3, 4	Připojení flexihadic v pořadí retentát, permeát, feed	3	Nerez ocel
5	Elektrický rozvaděč	1	
6	PLC	1	
7	Tepelná izolace modulu s topnými elementy modulu a čidlem teploty (umístěno v izolačním pouzdru s víčkem)	1	PP
8	Termostatický box pro membránový modul	1	Nerez ocel
9	Ventilátory jednotky	2	
10	Kolečka	4	Nerez, PP, pryž
11	Napájení	1	
12	Ethernet port	1	
13	Analyzátory	2	
14, 15, 16	Kulové kohouty uzavření v pořadí feed, permeát, retentát	3	Nerez
17, 18, 19, 20	Kulové kohouty uzavření vzorkovacího systému v pořadí feed – vysoký tlak, permeát, feed – nízký tlak, retentát	4	Nerez
21	Regulační průtokoměr nátoky na analyzátory	1	
22	Hlavní vypínač	1	
23, 24, 25, 26, 27, 28	Vstupní připojení plynů F1 až F6	6	Nerez
29, 30, 31, 32	Výstupy jednotlivých procesních proudů v pořadí permeát, retentát, výstup analyzátorů – vzorkovací systém, odpadní proud feed	4	Nerez
	Plastové opláštění jednotky – čelo, záda, bok	3	Polykarbonát
	Kryt s madlem na uzavření termostatického boxu	1	Nerez



Obr. 1: Horní náhled na jednotku.



Obr. 2: Přední náhled na jednotku – čelo s kohouty a analyzátory.



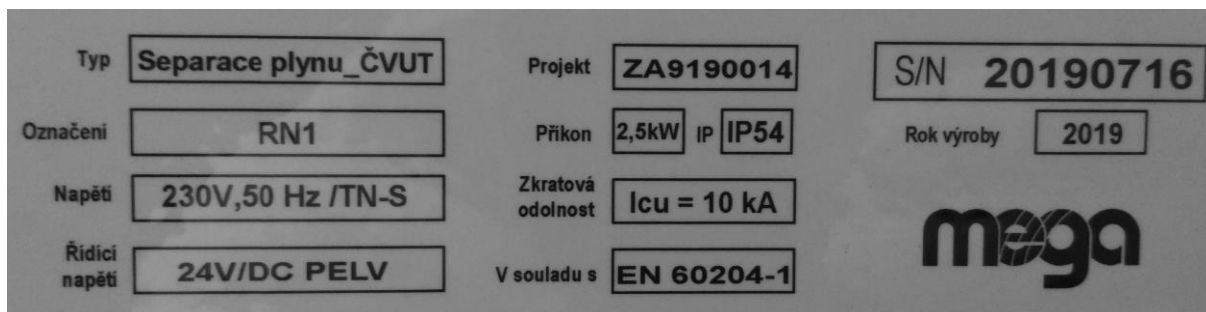
Obr. 3: Boční náhled na jednotku – strana vstupů a výstupů.

4.4 Rozměry, hmotnost zařízení

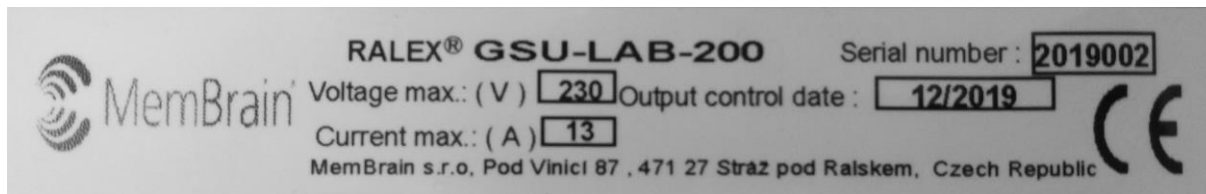
Tab. 2: Rozměry a hmotnost zařízení

Rozměry (cm) jednotky	117 x 124 x 66 (š x v x h)
Hmotnost (kg) jednotky	156

4.5 Štítky, výstražné symboly



Obr. 4: Výrobní štítek elektroskříně



Obr. 5: Výrobní štítek jednotky



elektrické zařízení



nehasit vodou

5. PROVOZNÍ INFORMACE

5.1 Požadavky na základ zařízení

Zařízení je laboratorního typu, které musí být umístěno na vodorovnou plochu. Plochou může být také pracovní stůl dostatečné nosnosti. Hmotnost a rozměry jsou uvedeny v kap. 4.4.

5.2 Požadavky na pracovní prostředí

Teplota vzduchu v pracovní místnosti

Elektrické zařízení bude správně pracovat při teplotách okolí v rozmezí +5 až +40 °C, přičemž průměrná teplota měřená během uceleného 24-hodinového období nesmí přesáhnout 35 °C. Venkovní instalace není dovolena.

Vlhkost

Elektrické zařízení je provedeno tak, aby pracovalo správně do maximální vlhkosti 90 % při 20 °C.

Vibrace

Zařízení je citlivé na vibrace příp. prudké nárazy, které mohou způsobit dočasný výpadek v přesnosti regulace a měření coriolis průtokoměrů.

Odtah plynů

Pracovní prostor zařízení musí být vybaven funkčním odtahem plynných produktů, který musí být v provozu během jakékoliv práce na zařízení.

Rozměry



Doporučuje se ponechat okolo zařízení volný pracovní prostor, ve kterém se nebudou nacházet žádné předměty, které by mohly ztěžovat obsluhu, seřizování a údržbu zařízení.

Osvětlení pracovní oblasti



Doporučuje se dodržovat striktně platné předpisy, jimiž se řídí osvětlení pracoviště, zajistit dostatečné osvětlení přírodním světlem a v každém případě vybavit příslušné prostory zařízeními umožňujícími dostatečné umělé osvětlení pro zajištění bezpečnosti práce, ochrany zdraví a komfortu příslušných pracovníků. Nevystavujte zařízení přímému slunečnímu svítu.

5.3 Provozní charakteristiky zařízení

Tab. 3: Provozní limity jednotky

Parametr	Měrná jednotka	Hodnota
Návrhové maximální toky vstupních plynů	H ₂ : nL/min	4
	N ₂ : nL/min	4
	O ₂ : nL/min	4
	CH ₄ : nL/min	2.5
	CO ₂ : nL/min	2.2
	Směsný proud: nL/min	4
Maximální průtok instalovaným membránovým modulem	(nL/min)	3.33
Pracovní teplota	°C	15 – 60
Pracovní tlak	bar(a)	5 – 10
Požadavky analyzátoru	Min. průtok: l/min	1.0
Analýza		
O ₂	%	0 – 100
CH ₄	%	0 – 100
CO	%	0 – 100
CO ₂	%	0 – 100
SO ₂	%	0 – 2
H ₄	%	0 – 100

5.4 Instalace zařízení

1. Vyjměte zařízení z přepravního boxu a proveďte vizuální kontrolu stavu zásilky, zda nedošlo během přepravy a manipulace k poškození. Totéž proveďte s dodaným membránovým modulem.

2. Jednotku umístěte na vodorovnou a dostatečně pevnou plochu. Zamezte nechtěnému pojezdu jednotky zabrzděním příslušných koleček s brzdou.
3. Odklopte kryt termostatického boxu a horní izolaci (víčko) s topným drátem tak, abyste mohli pohodlně umístit na spodní izolaci (pouzdro) membránový modul (podle Obr 6).
4. Pomocí rychlospojek na flexi-hadicích připojte jednotlivé procesní proudy k příslušnému vstupu a příslušným výstupům membránového modulu.



Procesní proudy nesmí být zaměněny. Nenamáhejte hadice přílišným ohybem.

5. Po připojení membránového modulu přiložte zpět horní izolaci (víčko) a opět termostatický box zakryjte.
6. Nakonec připojte požadované pracovní plyny k příslušným vstupům a všechny výstupní místa připojte k vhodnému odtahu plynů. Zařízení zapojte do elektrické sítě.



Nepoužívané vstupní místa udržujte z bezpečnostních důvodů zaslepené příslušným šroubením/kohoutem.



Obr. 6: Instalace membránového modulu – zleva: odklopné víčko (černá barva) s pouzdrům pro modul (bílá barva) → usazení membránového modulu do pouzdra → zakrytí modulu v pouzdrě víčkem s následným připojením flexihadic.

5.5 Připojení médií

Připojení pracovních plynů je realizováno pomocí nerezového kompresního šroubení velikosti ¼“. Vstupní regulovaný tlak jednotlivých připojených plynů musí být 20 bar(a).



