Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Institut celoživotního vzdělávání ve spolupráci s
Ústavem zemědělské, potravinářské a environmentální techniky
Brno, Zemědělská 1, PSČ 613 00

Možnosti dočištění kontaminovaného vzduchu jímaného z výstupu biofiltru

Brno 2007

Název	**Možnosti dočištění kontaminovaného vzduchu jímaného z výstupu biofiltru**
Objednatel	**Česká republika - Ministerstvo zemědělství** **Praha 1, Těšnov 17, PSČ 117 05** **Odbor bezpečnosti potravin, environmetálního rozvoje a prevence znečištění** **IČ: 00020478**
Důvěrnost, copyright a kopírování	Důvěrné sdělení. Tento dokument byl zpracován na základě Smlouvy o dílo č. 16/IPPC/2007. Obsah nesmí být poskytován třetím stranám za jiných podmínek, než jak je uvedeno ve smlouvě.
Jednací číslo	PM/ED/300907
Zpráva číslo	300907/MZe/MZLU/IPPC
Status zprávy	Vydání 2
Zhotovitel	**Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně** **Institut celoživotního vzdělávání ve spolupráci s Ústavem zemědělské, potravinářské a environmentální techniky** Brno, Zemědělská 1, PSČ 613 00
Hlavní řešitelé **Spoluřešitel**	Dr.Ing. Petr Marada, Ing. Aleš Chytil prof.ing. Jan Mareček , DrSc.

	Jméno	**Datum**
Vypracoval	Dr.Ing. Petr Marada	9.10. 2007
Revidovala	Ing. Šárka Štrachotová	9.10. 2007

Obsah

		Str.
1.	Úvod	4
2.	Technologický popis užívaných biofiltrů v zařízeních na využití VŽP	6
3.	Způsob dočištění kontamin. vzduchu jímaného z výstupu biofiltru	12
3.1	Přetlaková hala	14
3.2	Vzduchové rozmlžovací zařízení	19
4.	Závěr	27
5.	Seznam obrázků	28
6.	Použitá literatura	28

Tento dokument byl vypracován na základě Smlouvy o dílo č.16/IPPC/2007 Mendelovou zemědělskou a lesnickou univerzitou v Brně jako jeden z funkčních úkolů Technické pracovní skupiny č. 6.5, kterou zřídilo Ministerstvo zemědělství (MZe) pro podporu a uplatňování zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o IPPC).

Předmětem řešení je Etapa 3) **Možnosti dočištění kontaminovaného vzduchu jímaného z výstupu biofiltru.**

Biofiltr jako jedna z nejlepších dostupných technik (BAT) je efektivní řešení pro čištění vzdušniny, přičemž ale při dekontaminaci zápašných látek není zajištěna 100% účinnost (stav bez zápachu). Cílem úkolu bylo stanovení dalšího vhodného, efektivního postupu pro dočišťování a dále vývoj dalšího stupně čištění vzdušniny opouštějící biofiltr.

Řešitelé děkují společnosti IP Projekt a.s. Ostrava za poskytnutí cenných informací o technologii a společnosti REC Mankovice s r.o. (Sabina Jordánová) za možnost ověření praktické aplikace a pořízení odpovídající fotodokumentace.

1 . Úvod

Biologické čištění odpadních plynů je využíváno při odstraňování zápašných látek ze vzdušniny vznikající v provozech zpracovávajících vedlejší živočišné produkty a živočišné odpady (VŽP). Jedná se o moderní způsob čištění organického znečištění, využívající enzymatického vybavení mikroorganismů na rozklad nežádoucích organických látek obsažených v plynech.

Biofiltrace, která je v podmínkách těchto zařízení prováděná převážně prostřednictvím biofiltru s pevným ložem, patří mezi biotechnologie, kdy vzduch znečištěný pachovými látkami je vyčištěn pomocí aktivity mikroorganismů imobilizovaných na pevném nosiči. Využívá se zde biodegradace - rozkladu biologicky rozložitelných organických látek, resp. anorganických látek pomocí mikroorganismů.

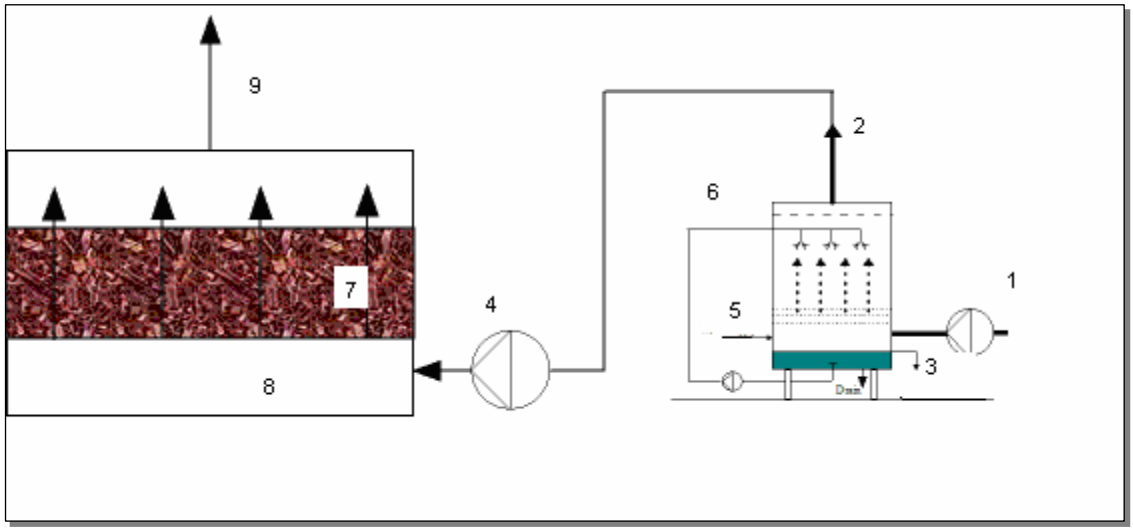
Biofiltrace vzduchu je technologie, která se vzhledem ke zdokonalování, inovacím a také nízkým provozním nákladům, stává stále častěji používanou technologií pro minimalizaci těkavých organických látek a některých anorganických polutantů. Vzhledem k tomu, že pachové látky se vyskytují často v přiměřeně nízkých koncentracích a patří mezi látky biologicky snadno odbouratelné, je biofiltrace optimálním a velmi účinným řešením jejich eliminace.

