UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
CHEMICKO-
TECHNOLOGICKÁ

Oponentský posudek na dizertační práci Ing. Davida Horňáka „Recyklace mlékárenské odpadní vody s využitím membránových technologií"

Dizertační práce Ing. Davida Horňáka se zabývá velmi atraktivním a aktuálním tématem využití membránových technologií pro čištění průmyslových odpadních vod.

Ing. Horňák ve své disertační práci s rozsahem 155 stran podrobně popisuje experimentální práci a zpracování výsledků svého doktorského studia.

Teoretická část Ing. Horňáka shrnuje na 34 stranách publikované informace o problematice nakládání s technologickými vodami z mlékárenského průmyslu, o současných normách na kvalitu vyčištěných vod, o principu fungování a aplikaci různých membránových technologií i o problémech s tím spojených. Autor se zaměřuje na publikované metody praktického využívání membránových procesů pro čištění potravinářských odpadních vod, mimo jiné i na minimalizaci zanášení membrán, která je klíčová pro dlouhodobě udržitelné využití membránové technologie.

Následující kapitola „Výběr vhodné membránové technologie" na 2 stranách shrnuje možnosti použití mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmózy.

V další kapitole „Experimentální činnost" Ing. Horňák na 66 stranách podrobně popisuje jím aplikovaný proces vývoje vhodné technologie využívající membránové separace pro potenciální použití při čištění mlékárenských odpadních vod, který zahrnoval návrh a přípravu experimentů, realizaci experimentů, sběr a vyhodnocení získaných dat, porovnání výsledků se stanovenými cíli, identifikace technických či provozních nedostatků a následné konstrukční a provozní úpravy.

Za hlavní cíle jednotlivých vývojových kroků si Ing. Horňák správně vytýčil dosažení stabilního provozu charakterizovaného ustálenou intenzitou toku permeátu za současného udržení kvality permeátu, následně dosažení automatizace řízení a optimalizaci provozních podmínek vyvinuté membránové technologie. Grafické zpracování návaznosti těchto cílů v jednotlivých etapách Ing. Horňák přehledně zpracoval ve vývojovém diagramu experimentálního vývoje pilotní jednotky uvedeného na obrázku 15.

V následujících podkapitolách 5.3 až 5.6 Ing. Horňák popisuje provedení úprav na pracovišti instalované membránové jednotky tak, aby tyto úpravy splňovaly požadavky kladené na zadání práce, včetně možnosti on-line monitorování průběhu jednotlivých membránových procesů.

Během experimentálního ověřování Ing. Horňák identifikoval jako hlavní problém instalovaného uspořádání dead-end rychlé zanášení jednotky předčištění vod.