Připojujte pouze suché plyny, nebo plyny s dostatečně nízkým rosným bodem. Jakákoliv kondenzace ve vnitřních okruzích může vážně poškodit přístrojové vybavení zařízení.

5.6 Nastavení vzdáledného přístupu

Pro vzdálený přístup je nutno použít software TemViewer (verze 10 a vyšší). Jednotka musí být zapojena do místní sítě, stejně jako PC pro vzdálený přístup.

Pro vzdálený přístup je třeba provést následující postup:

1. Na PC nainstalujte program TemViewer (ke stažení na www.teamviewer.com).
2. Spustíte program a do pole “Partner ID” vložte adresu: **1 458 084 123**
3. Zadejte přístupové heslo: **ABC123**
4. Po úspěšném připojení se zobrazí úvodní obrazovka PLC panelu – další ovládání jednotky pak probíhá jako při ovládání přes dotykový PLC panel.



Přes program TeamViewer lze přenášet datové soubory z jednotky do PC. Viz nápověda k programu TeamViewer.

5.7 Dočasné vyřazení z provozu

Při dočasném vyřazení jednotky z provozu je nutné provést bezpečnostní proplach všech vnitřních potrubních cest viz doporučený postup (kap. 6.5) s použitím inertního plynu nebo vzduchu. Po tomto proplachu je dále potřeba se ujistit, že je jednotka zcela zavzdušněna – tlakové regulátory (P2, P3) a tlakový senzor (P1) nevykazují hodnoty vyšší než **1,03 bar**. Vyčkejte dokud teplota na všech termočláncích (T1 – T3) neklesne pod teplotu 30 °C. Uzavřete regulační ventily na připojených tlakových lahvích. Ujistěte se, že všechny manuální kohouty jsou ve vertikální poloze – stav otevřeno. V informačním okně na PLC panelu musí být zobrazen stav jednotky : „Jednotka v klidovém stavu“. Nyní lze jednotku vypnout otočením hlavního vypínače do polohy vypnuto. Membránový modul lze při dočasném vyřazení z provozu ponechat v jednotce. Termostatický box ponechejte otevřený.

5.8 Trvalé vyřazení z provozu

Při likvidaci zařízení postupujte v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. a ve znění pozdějších předpisů.

6. OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

6.1 Ovládání

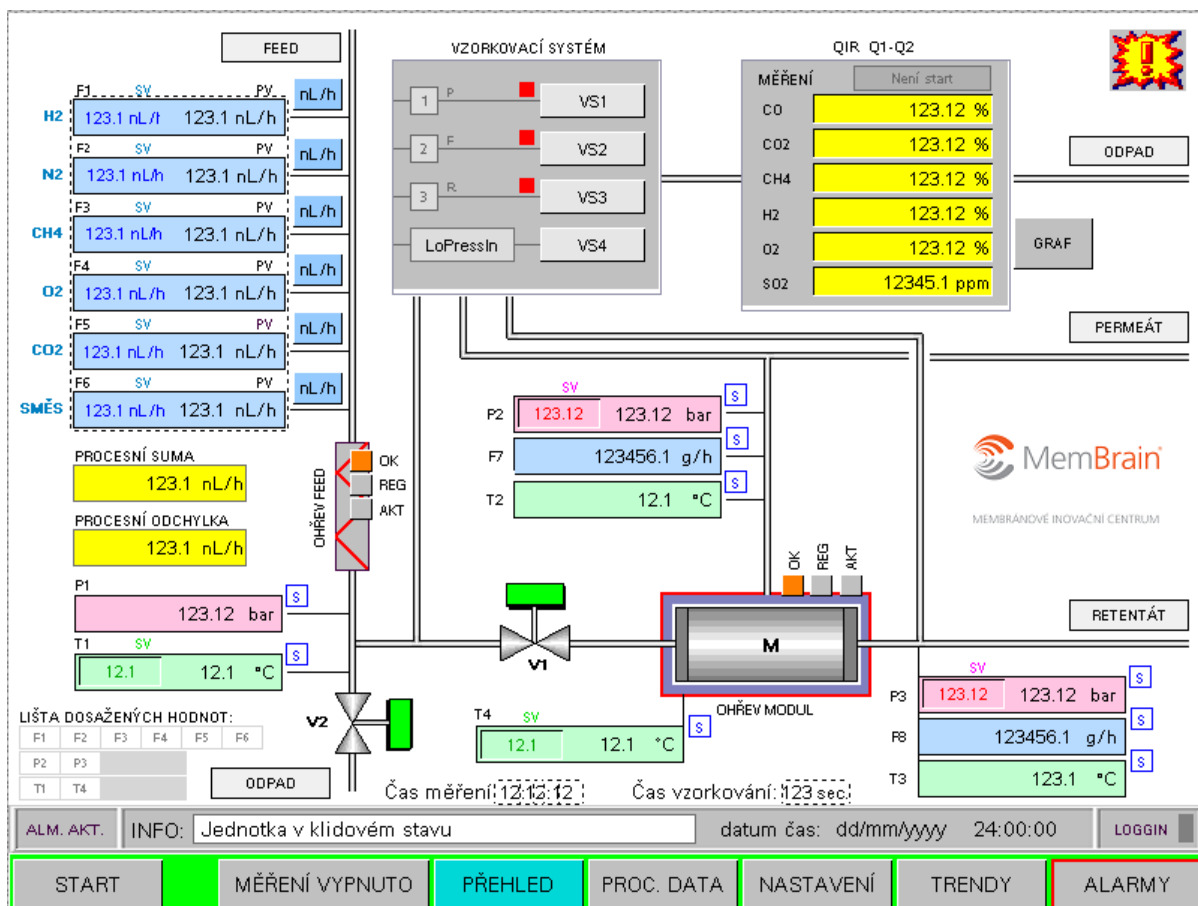
Po zapojení do elektrické sítě se jednotka zapíná hlavním vypínačem (22 – obr. 2). Po zapnutí vyčkejte cca. 1 min dokud se nenačte firmware analyzátorů a nenaběhne řídicí software (Obr. 7) na PLC panelu (6 – obr. 2). Otevřete všechny kulové kohouty (14 až 20 – obr. 2). Veškeré další řízení se provádí pomocí dotykového PLC v řídicím softwaru. Na úvodním obrazovce PLC panelu (Obr. 7) zadejte požadované procesní parametry – průtok jednotlivých složek (F1 – F6), teplota vstupního plynu (T1), teplota modulu (T4), tlak v retentátové větvi (P3) a tlak v permeátové větvi (P2). Tlačítkem „START“ se jednotka spouští do nájezdové fáze. V této fázi se aplikují veškeré předem nastavené hodnoty teplot, průtoků, chování jednotky během měřicí fáze (dle tlačítka „NASTAVENÍ“) a jednotka vyčkává, dokud nedojde k ustálení požadovaných hodnot teploty T1 a průtoků F1 – F6. Ventil V1 je v náběhovém stavu zavřený. Ventil V2 je otevřený a připravovaná plynná směs je vypouštěna do odpadního proudu. Tento proud je kontinuálně analyzován. Po dosažení stabilních hodnot požadovaných **teplot a průtoků** dojde k přepnutí ventilů V1 do polohy otevřeno a ventilu V2 do polohy zavřeno a plyn je vpuštěn na separaci do membránového modulu (M). V tomto stavu může jednotka aplikovat požadované procesní tlaky. Měření dat bude zahájeno okamžitě. Při přepnutí ventilů V1 („On“) a V2 („Off“) je mimo ustálený stav analyzován pouze proud „FEED“ jakmile je dosažen požadovaný tlak v retentátové větvi. Jednotlivé proudy („FEED“, „PERMEÁT“, „RETENTÁT“) jsou dle nastavení (tlačítko „NASTAVENÍ“) cyklicky analyzovány v předem definovaných intervalech až po dosažení ustáleného stavu. V průběhu separace lze měnit jednotlivé parametry procesu. Pokud byl ustálený stav dosažen již dříve, ale došlo ke změně některého z parametrů, který způsobí nové ustalování jednotky, bude jednotka již nadále pokračovat ve vzorkovacím cyklu.




Při skokových změnách parametrů separace během měření je vhodné vždy vyčkat na ustálení nově nastavených hodnot a až po té spustit případně sběr měřených dat – oddělení jednotlivých v logovacím souboru můžeme provést tlačítkem „MĚŘENÍ VYPNUTO/ZAPNUTO“. Jednotka pracuje správně pouze v ustáleném stavu. Většinu parametrů lze měnit také během měření, kdy je nutné při vyhodnocování dat brát v potaz proměnnou ustalovací dobu.