Na základě četných analýz provozovaných biofiltrů bylo zjištěno, že některá zařízení nejsou navržena v souladu s výrobně provozními parametry a svoji funkci plní jen částečně. V referenčních dokumentech o BAT, součástí kterých je pojednáváno i o biofiltrech jako nejlepší dostupné technice se uvádí, že jejich průměrná účinnost je mezi 60 až 90 %, pokud jde o eliminaci zapáchajících látek z odsávaného vzduchu provozů nakládajících s vedlejšími živočišnými produkty a živočišným odpadem.
Z těchto důvodů je velmi žádoucí řešit, jak minimalizovat dopady na životní prostředí vzniklé sníženou účinností biofiltrace.

2. Technologický popis užívaných biofiltrů v zařízeních na využití VŽP

.

Nejčastěji využívané systémy biofiltrů v podmínkách zařízení nakládajících s VŽP jsou koncipovány tak, že kontaminovaný vzduch je tlačen do nádoby (nádrže biofiltru s pevným ložem) zpravidla přes mezidno, jehož účelem je vyrovnání proudu vzdušiny do laminárního proudění a následně do vrstvy lože (náplně) s mikrobiální kulturou. Princip klasického biofiltru s pevným ložem ukazuje obrázek č. 1.



Obr. č. 1 Schéma biofiltru (Auterská P, 2006)

1…Přívod odpadního vzduchu, 2…zvlhčený vzduch po průchodu vodní pračkou, zbavený pevných nečistot a částečně pachových látek, 3…přepad znečištěné odpadní vody, 4…ventilátor, 5…přívod čisté vody, 6…recirkulace prací vody, 7…náplň biofiltru, 8…rozvod odpadního vzduchu, 9…vyčištěný odpadní vzduch.

Přívod odpadního vzduchu

Odpadní vzduch je zpravidla zvlhčován ve vodních pračkách před vlastním vstupem do biofiltru. Zvlhčený vzduch je nutný z důvodu přestupu polutantu k mikroorganismům přes kapalné prostředí, ve kterém je polutant rozpustný.

Předřazené pračky jsou vhodné především tam, kde je vzdušina znečištěna tuhými nečistotami či kapénkami tuku. Tyto látky se ve vodních pračkách ve velkém

množství odloučí a sníží zatížení biofiltru. Účinnost vodních praček bývá cca 60-80%. Následně je odpadní vzduch je zpravidla tlačen do dna biofiltru. Tento systém je z hlediska kinetiky sorpce škodlivin na povrch náplně biofiltru vhodnější než systém, kdy je vzdušina odsávána až za biofiltrem.

Nosič biomasy

Obecně lze shrnout funkce nosiče biomasy takto:

- je zásobárnou vody (pokud je tento řádně zavlažován – především v letních měsících; nadbytek vody však není s ohledem na degradaci materiálu nosiče vhodný);
- zásobuje mikroorganismy látkami nezbytnými pro jejich činnost, které nejsou obsaženy v přiváděné vzdušnině;
- vyrovnává kolísání koncentrace polutantů přiváděných do biofiltru, snižuje kolísání teploty, vlhkosti a udržuje téměř konstantní pH;
- sorbuje polutanty;
- zásobuje mikroorganismy živinami v době odstávky biofiltru;
- zásobuje mikroorganismy kyslíkem.

Nosič biomasy musí mít dostatečnou porozitu a dostatečný objem dutin. Porozita by se měla pohybovat v rozmezí 40 % až 60 %. Materiály pro odstraňování zápachu ze zdrojů souvisejících s provozy nakládajícími s VŽP mají porozitu až 90 %. Obě vlastnosti přispívají k nízké tlakové ztrátě a malému odporu pro procházející vzdušinu. Porozita ovlivňuje odvádění vody a tím zvyšuje přestup kyslíku.

Náplň je tvořena přírodními materiály jako je například kůra stromů, štěpky, kokosová vlákna, rašelina, humus apod. Materiál náplně biofiltru s pevným ložem musí mít vysokou vodní kapacitu (schopnost zadržovat vodu), aby nedocházelo k rychlému vysychání.

Nedostatek vodní kapacity či přesycení náplně biofiltru jsou pro odpovídající chod biofiltru kvalifikovány jako nežádoucí události, které negativně působí na celkovou účinnost čištění.

Přírodní nosič nesmí podléhat rychlému biologickému rozkladu. Pokud nosič podléhá rychlému biologickému rozkladu, zkracuje se životnost filtračního lože a zvyšuje se tlaková ztráta biofiltru.

Obr. č. 2 Příklad nosiče - dřevní štěpka

Bakteriální kultura

V procesu biofiltrace se na nosiči, při dodržení obecných podmínek, za určitou dobu vytvoří biologická kultura mikroorganismů, která je schopna rozkládat přiváděné biodegradabilní znečištění.

Teplota

Teplota má velký vliv na účinnost biofiltrace. Pro biofiltraci kontaminované vzdušniny z provozů nakládajících s VŽP dosahujeme žádaného procesu při teplotách 10-25℃. U běžných typů mikrobiologických kultur se při teplotě pod 10 ℃ exponenciálně snižuje aktivita těchto mikroorganismů. Lože biofitru umístěné v zemi zpravila nepromrzá, protože do biofiltru vstupuje teplý vzduch. Problém může nastat, pokud jsou mikroorganismy vystaveny teplotě plynu krátkodobě (v rozmezí minut - dní) nad 40 ℃. V tomto případě dochází u běžných kultur k nedostatečné výměně kyslíku, koly bakterií a následné sterilizaci biofiltru.