K takovému zanášení však u reverzní osmózy využívající techniku cross-flow nedocházelo, z čehož správně vyvodil, že by uspořádání cross-flow mělo mnohem lépe vyhovovat aktuálním požadavkům pro čištění mlékárenských vod.
Následně provedené úpravy vycházející z nákupu komerčních součástí postupně umožnily Ing. Horňákovi odstranit jednotlivé nedostatky, které souvisely s nedokonalým monitoringem, nízkou intenzitou toku permeátu a nárůstem teploty čištěných vod. Důvody pro tyto nedostatky při komunikaci s výrobci a dodavateli membránových technologií Ing. Horňák konzultoval a postupně odstranil tak, aby dosáhl očekávaných parametrů čištění a dosáhl stabilního provozu testovaných membránových separačních jednotek pracujících v režimu mikrofiltrace a ultrafiltrace s navazující reverzní osmózou. Následným experimentálním srovnáním předčištění vod z mlékárenského průmyslu student prokázal, že v rámci předúpravy kvality pro vstup na reverzní osmózu není zásadní rozdíl mezi aplikací mikrofiltrace a ultrafiltrace, čímž prokázal možnost zlevnění provozu navrhovaného zařízení tím, že lze pro čištění zmiňovaných vod aplikovat pouze předčištění mikrofiltrací s následnou aplikací reverzní osmózy bez pozorovatelného negativního dopadu na kvalitu vyčištěných vod i provozní charakteristiky zařízení. Tato zjištění Ing. Horňák přehledně diskutuje v závěru podkapitoly 5.5.2.
V následující kapitole 5.6 se autor práce zaměřil na hledání optimálních provozních podmínek sestaveného zařízení zahrnujícího předčištění mlékárenských vod mikrofiltrací s následnou reverzní osmózou, zejména na optimalizaci zpětného proplachu pro dosažení dlouhodobé stability provozu membránové jednotky.
V kapitole 6 Ing. Horňák hledá cesty pro další nakládání s tzv. retentátem, vodným roztokem zakoncentrovaných kontaminantů separovaných z mlékárenských vod. Jako vhodné východisko správně identifikuje možnost využití získaného koncentrátu biologicky odbouratelných kontaminantů v retentátu v procesu výroby bioplynu, přičemž tuto možnost následně úspěšně otestoval.
Ing. Horňák ve své práci vhodně navazuje kapitolou „Technicko-ekonomická analýza", ve které hodnotí náklady jím navrženého procesu čištění vod včetně nákladů na odstraňování kalu separovaného z retentátu procesem zahušťování.
V kapitole 8 Ing. Horňák diskutuje přínosy i aktuální limity jím vyvinuté recyklační membránové technologie pro využití v mlékárenském průmyslu.
V kapitole 9 „Budoucí práce" Ing. Horňák shrnul dosažené výsledky svého výzkumu a nastínil další kroky potřebné pro průmyslovou aplikaci vyvinutého zařízení.
Dizertační práce Ing. Horňáka je velmi dobře zpracována, je přehledná, čtivá, bez výskytu významnějších pravopisných chyb či výrazných formálních nedostatků.

UNIVERZITA
PARDUBICE
FAKULTA
CHEMICKO-
TECHNOLOGICKÁ

K předložené disertační práci Ing. Horňáka mám následující dotaz:

1. Jaká byla ekonomická náročnost všech modifikací a úprav Vámi zmiňovaného zařízení membránové jednotky (str. 66, kap. 5.3) dostupného v Laboratoři udržitelného nakládání s vodou a energetickými zdroji?

Lze konstatovat, že dizertační práce Ing. Horňáka splnila všechny stanovené cíle. Doktorand prokázal schopnost samostatně řešit vzniklé problémy, prokázal tvůrčí schopnosti v oblasti zaměření jeho výzkumu a prokázal jednoznačný přínos své práce pro oblast čištění průmyslových odpadních vod z mlékárenského průmyslu. Jeho práce posunuje možnosti aplikace membránových technologií do specifické oblasti čištění vod z potravinářského průmyslu.
Student v předložené práci doložil vysokou formální i jazykovou úroveň práce.
Závěrem lze konstatovat, že záběr předložené dizertační práce Ing. Davida Horňáka je velmi široký a splňuje zadání.
Disertační práce splňuje podmínky uvedené v § 47, odstavce 4 vysokoškolského zákona, konkrétně skutečnost, že předložená disertační práce obsahuje původní a uveřejněné výsledky.
Ing. Horňák prokázal tvůrčí schopnosti v oblasti aplikovaného výzkumu membránových separací a jím předložená disertační práce splňuje požadavky standardně kladené na disertační práce ve studovaném oboru.
Předloženou dizertační práci Ing. Davida Horňáka proto doporučuji k obhajobě a doporučuji též, aby Ing. Davidu Horňákovi byl udělen akademický titul Ph.D.

V Pardubicích, 27. 8. 2026

prof. Ing. Tomáš Weidlich, Ph.D.
Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Fakulta chemicko-technologická, Studentská 573, 532 10 Univerzita Pardubice