Veškeré hodnoty tlaků a teplot se nastavují v polích označených jako „SV“ (set value). Nastavení průtoků má vlastní zadávací tabulku. Aktuální procesní hodnoty adekvátní k požadovaným SV jsou zobrazovány v příslušných polích s označením „PV“. Písmeno „S“ v modrém čtverci označuje simulovanou hodnotu (pouze v případě servisního režimu). Indikační čtverečky umístěné k jednotlivým topným elementům „OK“, „REG“ a „AKT“ vizualizují stav topení v pořadí: nedosažení/dosažení SV hodnoty, aktivování regulace, fyzický ohřev topného elementu. „LIŠTA DOSAŽENÝCH HODNOT“ indikuje shodu/neshodu SV jednotlivých parametrů s PV. Červené indikační čtverečky umístěné u jednotlivých proudů v poli „VZORKOVACÍ SYSTÉM“ indikují blokováný proud, který je vynechán ze vzorkovacího cyklu (viz „NASTAVENÍ“). Červený vykřičník v pravém horním rohu obrazovky indikuje aktivaci některého z alarmů. V poli „QIR Q1-Q2“ jsou zobrazovány aktuálně měřené koncentrace specifického proudu. Tlačítkem „GRAF“ lze vyvolat okno s grafickým průběhem analýzy viz také tlačítko „TRENDY“. V poli „INFO“ se zobrazuje aktuální stav jednotky.

Pro návrat na úvodní obrazovku lze používat tlačítko „PŘEHLED“.



Obr. 7: Úvodní obrazovka PLC panelu.

Nastavení toku směsi plynů se provádí kliknutím na modrou tabulku s jednotlivými plynnými složkami na úvodní obrazovce (Obr. 7), kdy se zobrazí přepočtová tabulka průtoků viz obr. 8. Před výběrem způsobu zadávání průtoků je nutné nejdříve v poli „Požadovaný průtok“ nastavit maximální povolený průtok membránovým modulem. V tabulce si pak lze u jednotlivých vstupních plynných proudů zvolit některý z následujících způsobů zadávání: I) Tlačítko „%“ – zadání koncentrace složek v obj. % – u jednotlivých plynných složek lze zadat procentuální podíl z požadovaného průtoků %. Tlačítkem „DOBILAN. (N2)“ se nastaví obj. tok složky N₂ tak, aby bylo dosaženo 100 % požadovaného průtoků. II) Tlačítko „g/h“ – zadání hmotnostních průtoků – u jednotlivých plynných složek lze zadat přímo požadovanou hodnotu hmotnostního průtoků v g/h. III) Tlačítko „nL/h“ – zadání objemových průtoků – u jednotlivých plynných složek lze zadat přímo požadovanou hodnotu objemového průtoků v nL/h. V poli „Zbývá“ se ve všech případech zobrazuje hodnota, kolik zbývá nastavitelných nL/h pro dosažení maximálního povoleného průtoků modulem (200 nL/h). Tlačítkem „POTVRDIT START“ se zvolené hodnoty nastaví na příslušných regulátorech průtoků. Přepočtová tabulka automaticky přepočítává zadané hodnoty do ostatních polí. Přepočtovou tabulku zavřeme stiskem .



V případě plynu označeného jako „Směs“ je hmotnostní tok přepočten na objemový (a naopak) s užitím dusíku jako zástupného plynu.

Po nastavení průtoků v přepočtové tabulce se na úvodní obrazovce jednotlivé zadané hodnoty zobrazí v modré tabulce u proudu „FEED“ v poli SV. V poli „Procesní suma“ je prováděn součet aktuálně regulovaných objemových toků (součet „PV“ hodnot). V poli „Procesní odchylka“ je rozdíl mezi součtem „SV“ hodnot průtoků a hodnotou v poli „Procesní suma“. V procesu měření se po stlačení modrého tlačítka zobrazujícího jednotky průtoků u příslušné složky „nL/h“ příp. „g/h“ změni způsob zobrazení dané hodnoty podle zvolené jednotky (dle přepočtu v přepočtové tabulce).



V procesu měření lze měnit jednotlivé průtoky v rámci povolených mezí – tyto jsou automaticky hlídány řídicím systémem (dle hodnot z přepočtové tabulky). Dokud nedojde k ustálení nově zadaných hodnot („SV“ se od „PV“ liší více než o 1%), pracuje jednotka v neustáleném stavu. Tuto skutečnost je nutné brát v potaz při vyhodnocování naměřených dat během této ustalovací doby.

NASTAVENÍ VSTUPNÍCH HODNOT				
		Požadovaný průtok		123.1 nL/h
Plyn	Reg.	Obj. %	g/h	nL/h
H2	F1	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
N2	F2	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
CH4	F3	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
O2	F4	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
CO2	F5	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
Směs	F6	123.1 %	123.1 g/h	123.1 nL/h
		DOBILAN. (N2)	Zbývá	123.1 nL/h
Nastaven optimální průtok Feed			POTVRDIT START	

Obr. 8: Přepočtová tabulka pro nastavení průtoků jednotlivých plynů.

Nastavení teploty se provádí pro vstupní plyn (T1) a pro membránový modul (T4) zvlášť. Kliknutím na zelené pole „SV“ u příslušného ohřevu lze zadanou hodnotu změnit. Zelené pole „PV“ zobrazuje aktuální teplotu příslušného teplotního čidla (T1 – T4). Dokud není při náběhu jednotky dosaženo požadované teploty T1 („SV“ od „PV“ liší více než o 1%), nedojde k přepnutí ventilů (V1 a V2) a nastavená plynná směs proudí do odpadního proudu.



V procesu měření lze měnit teploty T1 a T4. Dokud nedojde k jejich ustálení, pracuje jednotka v neustáleném stavu. Tuto skutečnost je nutné brát v potaz při vyhodnocování naměřených dat během této ustalovací doby.

Nastavení tlaků lze provádět pouze pro permeát a retentát. Tlak v proudu „Feed“ je určován požadovaným tlakem v retentátu, který je dále navýšen o tlakovou ztrátu přes membránový modul. Tlak v retentátu lze regulovat v rozsahu 5 – 10 bar(a). Tlak v permeátu lze regulovat v rozsahu 2 – 5 bar(a). Regulace tlaku nastává až v momentě přepnutí jednotky z nájezdové fáze do měřicí fáze.



V procesu měření lze měnit tlaky P2 a P3. Dokud nedojde k jejich ustálení, pracuje jednotka v neustáleném stavu. Tuto skutečnost je nutné brát v potaz při vyhodnocování naměřených dat během této ustalovací doby.



V extrémním případě, v němž je dosaženo vysokého průtoku retentátu (max. 200 nL/h) při nejnižším povoleném tlaku P3 (5 bar(a)), může docházet k nestabilnímu měření průtoku coriolis průtokoměrem F8 a k nežádoucímu nárůstu tlaku v modulu. Pro správnou funkci při takto vysokém průtoku je nutné tlak v modulu zvýšit alespoň na 6,5 bar(a) – dle použité

plynné směsi. Nižší průtoky retentátem lze měřit jak při vysokém tlaku (max. 10 bar(a)), tak při nižším tlaku (min. 5 bar(a)). Adekvátní maximální tlakové a měřitelné průtokové rozsahy jsou obsaženy v příloze č. 1 tohoto dokumentu – tabulka průtoků a tlakové ztráty coriolis průtokoměru.