Vlhkost nosiče

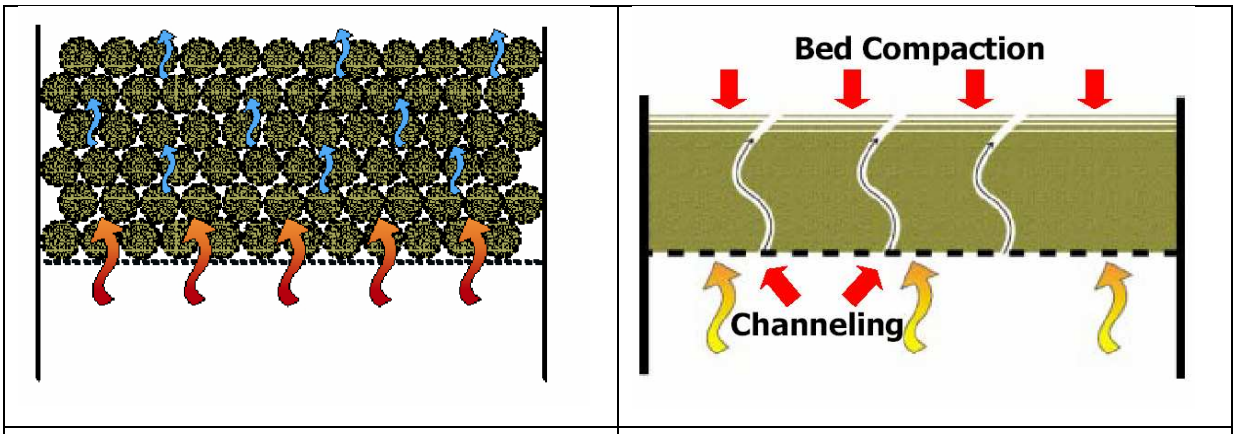
Jak bylo již uvedeno, pro dobrý přestup polutantu k mikroorganismům je nutná dostatečná vlhkost lože. Vhodná hodnota je 60-80 %. Samotné předřazené pračky vzduchu nejsou často schopny tuto podmínku zajistit. To se stává především v

případech, kdy se jedná o velkoplošné biofiltry, o biofiltry které čistí teplý suchý vzduch, otevřené biofiltry v letních horkých dnech. Proto je vhodné konstruovat jako součást biofiltrů též povrchové zkrápění. Náplň se zkrápí vodou nebo roztokem živin, popřípadě střídavě.

Problematika nekvalitní náplně biofiltru

Při použití přírodního substrátu dochází v průběhu provozu k **mineralizaci lože, sesedání lože, zvyšování tlakové ztráty na loži, k vysychání lože a k zarůstání lože mikroorganismy v prostorách dobře zvlhčovaných. Tyto faktory vedou k tvorbě tzv. vzdušných komínů, tedy míst kde je nižší tlaková ztráta.** Tato místa propustí více čištěného vzduchu, zvýší se rychlost proudění vzduchu, **vzniká větší proschnutí místa, tím se ještě více sníží tlaková ztráta.** Vzduch proudí cestou nejmenšího odporu, tedy tímto vzduchovým komínem. Snižuje se doba kontaktu kontaminované vzdušiny s ložem biofiltru, navíc proschlá místa neobsahují aktivní mikroorganismy. Tím dochází k úniku velkého množství nevyčištěného vzduchu a snižuje se účinnost biofiltru.

Příklady proudění v nehomogenním, nepropustném biofiltru a biofiltru s homogenní náplní ukazuje obrázek 8.



Homogenní lože	Nehomogenní lože, tvorba vzd. komínů

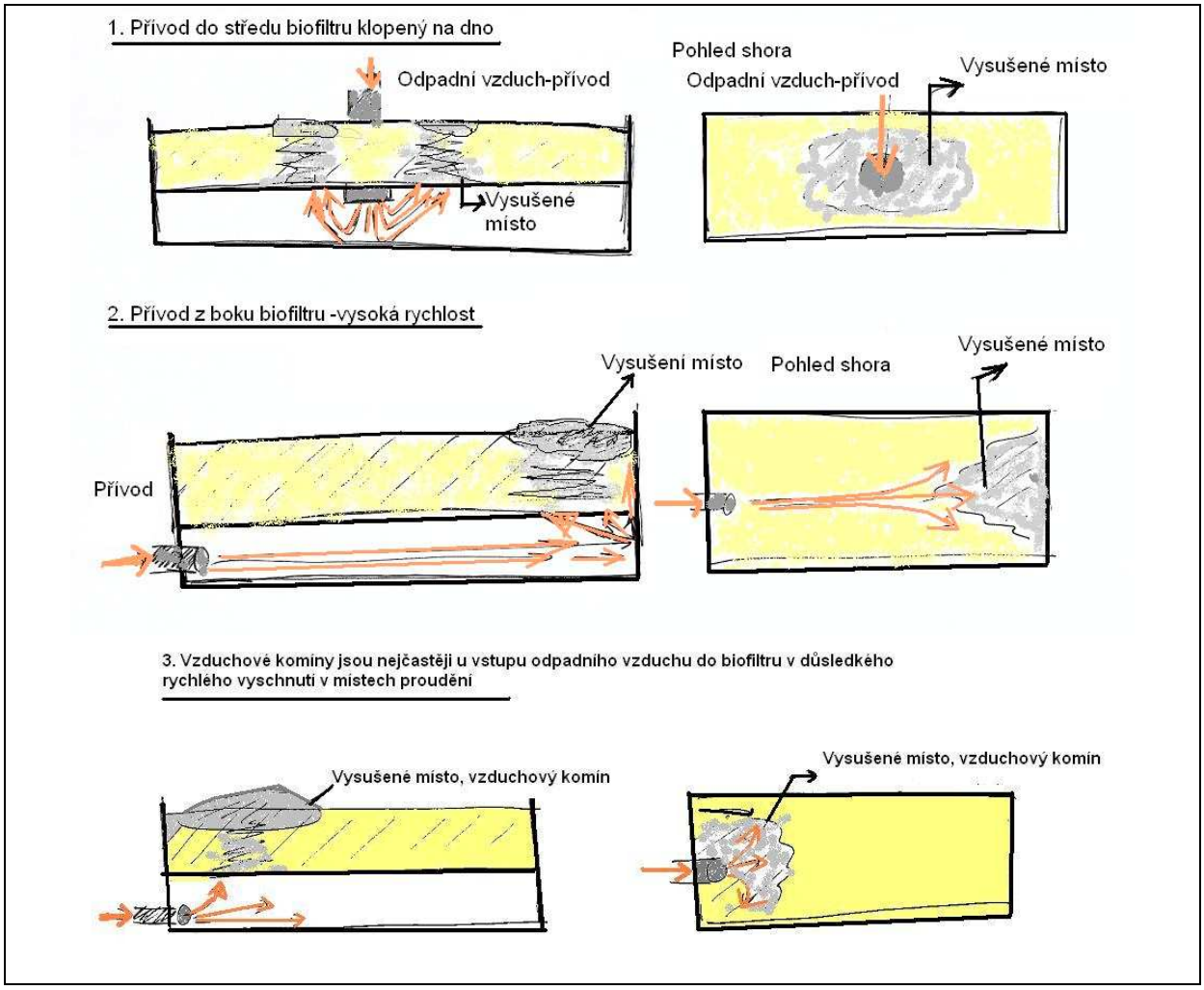
Obr. č. 3 Příklad proudění vzdušiny v homogenní a nehomogenní náplni biofiltru

Důvody tvorby vzduchových komínů v loži biofiltru

Významný vliv na účinnost biofiltru má vliv kvalita distribuce odpadního vzduchu pod dno lože. Rychlost proudění vzduchu pod dno biofiltru a jeho distribuce by měla splňovat podmínku zajištění rovnoměrného laminárního proudění po celém loži biofiltry.

Důležitá je rovněž homogenita nosiče biomasy. Nevyrovnaný povrch a nehomogenita vede k rozdílným tlakovým ztrátám ve vrstvě náplně a dochází opět k tvorbě vzduchových komínů. Nemalou roli hraje i rovnoměrnost zvlhčení lože biofiltru.

Všechny tyto faktory snižují účinnost biofiltrů a jsou současně podstatou problému při vzorkování vyčištěného vzduchu při realizaci monitoringu na biofiltrech. Příklady proudění vzduchu ukazuje obrázek č. 4.



Obr. č. 4 Příklady nesprávné funkce rozvodu vzdušniny pod ložem a průchodu filtračním materiálem (Auterská, 2006)

I přes všechny snahy o minimalizaci vzduchových komínů neexistuje ideální biofiltr, který by nějaká "hluchá" místa neměl. Důležité je maximálně eliminovat všechny faktory, které malí vliv na tvorbu vzduchových komínů a tím zvýšit účinnost biofiltru.

Častým problémem je vysychání biofiltru u stěn nádrže, které je způsobeno nižším odporem lože podél stěn. V takovémto případě je vhodné umístit na rošt u stěn cca. 10 cm izolace ohrnuté na stěnu biofiltru, aby proudění nemohlo probíhat těsně podél stěn.

Souhrn podstatných vlivů na účinnost biofiltrů je následující::

- vlhkost filtračního materiálu – lože (odstraňované látky z kontaminované vzdušniny zařízení nakládajících s vedlejšími živočišnými produkty jsou většinou rozpustné ve vodním prostředí; čím lépe jsou látky rozpustné ve vodě, tím bývá větší pravděpodobnost snadné biodegradace. Podmínkou tohoto čištění je odpovídající, nejlépe stálá, vlhkost biofiltru, která je s ohledem na rychle se měnící klimatické podmínky regionů České republiky obtížně dosažitelná.
- doba zdržení zápašné vzdušniny v nosném médiu (Pro některé látky, které mají pevnou chemickou vazbu, jako jsou merkaptany, sirovodík, aromáty apod. je potřebná delší doba kontaktu kontaminantu s konkrétními mikroorganismy, které je umí utilizovat).

- koncentrace polutantu (významným parametrem určujícím účinnost biofiltru je tzv. látkové zatížení, tedy hodnota, která určuje, kolik polutantu je možné pomocí biodegradace dané látky odstranit za časovou jednotku.
- poréznost nosného média biofiltru (homogenita, zamezení zarůstání náletem rychle rostoucích bylin a dřevin) a především
- vyrovnanost fyzikálních a chemických indikátorů prostředí ve kterém dochází k biodegradaci (vzhledem k téměř konstantnímu množství a složení kontaminovaného vzduchu je rychlost biodegradace velice nízká; mezi klíčové ukazatele řadíme např. anaerobní prostředí, teplotu, změnu pH apod.) .

Biofiltry v podmínkách zařízení nakládajících s vedlejšími živočišnými produkty a živočišnými odpady

Z již provedených realizací biofiltrů především v podmínkách asanačních podniků je známo, že projekce těchto zařízení vycházela často pouze z empirických vztahů, čímž docházelo při jejich návrhu k jejich poddimenzování, takže třeba již zcela nové zařízení začalo pracovat jako přetížené. Důvodem je často podcenění úvodního monitoringu nebo jeho nesprávné provedení.

Přes vysokou účinnost „správně pracujících“ biofiltrů při čištění pachových látek odchází z biofiltrů emise o různých koncentracích pachových látek. Emise pachů unikajících z biofiltru byly kvantifikovány, aby bylo možné říci, jak biofiltr pracuje a zda je dostatečný (Auterská, 2006). Měřením byla prokázána nerovnoměrná distribuce vzduchu ve dnu biofiltru a častá tvorba vzduchových komínů u biofiltrů, které nebyly dodatečně zvlhčovány na povrchu lože.

3. Způsob dočištění kontaminovaného vzduchu jímaného z výstupu biofiltru

Za účelem možnosti řízení výše uvedených faktorů a dočištění pachových látek z biofiltru bylo navrženo řešení, které spočívá v tzv. zakrytí biofiltru a vytvoření odpovídajícího prostředí pro biodegradaci.