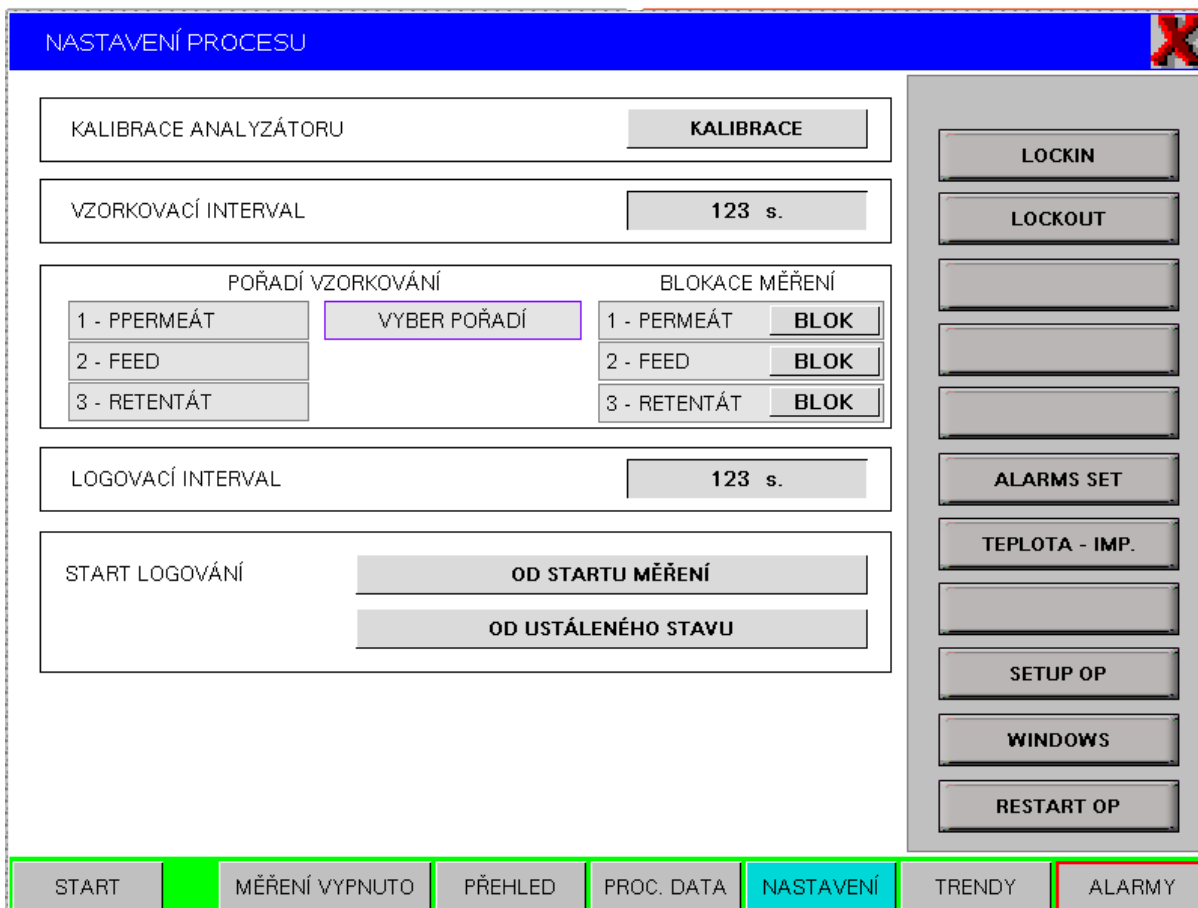
Vzorkovací systém slouží k automatickému přepínání jednotlivých proudů pro analýzu složení. Aktuálně analyzovaný proud a jeho stav (vysoký/nízký tlak) je indikován příslušným otevřeným ventilem (VS1 – VS4) a nápisem „LoPressIn“ charakterizující nízkotlakovou větev vzorkovacího systému. Vysokotlaká větev je zvolena automaticky vždy pro proud FEED, jestliže hodnota P1 překračuje tlak 3 bar(a). Při měření tohoto vysokotlakého proudu je pak vždy použit ventil VS4 místo nízkotlakého VS2. Ostatní proudy mají vzorkovací místa za svou tlakovou částí, tedy jsou vždy otevřeny do atmosféry.

Všechny aktuální procesní hodnoty („PV“) lze zobrazit v tabulce stisknutím tlačítka „PROC. DATA“ viz Obr. 9.

PROCESNÍ DATA						
Průtoky		Analýza				
Feed	Hodnota	Složka	Feed	Permeát	Retentát	
F1 (g/h)	123.1	CO (%)	123.12	123.12	123.12	
F2 (g/h)	123.1	CO2 (%)	123.12	123.12	123.12	
F3 (g/h)	123.1	CH4 (%)	123.12	123.12	123.12	
F4 (g/h)	123.1	H2 (%)	123.12	123.12	123.12	
F5 (g/h)	123.1	O2 (%)	123.12	123.12	123.12	
F6 (g/h)	123.1	SO2 (ppm)	12345.1	12345.1	12345.1	
Aktuální suma (g/h)	1234.1	Teplota	Feed T1	Perm.T2	Ret.T3	Modul T4
Permeát F7 (g/h)	123.1	°C	123.1	123.1	123.1	123.1
Retentát F8 (g/h)	123.1	Tlak	Feed P1	Perm.P2	Ret.P3	
Čas měření (hh:mm:ss)	12:12:12	bar (a)	123.12	123.12	123.12	
START	MĚŘENÍ VYPNUTO	PŘEHLED	PROC. DATA	NASTAVENÍ	TRENDY	ALARMY

Obr. 9: Tabulka aktuálně měřených procesních dat.

Tlačítkem „NASTAVENÍ“ se dostaneme do menu (Obr. 10), kde si před startem měření můžeme navolit vlastní chování programu během procesu měření, kalibraci analyzátorů a další možnosti nad rámec běžného užívání laboratorní jednotky viz níže sekce CHOVÁNÍ V NASTAVENÍ.



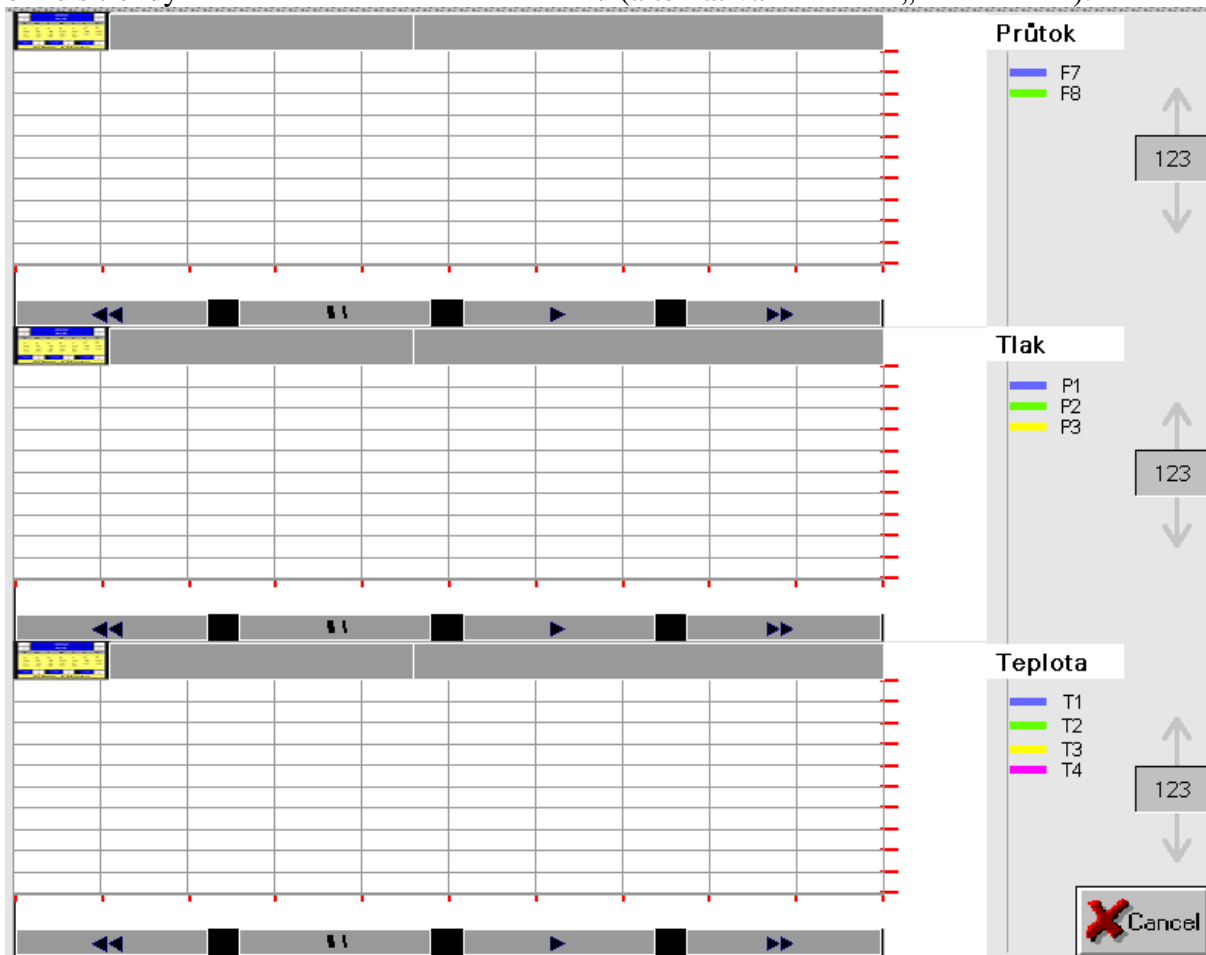
Obr. 10: Menu „NASTAVENÍ“.