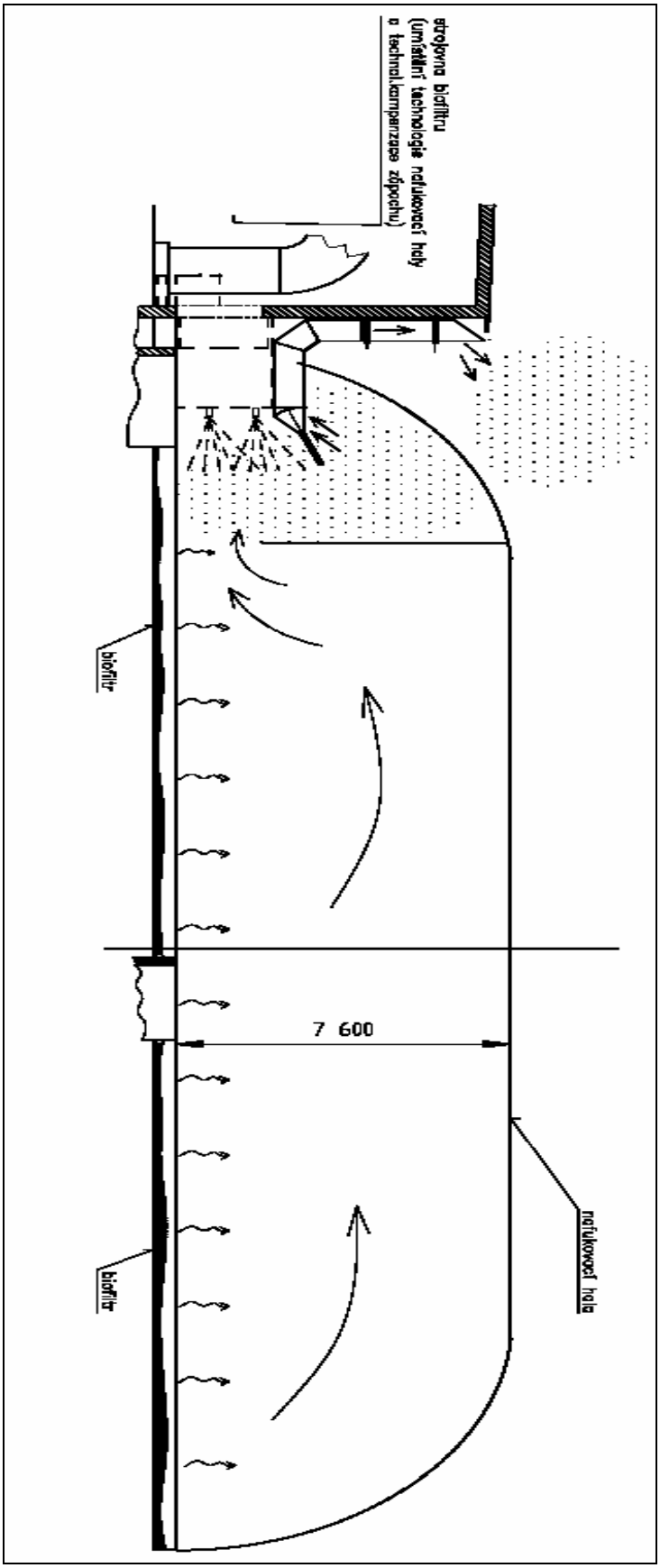
Komín ze zastřešeného biofiltru bývá vyveden nad střechu objektu, aby docházelo k lepšímu rozptylu zbytkového polutantu. Zakrytí je provedeno tak, aby byl biofiltr lehce přístupný pro kontrolu pH, zajištění vlhkosti apod. a aby byla snadná demontáž v případě zkypření, nebo výměny substrátu. Zakrytí biofiltru je navrženo prostřednictvím plachty.

Navržené zařízení dále využívá efektivní dekontaminace zapáchajícího vzduchu před jeho rozptýlením do okolního (životního) prostředí. Tato dekontaminace je prováděna prostřednictvím aplikace velmi jemné mlhy vytvářenou pomocí speciálních trysek. Do trysek je dopravována voda obohacená o koncentrát, který je schopen zapáchající složky ve vzduchu rozložit na soli a vodu. Nejedná se tudíž o parfemaci nebo překrytí zápachu, ale o degradaci molekul pachových látek.

Celé zařízení je tvořeno dvěma provozními soubory:

- přetlakovou halou
- vzduchovým rozmlžovacím zařízením.

Činnost zařízení je automaticky řízena v závislosti na provozním režimu stávajícího biofiltru.



Obr. č. 5 Funkční schéma zařízení

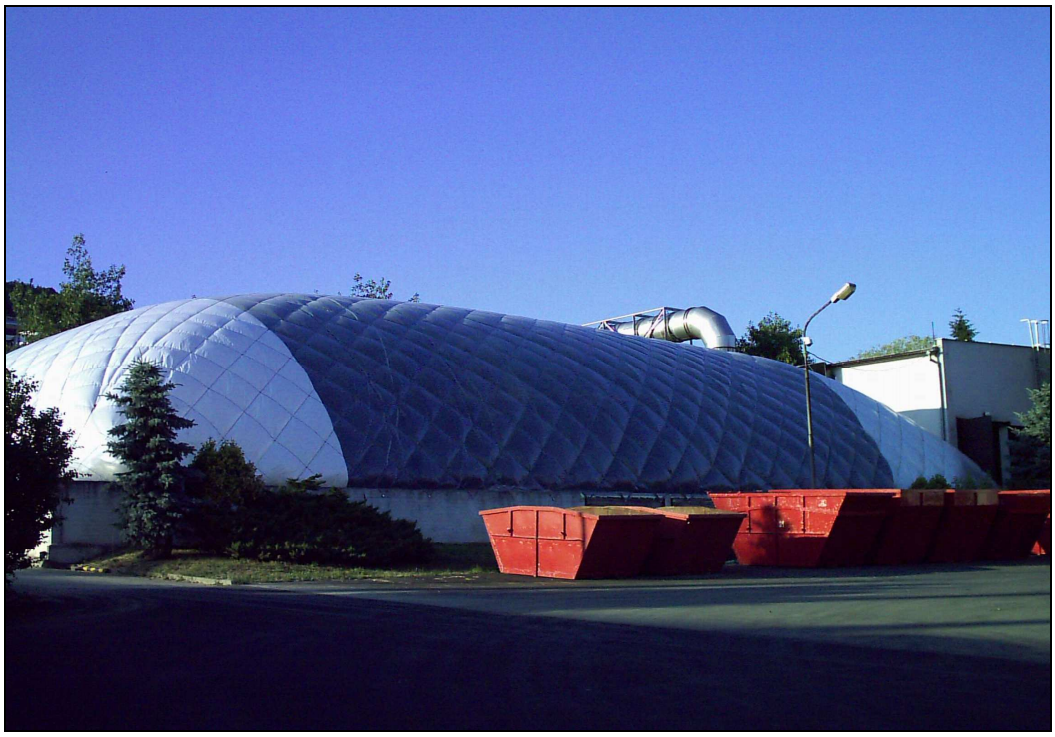
3.1 Přetlaková hala

Popis zařízení

Základní nosnou konstrukci tvoří zelená, ale dostatečně světlopropustná textilie z vyztuženého PE, s nosnou tkaninou s gramáží cca 280–300 g/m^2. Volba materiálu a jeho gramáž vychází z parametrů ventilátoru biofiltru. Tato tkanina splňuje veškeré požadavky po stránce základních fyzikálních vlastností, splňuje požadovanou pevnost v tahu a trhu a současně splňuje i přísná kritéria protipožární ochrany staveb. Stupeň hořlavosti používaného materiálu je dle příslušné ČSN 73 0862 v kategorii C-1 - těžce hořlavý, což odpovídá hodnocení dle DIN 4102 – B1. Fólie je svařována na svářecím automatu z dílčích pruhů horkým klínem. Celá kopule haly je provedena v jednom barevném odstínu v zeleném provedení.

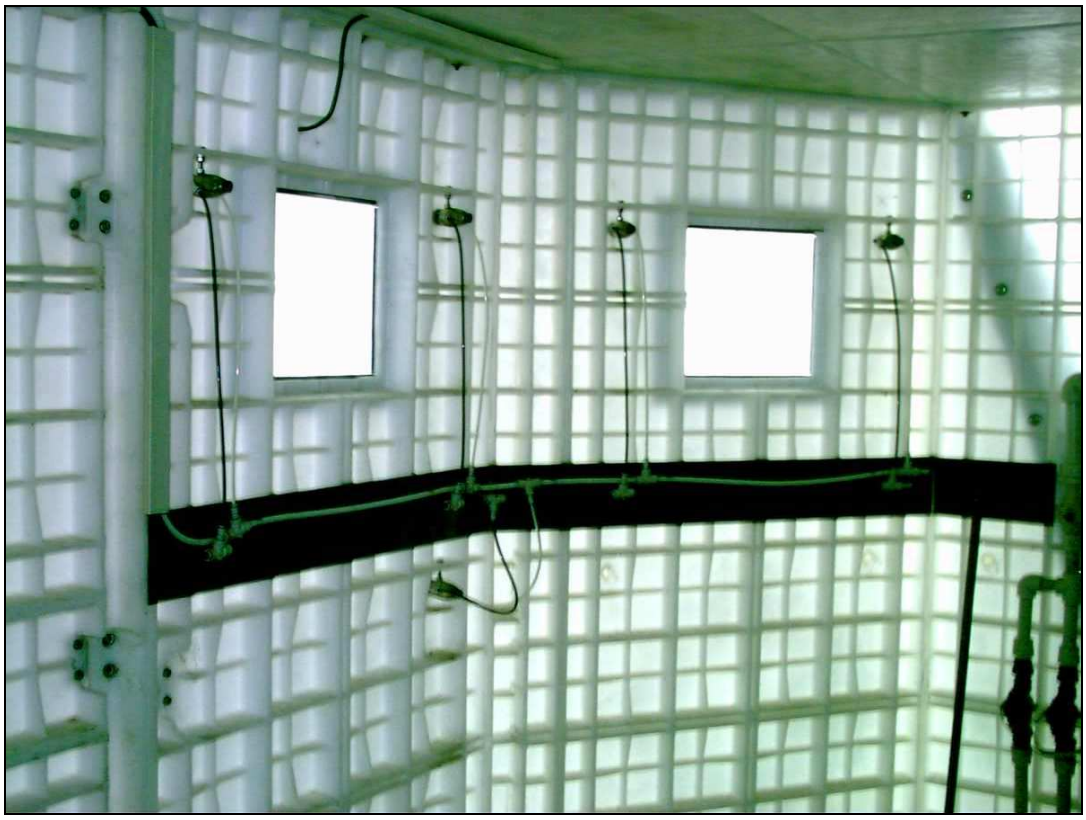
Na nosné fóliové konstrukci je položena průsvitná ochranná fólie tl. 0,2 mm. Tato krycí fólie, lépe krycí ochranný film, má od výrobce 5-letou garancí proti UV záření v extrémních oblastech na celoroční sluneční svit. Svou speciální povrchovou úpravou zamezuje vnějšímu znečištění haly a poškození prostřednictvím nečistot z ovzduší do povrchu fólie. Povrch haly tak zůstává stále relativně čistý.
Přes takto vytvořené stěny haly je přetažena nosná lanová síť, která je zakotvena v odstupech cca 1,5 m do spodní stavby (vany) biofiltru a dává hale požadovaný tvar. Nosná síť je vyrobena z ocelových pozinkovaných lan o průměru 6,3mm, která jsou „umrtvena“ proti kroucení a mají duši zalitou v plastu.

Celá hala je po obvodu utěsněna systémem utěsňovacích vaků, do kterých je přesahující nosná plachta zarolována a vnitřní přetlak tak plachtu přitlačuje na nosnou ocelovou síť.



Obr. č.6 Dvouplášťová folie potažená ocelovým lankem

Hala je vybavena vchodovým objektem s přetlakovým vyrovnáním, který je řešen jako tlakově neutrální komora vybavená mechanicky otevíranými dveřmi pro průchod komorou a vstup do prostoru biofiltru. Tato manuálně obsluhovaná tlakově neutrální komora současně slouží i pro instalaci rozvodů a uchycení rozmlžovacích trysek - vysokotlakého rozmlžovacího zařízení.



Obr. č. 7 Vchodový objekt s přetlakovým vyrovnáním

Přetlaková hala je držena vnitřním přetlakem cca 300 Pa, který je při běžném provozu vytvářen stále běžícím provozním ventilátorem biofiltru, odsávajícím znečištěnou vzdušninu z provozů zařízení. V případě vyřazení provozního ventilátoru biofiltru z provozu je automaticky uvedeno do činnosti dmychadlo, které zajistí požadovaný přetlak v hale a tím vlastní stabilitu pneumatické konstrukce do doby opětovného spuštění provozního ventilátoru biofiltru.

Pokud dojde k výpadku elektrické energie je stabilita haly zajištěna náhradním tlakovým ventilátorem poháněným naftovým motorem. Celý systém je řízen automaticky s tím, že bezpečnost haly je stále zajištěna dvěmi nezávisle na sobě pracujícími jednotkami. Pro zajištění řízeného odvodu již dekontaminovaného vzduchu z přetlakové haly je v prostoru před tlakově neutrální komorou zavěšena dělící přepážka a celý systém přívodu a odvodu vzduchu je vybaven soustavou vyrovnávacích a přepouštěcích gravitačních klapek, pracujících automaticky v závislosti na provozním režimu biofiltru a přetlaku uvnitř haly.