CHOVÁNÍ V NASTAVENÍ

Menu „NASTAVENÍ“ se dělí na dvě sekce – levý (široký) a pravý (úzký) sloupec. V levém širokém sloupci si uživatel volí buď údržbovou činnost (kalibrace) nebo následující chování programu během procesu měření: I) „VZORKOVACÍ INTERVAL“ – čas, po který bude analyzátor měřit daný procesní proud. II) „POŘADÍ VZORKOVÁNÍ“ – hodnotami „1“, „2“, „3“ nastavujeme, který procesní proud se bude měřit v cyklu jako první, druhý a třetí. Tlačítkem „BLOK“ daný proud vyjmeme ze vzorkovacího cyklu – zvolený proud pak nebude dále analyzován, dokud nedojde k jeho odblokaci. III) „LOGOVACÍ INTERVAL“ – čas, po kterém se budou zaznamenávat všechny procesní hodnoty (vzorkovací frekvence). Tlačítkem „KALIBRACE“ se jednotka přepne do módu kdy lze kalibrovat analyzátoři viz kapitola 6.3. V pravém sloupci se nacházejí nástroje pro práci s PLC panelem („LOCKIN“, „LOCKOUT“, „SETUP OP“, „WINDOWS“, „RESTART OP“), nástroj pro nastavení alarmů jednotky („ALARMS SET“) – pouze servis, nástroj pro nastavení parametrů regulace ohřevu („TEPLOTA – IMP.“) – pouze servis. Tlačítkem „LOCKIN“ se při zadání hesla dostaneme do vyšší uživatelské úrovně (servisního módu) umožňující provádět programové změny řídicího softwaru – přístup má pouze servisní technik. Tlačítkem „LOCKOUT“ se vrátíme do běžného uživatelského módu. Tlačítkem „SETUP OP“ se nastavují některé parametry řídicího softwaru např. aktuální čas. Tlačítkem „WINDOWS“ se přepneme do prostředí MS Windows, pod nímž běží řídicí program, a dále v něm můžeme pracovat. Tlačítkem „RESTART OP“ se vyvolá automatické ukončení běžícího programu s odstavením jednotky a restart řídicího softwaru.

TRENDY

Tlačítkem „TRENDY“ zobrazíme grafický průběh aktuálního měření. Žlutomodrým tlačítkem nacházejícím se v levém horním rohu u každého grafu si můžeme zvolit prohlížení historických dat (datum, hodinu), pokud nebyla ze zařízení vymazána. V polích napravo od každého grafu si můžeme nastavit minimum a maximum Y osy. Pohyb v grafu zajišťují tlačítka pod příslušným grafem v pořadí: « -posun grafu dozadu, || -pozastavení aktuálního průběhu, > -spuštění aktuálního průběhu, » posun grafu dopředu. Tlačítkem „Cancel“ zavřeme okno s trendy a vrátíme se na hlavní obrazovku (alternativa k tlačítku „PŘEHLED“).



Obr. 11: Okno s trendy měření.

Tlačítko „GRAF“ na hlavní obrazovce vyvolá podobné okno jako na obr. 11, ale pouze pro zobrazení měřených koncentrací v jednotlivých proudech.

ALARMY

V menu „ALARMY“ se nachází přehled všech zaznamenaných výstrah jednotky. Jakýkoliv zaznamenaný alarm ukončí stávající měření a přepne jednotku do klidového stavu a znemožní její opětovné zapnutí tlačítkem „START“. Tlačítkem „Potvrzení alarmu“ označený alarm akceptujeme a hlášku vymažeme. Po potvrzení všech alarmů lze jednotku opět spustit.



Obr. 12: Okno se zaznamenanými alarmy.

6.2 Obecné pokyny ovládání jednotky

Pro správné měření analyzátorů je kromě správně provedené kalibrace (kapitola 6.3) nutno udržovat minimální průtok vzorkovacím systémem alespoň 12 nL/h – indikovaný zvednutím plováčku v průtokoměru vzorkovacího systému. Minimální průtok celým systémem je 40 nL/h. V průběhu nájezdu resp. měření jednotky provádějte kontrolu plováčkového průtokoměru na vzorkovacím systému (21 – obr. 2), kdy se ujistíte, že se plováček při měření nalézá mezi minimální hodnotou 12 nL/h a maximální hodnotou 90 nL/h. Během přepínání vzorkovacího systému může docházet k poklesu/nárůstu průtoku způsobeném tlakovou diferencí v měřené větvi. V takovém případě nastavte průtok na plováčkovém průtokoměru tak, aby byl zajištěn alespoň minimální průtok a nebyl překročen maximální průtok plynu analyzátořem pro každou analyzovanou větev. Tento průtok kontrolujte během celého cyklu vzorkovacího systému. Pokud nelze najít hodnotu ideální pro všechny analyzované proudy, je možné manuálně průtok regulovat pomocí ventilu na průtokoměru. Pro snazší manuální regulaci je možno upravit vzorkovací cyklus (analyzované proudy, délka intervalu analýzy, pořadí vzorkovacího cyklu) v menu „NASTAVENÍ“.











Některé membránové moduly mohou vykazovat nízkou permeanci používaných plynů. V takových případech se může stát, že nelze žádným způsobem dosáhnout minimálního požadovaného průtoku permeátu pro analýzu. Složení permeátového proudu je pak nutné manuálně dobilancovat pomocí analýzy FEEDu a retentátu.

6.3 Kalibrace analyzátorů – základní úkony






Kalibrace analyzátorů se provádí manuálně pomocí ovládacích panelů jednotlivých analyzátorů. Před jakýmkoliv zásahem do kalibrace analyzátorů je nutné tlačítkem „KALIBRACE“ v menu „NASTAVENÍ“ na PLC panelu aktivovat přepnutí jednotky do režimu FEED do WASTE (stav ve kterém se jednotka obecně nachází před zahájením vpouštění plynu na membránový modul - před ukončením tzv. nájezdové fáze). V tomto režimu lze volit plyny a jejich poměry, které budou použity ke kalibraci analyzátorů.

Kalibrace se provádí jako tzv. dvoubodová kalibrace, kdy se nejprve kalibruje nulová hodnota daného detektoru pomocí plynu, který danou detekovatelnou složku neobsahuje. Pro tuto kalibraci je vhodné použít např. čistý dusík. Druhým bodem dvousložkové kalibrace je kalibrace pomocí plynu s danou složkou o známé koncentraci, na jejíž hodnotu daný senzor nakalibrujeme.



- 1) Zvolte plyny, které budete chtít ke kalibraci použít a nastavte dostatečný průtok min. 40 nL/h.
- 2) Stiskněte na kalibrovaném analyzátoru tlačítko  a v zobrazeném menu vyberte pomocí navigačních tlačítek  položku „Control..“. Výběr potvrďte stiskem . V další nabídce vyberte pomocí navigačních tlačítek položku „Calibration..“ a opět potvrďte stiskem . V dalším menu vyberte typ kalibrace: a) „Zero Calibration..“ pro nastavení nulové hodnoty senzoru pro daný plyn (pro kalibraci bude použit plyn, který neobsahuje složku detekovatelnou daným senzorem).
b) „Span Calibration..“ pro kalibraci daného senzoru daným plynem o známé koncentraci – lze také použít vlastní připravenou směs plynů pomocí nastavení vhodných koncentrací vstupních plynů.



Volbu potvrďte stiskem . V případě multikanálového analyzátoru budete v následujícím menu vyzváni k volbě kanálu (senzoru pro kalibraci). Pomocí navigačních tlačítek vyberte požadovaný kanál a potvrďte stiskem . V další menu pomocí navigačních tlačítek vyberte položku „Start!“ a potvrďte stiskem . Pokud kalibrace proběhne v pořádku a budou splněny limity tolerance, navrátíme se na hlavní obrazovku stiskem tlačítka .