Obr. č.8 Pohled na dělící přepážku a systém přívodu a odvodu vzduchu

Technické a provozní parametry :

Základní parametry přetlakové haly	
Délka přetlakové haly	Dle rozměrů nosného lože biofiltru
Šířka přetlakové haly	
Výška přetlakové haly	
Celková plocha	
Požadovaný přetlak v hale	300 – 320 Pa
Dmychadlo	
Výrobce ventilátoru	ROSENBERG GmbH
Typové označení ventilátoru	DHAD 560
Příkon elektromotoru	8 kW / 400 V
Počet otáček hlavního tlakového ventilátoru	1.300 ot/min
Pracovní výkon ventilátoru	24.000 – 30.000 m^3/h vzduchu
Náhradní tlakový ventilátor	
Výrobce naftového motoru	LOMBARDINI S.p.A.
Typové označení naftového dvouválce	Lombardini 2/17

Výkon naftového motoru	17 kW
Počet otáček naftového motoru	3.000 ot/min
Výrobce ventilátoru	ROSENBERG GmbH
Typové označení ventilátoru	TRZ 560
Počet otáček náhradního ventilátoru	1.100 ot/min
Pracovní výkon náhradního ventilátoru	24.000 – 30.000 m^3/h vzduchu
Kapacita startovacího akumulátoru	12 V / 72 Ah
Kapacita zásobníků paliva (nafty)	20 litrů
Doba provozu náhradního zdroje na nádrž	cca 8 – 12 hodin provozu bez dolití paliva

Základy obsluhy a údržby zařízení

Přetlaková hala je konstruována a přizpůsobena tak, že může být v běžných podmínkách funkční celoročně zcela automaticky. Nejedná se však o zařízení, které nevyžaduje údržbu. Při provozování přetlakové haly je třeba brát zřetel na to, že se jedná o pneumatickou stavbu, jejíž stabilita je zcela odvislá od tlakových poměrů vně a uvnitř haly. Hala je plně držena vnitřním přetlakem a tato specifičnost konstrukce vyžaduje zvýšenou pozornost obsluhy zejména při provozování za extrémních povětrnostních podmínek, například při hlášeném silném větru, či intenzivním spadu mokrého sněhu.

Na základě právních požadavků musí provozovatel provádět s četností 1x za 5 let periodické revize elektroinstalace. Tuto periodickou revizi by měla provádět oprávněná osoba v místě instalace haly.

Vzduchotechnická jednotka nevyžaduje žádnou zvláštní údržbu. Dmychadlo, jakož i náhradní zdroj by měly být po sezóně (roční periodě) kontrolovány odborně způsobilou osobou.

Obsluha přetlakové haly dále provádí:

a) vizuální periodickou kontrolu přetlakové haly, a to jak z vnějšku, tak i z vnitřního prostoru.
b) vizuální kontrolu stavu kotev při periodické prohlídce a při extrémním počasí
c) periodickou kontrolu stavu technologického zařízení přetlakové haly a napojení haly na vzduchotechnickou jednotku.
d) servis a údržbu v souladu s technicko provozní dokumentací jednotlivých částí technologie.

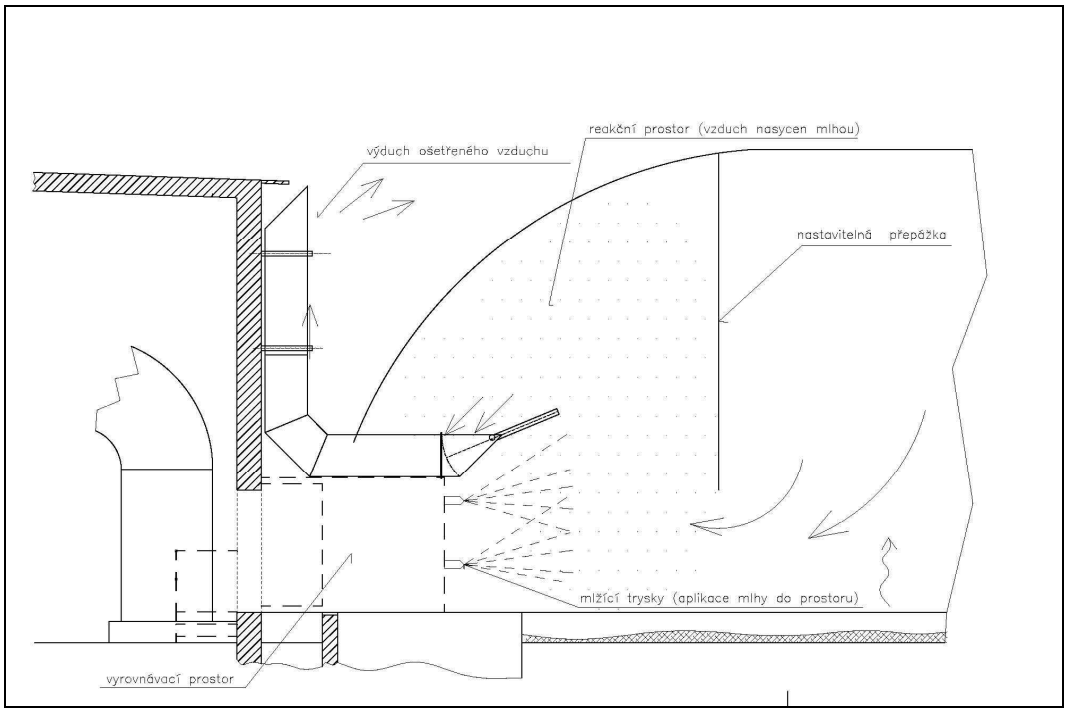
3.2 Vzduchové rozmlžovací zařízení

Popis zařízení

Vzduchové rozmlžovací zařízení pro dekontaminaci zápachu je instalováno ve strojovně půdního biofiltru (mimo vzduchových trysek, které jsou umístěny přímo v nafukovací hale, která překrývá celý půdní biofiltr).

Zařízení se skládá z níže uvedených komponentů:

- řídící skříň
- zásobník na koncentrát
- potrubní rozvod – rozvod tlakového vzduchu a rozvod vody
- elektrozařízení + ovládací skříně
- vzduchové rozprašovací trysky



Obr. č. 9 Funkční schéma rozmlžovacího zařízení

Řídící skříň slouží k napájení vzduchových rozprašovacích trysek, které jsou umístěny přímo na technologii v nafukovací hale a v technologické vyrovnávací místnosti (mezi halou a strojovnou).