Nastavení kalibračního plynu

Nastavení kalibračního plynu se provádí po vstupu do menu z hlavní obrazovky stiskem tlačítka . Pomocí navigačních tlačítek zvolte „Setup..“ a potvrďte tlačítkem . Zde pomocí navigačních tlačítek zvolte „Calibration/Validation..“ a volbu potvrďte stiskem . V menu dále vyberte „Gases..“ a potvrďte stiskem . Pod položkou „Zero Gas:“ můžete navolit nulovou koncentraci kalibračního plynu v případě že kalibrační plyn obsahuje známé množství detekované složky. Pro editaci hodnoty stiskněte  a dále se pohybujte pomocí navigačních tlačítek (směr nahoru a dolů zvyšuje resp. snižuje hodnotu na označené pozici kurzoru, směr vlevo vpravo posunuje pozici kurzoru). Pod položkou „Span Gas:“ můžete nastavit koncentraci detekované složky kalibračního plynu podobně jako v předchozím případě pro nulovací plyn.

Nastavení tolerančních limitů

Nastavení limitů tolerance se provádí po vstupu do menu z hlavní obrazovky stiskem tlačítka . Pomocí navigačních tlačítek zvolte „Setup..“ a potvrďte tlačítkem . Zde pomocí navigačních tlačítek zvolte „Calibration/Validation..“ a volbu potvrďte

stiskem . V menu dále vyberte „Tolernaces..“ a potvrďte stiskem . Zde podobně jako v případě nastavení kalibračního plynu můžete pomocí navigačních tlačítek měnit hodnoty akceptovatelných tolerancí jak pro nulovací plyn („ZeroValidTol:“) tak pro kalibrační plyn („SpanValidTol:“).

V tomto menu lze dále vypnout toleranční limity při kalibraci („CalibDeviat Tolerance“ přepnout na „Off“). Toto se využívá při výměně kalibračních plynů, které se výrazně liší koncentrací detekované složky – např. záměna nulovacího a kalibračního plynu. Analyzátor v případě povolení tolerančních limitů kontroluje, zda vpouštěný kalibrační plyn odpovídá nastaveným parametrům a v případě neshody (např. záměna plynů) kalibraci zruší, aby nedošlo ke špatné kalibraci. Vypnutí lze dočasně použít v případě, kdy neproběhne standardní kalibrace z důvodu použití nového kalibračního plynu, jehož koncentrace se výrazně liší od dříve používaného kalibračního plynu. Analyzátor pak lze „předkalibrovat“ pro novou kalibraci s novým kalibračním plynem, kterou dále provádíme se zapnutím tolerančních limitů.

6.4 Instalace membránového modulu

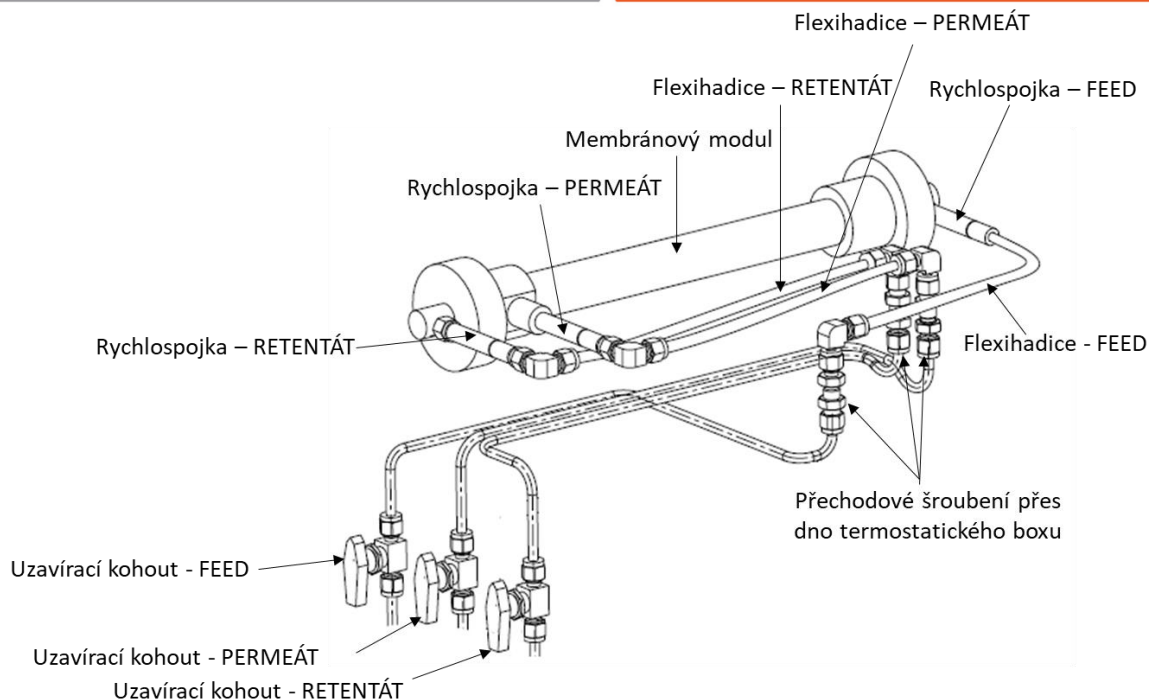


Instalaci případně výměnu membránového modulu je povoleno provádět pouze s jednotkou ve vypnutém stavu.

Membránový modul pro separaci plynu se umísťuje do prostoru termostatického boxu. V prostoru termostatického boxu se nachází izolační pouzdro s víčkem. Obě části izolace (pouzdro i víčko) jsou vybaveny topnými elementy. Dále se v boxu nachází tři flexihadice k nimž se pomocí rychlospojkového šroubení připojují jednotlivé konektory membránového modulu. Modul se k zařízení připojí podle následujícího postupu:

1. Před připojením zkontrolujte vybraný membránový modul zda není mechanicky poškozen a zda nejsou jednotlivé rychlospojky na modulu zaneseny prachem. Případné nečistoty odstraňte.
2. Zvedněte víko termostatického boxu a opatrně odklopte víčko izolace tak, aby jste zbytečně mechanicky nenamáhalí přívodní kabely topného elementu víčka izolace.
3. Umístěte membránový modul do pouzdra izolace tak, aby konektory modulu bylo možno jednoduše připojit k flexihadicím.
4. Pomocí rychlospojek připojte příslušné flexihadice k příslušným konektorům membránového modulu (viz Obr. 13).
5. Přiklopte zpět na modul víčko izolace.
6. Zkontrolujte zda jsou všechny rychlospojky správně spojeny v opačném případě hrozí únik plynu do prostoru termostatického boxu.
7. Termostatický box nakonec víkem opět uzavřete.

Odpojení modulu se provádí v obráceném pořadí.



Obr. 13: Schéma připojení membránového modulu v termostatickém boxu.



Flexihadice ani přívodní kabely k topným elementům nesmějí být žádným způsobem mechanicky namáhány, aby nedošlo k jejich poškození.

6.5 Doporučený postup

Příprava

1. Vyberte membránový modul, který chcete pro měření použít a nainstalujte ho do jednotky viz kapitola 6.4.
2. Připojte k jednotce pracovní plyny – nepoužívané vstupy ponechte zaslepeny dodaným šroubením.
3. Připojte jednotku do elektrické sítě.
4. Zapněte jednotku hlavním vypínačem a vyčkejte načtení řídicího programu na PLC panelu a zobrazení hodnot aktuálních koncentrací na obou analyzátorech.
5. V řídicím softwaru na PLC panelu nastavte požadované hodnoty průtoků, teplot a tlaků.
6. V menu „NASTAVENÍ“ zvolte chování jednotky (interval sběru dat, vzorkování, ...).

Start

1. Pro spuštění měření stiskněte tlačítko „START“ na úvodní obrazovce.
2. Vyčkejte než v nájezdové fázi dojde k dosažení požadovaných průtoků a teplot vstupního plynu (ohřev vstupního plynu trvá cca. 30 min, stejný čas vyžadují všechny průtokoměry pro nahřátí po prvním spuštění, aby dosáhly maximální přesnosti regulace).
3. Zkontrolujte zda analýzy vstupního plynu souhlasí s koncentrací navolené vstupní směsi – v případě nesouhlasu či nedostatečné přesnosti proveďte kalibraci analyzátorů (viz kapitola Kalibrace 6.3).

4. Po přepnutí jednotky do měřicí fáze vyčkejte dosažení požadovaných tlaků a teploty membránového modulu tzv. ustálený stav. Po dobu nárůstu tlaku P3 je vzorkovací systém deaktivován. Při dosažení tlaku P3 je po dobu prvního měření mimo ustálený stav analyzován pouze vysokotlaký FEED.
5. Po dosažení ustáleného stavu dojde k aktivaci zvoleného vzorkovacího cyklu.
6. Zkontrolujte zda je nastavený dostatečný průtok na vzorkovacím systému pro analyzátor u každého analyzovaného proudu. Pokud ne nastavte na plováčkovém průtokoměru vhodný průtok viz kapitola 6.2.

Provoz

1. Proved'te požadovaný experiment v ustáleném stavu.
2. Během měření lze měnit parametry experimentu – vždy pro získání relevantních dat vyčkejte ustálení požadovaných hodnot.
3. Jednotlivé experimenty můžete během logování do souboru oddělit stisknutím tlačítka „MĚŘENÍ VYPNUTO“ resp. „MĚŘENÍ ZAPNUTO“ kdy se do logovacích souborů budou v prvním případě ukládat nuly u všech procesních hodnot a v druhém případě se budou ukládat aktuální procesní hodnoty.
4. V průběhu měření se zaznamenávají všechny procesní veličiny: průtoky, teploty, tlaky, čas, analyzovaný proud, koncentrace.
5. Provoz jednotky může být sledován, řízen a zaznamenáván pomocí PC (kap. 5.6).

Konec

1. Pro ukončení experimentu stiskněte tlačítko „STOP“. Dojde k automatickému odstavení jednotky – odtlakování a vypnutí ohřevu (interně se nastaví nulová hodnota), přepnutí FEEDu do WASTE a následné zavření všech regulátorů průtoků (interně se nastaví nulová hodnota).
2. Vyčkejte dokud se nezobrazí informace v poli „INFO“ na PLC panelu, že se jednotka nachází v klidovém stavu.
3. Vyčkejte dále z bezpečnostních důvodů na vychladnutí jednotky (T1 – T3 klesnou pod teplotu 30 °C).
4. V prostředí MS Windows vypněte PLC panel.
5. Jednotku vypněte hlavním vypínačem.



Před samotným vypnutím propláchněte celý potrubní systém jednotky pomocí inertního plynu (vzduchu) dle zde popsaných procedur **Start** a **Provoz**.

6.6 Získání procesních dat

Procesní data se ukládají v PLC panelu do logovacího souboru. Každý den je vytvořen jeden logovací soubor ukládající hodnoty od času 0:00 do 24:00 jednoho dne. Datové soubory se získávají z daného logovacího souboru pomocí programu Vijeo Designer Data Manager, jehož ikonu zástupce najdeme v prostředí MS Windows na ploše v PLC panelu. Logovací soubory se ukládají na disk D v PLC panelu. Spuštěním programu Vijeo Designer Data Manager se zobrazí dialogové okno, ve kterém si zvolíme úložiště, z něhož budeme vybírat zdrojová data. Ponecháme automatickou volbu „Local Files“ a pokračujeme tlačítkem „Next“. V dalším okně ponecháme volbu „Conver Recipe or Data Logging Files“ a pokračujeme tlačítkem „Next“. Dále vybereme období, z něhož chceme data konvertovat, ponecháme automaticky doplněnou zdrojovou cestu k logovacím souborům „Input folder“:

(D:\Program Files\Schneider Electric\Vijeo-Designer 6.2\Vijeo-
Runtime\public\Projects\HMIG5U_HMIDT542\Data\Log)

Dále vybereme složku, do níž chceme naměřená data konvertovat „Output folder“. Tlačítkem „Convert“ zahájíme konverzi datových souborů do souborů s příponou CSV. Po ukončení konverze zavřeme okno tlačítkem „Close“ a program ukončíme tlačítkem „Exit“. Pro každý procesní parametr bude ve zvolené složce vygenerována podsložka se souborem/soubory s měřenými hodnotami daného parametru a časem měření. CSV soubory si můžeme zobrazit v tabulkovém procesoru Excel. Data lze kopírovat do ostatních PC pomocí přenosného disku nebo pomocí programu TeamViewer.

6.7 Chybové stavy

Tab. 4: Přehled chybových stavů, jejich příčin a doporučeného řešení

Závada	Příčina	Řešení
PV hodnota průtoku konkrétního plynu je rovna 0 i když SV hodnota je nastavena na maximum	Připojený plyn z láhve nemá dostatečný tlak	Zvyšte tlak na vstupu do jednotky
	Jednotka je ve STOP stavu	Spusťte jednotku tlačítkem „START“
Průtokoměr vzorkovacího systému ukazuje nulový průtok	Průtok v dané větvi je příliš nízký	Zvyšte průtok v dané větvi
	Ventil průtokoměru je uzavřen	Otevřete ventil průtokoměru
Hodnoty měřené analyzátory neodpovídají nastaveným hodnotám přípravy směsi	Analyzátory jsou špatně nakalibrovány	Proveďte kalibraci analyzátorů
Průtokoměr na retentátové větvi vykazuje nepravdivé hodnoty	Tlak v retentátové větvi je pro aktuální průtok příliš nízký	Zvyšte tlak v retentátové větvi nebo snižte průtok plynu
Tlak v retentátu narůstá nad nastavenou SV hodnotu	Vysoký průtok retentátovou větví	Snižte průtok plynné směsi
Tlačítko „START“ nelze stisknout	Jednotka se během „STOP“ fáze neodtlakovala	Počkejte na pokles tlaku P2 a P3 pod hodnotu 1,03 bar
jednotku nelze ovládat pomocí PC	jednotka není připojená k lokální síti	zkontrolujte přívodní kabel k lokální síti
	PC není připojené k lokální síti	zkontrolujte připojení PC k lokální síti

7. MANIPULAČNÍ, SKLADOVACÍ A PŘEPRAVNÍ INFORMACE

7.1 Skladování

Nenechávejte jednotku vystavenou povětrnostním vlivům. Uskladnění musí probíhat v suchém a bezprašném prostředí, kdy se teplota pohybuje v rozmezí 5 až 40 °C.

8. BEZPEČNOSTNÍ INFORMACE

8.1 Obecné bezpečnostní zásady

Obsluha zařízení je povinná dodržovat tento provozní manuál a zároveň dodržovat veškerá bezpečnostní pravidla a pokyny platná pro příslušné pracoviště.

Při práci se zařízením je nutné se řídit nařízením vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a náradí.

V rámci kontroly před jakýmkoli měřením a po manipulaci s membránovým modulem je nutné zkontrolovat neporušenost izolace topných vodičů zajišťujících výhřev membránového modulu z obou stran. V případě jakéhokoli porušení izolace musí být jednotka ihned vypnuta, odpojena od el. sítě a musí být zajištěna oprava.



Pro dodržení bezpečné práce, provozu a dodržení souladu s platnými předpisy je přísně zakázáno:

- **Připravovat směs plynů o koncentracích představující potenciálně výbušnou směs.**
- Mít připojenou zároveň tlakovou láhev s vodíkem nebo metanem a s kyslíkem (prevence proti náhodnému smísení za vzniku výbušné směsi).
- Manipulovat s jednotkou s připojenými tlakovými láhvemi.
- Provádět výměnu membránového modulu s jednotkou v zapnutém stavu.
- Dotýkat se topných elementů kolem membránového svazku, pokud je jednotka v provozu, může dojít k úrazu popálením.
- Provézt vpuštění plynů do jednotky bez připojení všech výstupních proudů do odtahu.
- Provozovat jednotku s nefunkčními ventilátory. Obsluha je povinna kontrolovat vždy po zapnutí jednotky funkčnost ventilátorů. Bez funkčních ventilátorů není možné dále s jednotkou pracovat a nelze zejména připojit plyny na vstupy.
- Nikdy nezakrývejte výdechy víka termostatického boxu ani ve vypnutém stavu.
- Jednotka nesmí být provozována bez dohledu přítomné obsluhy.
- Manipulovat nad jednotkou s kapalinami. Nesmí dojít k vniknutí kapalin do elektroinstalace jednotky včetně elektrického výhřevu membránového modulu.
- Uzavřené manuální kohouty musí být otevírány velmi pozvolně aby nedošlo k případným tlakovým rázům.



Membránová separace s užitím výbušných plynů může vést k vytvoření potenciálně výbušné směsi v jednom z produkovaných proudů. Pokud se nedá této skutečnosti v rámci experimentu vyhnout, musí obsluha dodržovat veškeré zásady bezpečnosti a ochrany zdraví a tak **předejít vzniku prostředí s nebezpečím výbuchu.**

8.2 Ochranné pracovní pomůcky

V případě dodržení veškerých zásad bezpečnosti práce nejsou pro ovládání zařízení ochranné pracovní pomůcky nutné, pokud obecně platné závazné předpisy a místní bezpečnostní předpisy nestanoví jinak.

9. SERVISNÍ INFORMACE

9.1 Údržba a kontrola jednotky

Jednotku udržujte čistou s volnou pracovní plochou. Při každé výměně, připojení či odpojení tlakových lahví zkontrolujte čistotu přípojních míst a následnou těsnost připojení k jednotce speciálně při použití plynů, u nichž hrozí riziko vytvoření výbušné směsi. Zkontrolujte těsnost

záslepek nepoužívaných vstupů. Před každým zprovozněním zkontrolujte funkci odtahu plynů a připojení všech výstupů jednotky k tomuto odtahu. V termostatickém boxu vždy zkontrolujte, zda přívodní kabely topných elementů nevykazují známky opotřebení nebo poškození. V případě poškození je nutný servisní zásah – jednotka nesmí být provozována. Manuální uzavírací kohouty slouží především k servisním úkonům. Před spuštěním a při provozu jednotky zkontrolujte, zda jsou všechny manuální kohouty ve vertikální poloze značící stav otevřeno.



Vždy při zapnutí hlavního vypínače zkontrolujte, zda jsou oba ventilátory v provozu. V opačném případě nesmí být jednotka provozována.

9.2 Údržba a kontrola modulu

Membránový modul uchovávejte v suchém a čistém prostředí. Zamezte usazování nečistot uvnitř rychlospojek.

Kontrolu modulu provádějte vždy před připojením do jednotky. Zkontrolujte opláštění modulu, zda nevykazuje: povrchové praskliny, poškození lepených spojů, praskliny v okolí přípojného šroubení nebo šroubů jisticích čela modulu.



Poškozený modul nesmí být v žádném případě instalován do jednotky.

9.3 Alternativní nastavení nátok na analyzátor

V případě nízkých průtoků v retentátové nebo permeátové větvi, které jsou nedostatečné pro analýzu, lze přiškrcením patřičných ventilů zvýšit nátok na vzorkovací větev pro analyzátor na úkor nárůstu tlaku v dané větvi. Přístup k těmto ventilům je pro běžné uživatele znepřístupněn. Jakoukoliv manipulaci s těmito ventily se doporučuje provádět pouze **proškoleným osobám po konzultaci s výrobcem zařízení**. Ventily se nacházejí před výstupním šroubením dané větve uvnitř jednotky. Pro přístup k těmto ventilům je nutno demontovat zadní kryt jednotky. Regulaci provádějte jemným přiškrcováním požadované větve, dokud nebude dosaženo nárůstu průtoku ve vzorkovací větvi dané trasy.



Po provedení experimentů snižte škrcení v dané větvi tak, aby u nových experimentů při maximálním průtoku a při maximálním tlaku v dané větvi nedošlo během vzorkování k překročení rozsahu plováčkového průtokoměru.

9.4 Obecné pokyny

Pečlivá údržba vám zajistí prodloužení životnosti zařízení a zachování pracovních charakteristik a výkonu zařízení beze změn.



Nezapomínejte na nutnost pravidelného (podle prostředí a provozu jednotky) čištění/popřípadě výměny filtrů ventilátorů.

Provozní deník je nutno vést pro dokumentaci provozu a údržby jednotky tak, aby bylo možné vyhodnotit případné její závady (podmínka poskytnutí záručních oprav jednotky). Minimálně je nutno zapisovat počáteční parametry a konečné stavy.

9.5 Záruční a pozáruční servis

Záruční a pozáruční servis je specifikován ve smlouvě.

10. PŘEHLED KONTAKTŮ

MemBrain s.r.o.

Pod Vinicí 87

471 27 Stráž pod Ralskem

Česká republika

Tel:

+420 724 309 773

Fax:

+420 487 888 102

E-Mail:

info.membrain@membrain.cz



PŘÍLOHY

Příloha č. 1

Tabulka: Průtoky a tlakové ztráty coriolis průtokoměru – maximální měřitelný průtok složky při tlaku 5 bar(a).

Plyn	Maximální měřitelný průtok retentátem při tlaku 5 bar (a)
CO ₂	2,545 nL/min
H ₂	11,94 nL/min
CH ₄	4,225 nL/min
N ₂	3,200 nL/min
O ₂	1,438 nL/min

Tabulka: Průtoky a tlakové ztráty coriolis průtokoměru – minimální tlak pro měření průtoku 200 nL/h dané složky.

Plyn	Minimální tlak pro měření průtoku 200 nL/h
CO ₂	6,494 bar(a)
H ₂	3,934 bar(a)
CH ₄	3,992 bar(a)
N ₂	5,195 bar(a)
O ₂	5,546 bar(a)

Příloha č. 2 – tlaková zkouška

Tlaková zkouška.



Tlakovou zkoušku smí provádět pouze proškolená osoba, která je také seznámena s Operačním manuálem laboratorní jednotky membránové separace směsi plynů RALEX GSU-LAB-200.

POSTUP

Pro provedení tlakové zkoušky připojte inertní plyn k jednomu ze vstupů. Všechny ostatní vstupy zaslepte. Nastavte vstupní tlak z láhve maximálně 10 bar(a). Vpusťte plyn do jednotky při průtoku alespoň 100 nL/h. Přiveďte jednotku do ustáleného stavu – regulátory tlaku ponechte na nulových hodnotách. Zablokujte manuálními kohouty vzorkování všech proudů. Instalujte záslepky na Odpadní proud, výstup permeátu a výstup retentátu. Záslepky prozatím neutahujte a nechte jimi plyn lehce propouštět. Nejprve utáhněte záslepku odpadního proudu. Poté utáhněte záslepku výstupu permeátu. Pomalu utahujte záslepku výstupu retentátu a při tom sledujte nárůst tlaku ve všech proudech (P1 – P3). Tlak nesmí překročit hodnotu 10 bar(a). Pokud dojde k překročení tlaku, lehce opět povolte záslepku výstupu retentátu a snižte tlak na redukčním ventilu připojené láhve. Snažte se dosáhnout tlaku co nejbližší hodnotě 10 bar(a) ve všech měřicích místech (P1 – P3). Po dosažení požadovaného tlaku ponechte jednotku v ustáleném stavu a snižte nastavený průtok na 0 nL/h. Zastavte přívod plynu do jednotky. Odpojte vstupní místo a zaslepte ho příslušným šroubením. Zkontrolujte, zda nedochází k výraznému poklesu dříve dosaženého tlaku, pokud ano ujistěte se, že jsou všechny záslepky dostatečně utaženy. Jednotku případně dotlakujte opětovným připojením plynu, kdy již stačí opět nastavit nulový průtok na vstupu a po dosažení tlaku opět plyn

odpojit a vstupní místo zaslepit. Po ustálení tlaků uzavřete všechny manuální kohouty modulu.

Při tlakové zkoušce je nutné sledovat průběh teplot a tlaků v závislosti na čase. Data lze ukládat a zpracovávat podobně jako při běžném procesu měření.

Jednotka se považuje za těsnou, pokud v jednotlivých větvích hodnota tlaku nepoklesne o více než 0.1 % z počáteční hodnoty během 5 hodin tlakové zkoušky. Při vyhodnocování je nutno vzít v potaz také vývoj teploty pokud nebyla udržována na konstantní hodnotě.

Příloha č. 3 – Interní test funkčnosti modulů – výsledky

Tabulka: Charakterizace modulů dle interních standardů.

Test	Tok CO ₂ l/h	Tok CH ₄ l/h	Tlak Feed bar	Tlak Perm. bar	Teplota °C	Tok perm. g/h	CO ₂ v perm. %	CH ₄ v perm. %	Složení na vstupu (FEED) – dle analýzy
P2_2_č.1	75	75	8	1,21	25,2	84,0	70,0	30,0	FEED: 50,3% CO ₂ / 49,7% CH ₄
P2_2_č.2	50	50	11	1,6	25,4	102,0	63,3	36,7	FEED: 46,1% CO ₂ / 53,9% CH ₄
P2_2_č.3	100	100	8	1,27	25,4	87,6	71,4	28,6	FEED: 50,8% CO ₂ / 49,2% CH ₄
P2_3_č.1	75	75	8	0,398	25,3	39,4	85,8	14,2	FEED: 50,0% CO ₂ / 50,0% CH ₄
P2_3_č.2	50	50	11	0,577	25,6	52,9	84,1	15,9	FEED: 49,8% CO ₂ / 50,2% CH ₄
P2_3_č.3	100	100	8	0,417	26,3	40,8	85,8	14,2	FEED: 49,5% CO ₂ / 50,5% CH ₄
P2_3_č.4	40	40	11	0,577	26,4	52,8	83,9	16,1	FEED: 50,6% CO ₂ / 49,4% CH ₄

Příloha č. 4 – PID jednotky