Před vstupem do řídících skříní na společném přívodu vody je umístěn hlavní uzávěr vody a za ním filtr s hrubou filtrací (250 μm – je použita filtrační vložka omyvatelná) a dále filtr s jemnou filtrací (5 μm – zde je použita filtrační vložka vyměnitelná). Tento filtr je dále vybaven UV lampou pro ošetření vstupní vody (likvidace mikroorganismů). Na společném vstupu tlakového vzduchu se nachází hlavní uzávěr.

Řídící skříň obsahuje regulační prvky pro vodu, koncentrát a tlakový vzduch. Na vstupu vody do řídící skříně je umístěn uzavírací ventil přívodu vody označený nápisem a dále je zde redukční ventil s manometrem pro nastavení pracovního tlaku vody a tlakový spínač pro signalizaci nízkého tlaku vody. V řídící skříni se nachází elektromagneticky ovládaný uzavírací ventil pro otevírání přívodu vody. Dále je v obvodu vody umístěn zpětný ventil a injekční ventil, do kterého je zaveden přívod koncentrátu od dávkovacího čerpadla. Dávkovací čerpadlo je vybaveno svým vlastním vypínačem; chod čerpadla a minimální hladina koncentrátu v zásobníku je signalizována.

Obr. č. 10 Pohled na dávkovací čerpadlo, zásobníky koncentrátu a řídící skříň

Na vstupu tlakového vzduchu do řídící skříně je umístěn uzavírací ventil přívodu tlakového vzduchu označený nápisem, dále je ve skříni elektromagneticky ovládaný uzavírací ventil, redukční ventil pro nastavení pracovního tlaku vzduchu a manometr s tlakovým spínačem pro signalizaci nízkého tlaku vzduchu.
Elektromagneticky ovládané uzavírací ventily jsou opatřeny kontrolou chodu.

Přívody vody a vzduchu do skříně jsou umístěny na levé straně skříně a vývody ze skříně jsou na pravé straně řídící skříně. Ve skříni je rovněž instalováno dávkovací čerpadlo a přívody k němu jsou ve spodní části skříně.

Zásobník na koncentrát

Každý zásobník má obsah 60 l a je vybaven nalévacím otvorem se šroubovacím uzávěrem. Dále je na zásobníku otvor, přes který jde nasávací hadice, která je v zásobníku opatřena sacím ventilem s filtrem a hladinovým spínačem pro indikaci minimální hladiny v zásobníku. Minimální hladina je signalizována červenou kontrolkou na dávkovacím čerpadle. Při sepnutí minimální hladiny v zásobníku dojde k vypnutí dávkovacího čerpadla. Plnění zásobníku se provádí přes nalévací otvor přímo z kanystru nebo přes hadici opatřenou ručním čerpadlem se samospádem.
Řídící skříň je napojena na zásobník koncentrátu. Zásobníky jsou umístěny na podložce, která je opatřena odkapovou hranou pro zamezení úniků při plnění.

Potrubní rozvod

Potrubní rozvod je rozdělen na dvě samostatné větve, řídící skříň je pomocí potrubního rozvodu napojena na horní řadu trysek a na dolní řadu trysek.
Každá větev potrubního rozvodu je dále rozdělena na část potrubí tlakového vzduchu a potrubí vody s koncentrátem.
Potrubní rozvody jsou tvořeny polyuretanovými hadicemi s nástrčnými spojkami.

Elektrozařízení

Hlavní elektrorozvaděč je umístěn nalevo od vstupních vrat strojovny půdního biofiltru . Na rozvaděči jsou umístěny následující jističe:

- hlavní jistič
- hlavní vypínač
- vypínač řídící jednotky a ovládání
- jistič osvětlení

Na řídící skříni rozmlžovacího zařízení pro redukci zápachu je umístěna elektroskříňka ovládání řídící jednotky. Zde se nachází jistič ovládání včetně nouzového startu při ztrátě tlaku vzduchu a tlaku vody. Dále jsou zde signalizace napětí, provozu zařízení, porucha přívodů vzduchu a vody .

Za účelem zajištění potřebného tlaku vody a vzduchu je zařízení opatřeno kontrolou a příslušnou signalizací. Rozmlžovací zařízení startuje automaticky pomocí impulsního relé, které se sepne v okamžiku uvedení provozního ventilátoru biofiltru do provozu.

V případě delší odstávky rozmlžovacího zařízení, kdy nebyl tlak na vstupech tlakového vzduchu a vody, je nutno nastartovat rozmlžovací zařízení ručně v ovládací skříňce řídící jednotky. V případě vypnutí provozního ventilátoru biofiltru se automaticky vypne rozmlžovací zařízení a zapne se dmychadlo. V případě výpadku el. energie automaticky startuje náhradní tlakový ventilátor poháněný naftovým motorem.

Vzduchové rozprašovací trysky

Rozprašovací trysky jsou umístěny ve dvou řadách. Horní řada trysek je uchycena na vnější straně tlakově neutrální komory uvnitř nafukovací haly, dolní řada trysek je uchycena uvnitř tlakově neutrální komory a přes otvory ve stěně rozprašuje dovnitř nafukovací haly. Trysky jsou demontovatelné s možností nastavení směru rozprašování.

Obr. č.11 Pohled na rozmlžovací trysky

Jedná se o tzv. dvoumédiové rozprašovací trysky vybavené samočisticím zařízením. Do trysek je pod tlakem dopravována voda obohacená o koncentrát. Tlak vzduchu otevírá přívod vody a působí jako nosné médium při mlžení.

Technické a provozní parametry

parametry trysek:

přívod vody:	pracovní tlak	2,5 bar	
	spotřeba 8 ks – horní řada	po 4,5 l/hod	celkem 36 l/hod
	spotřeba 9 ks – dolní řada	po 6,5 l/hod	celkem 58,5 l/hod
přívod tl. vzduchu:	pracovní tlak	3 bar	
	spotřeba 8 ks – horní řada	po 42,5 l/min	celkem 340 l/min
	spotřeba 9 ks – dolní řada	po 63,8 l/min	celkem574,2 l/min

řídící skříň:

přívod vody:	min. tlak	3 bar
	napojení	½“
přívod vzduchu:	min. tlak	3 bar
	napojení	½“

přívod el. energie:

napětí 230 V, 50 Hz

příkon max. 500 W

dávkovací čerpadlo:

maximální tlak 10 bar

maximální dodávka 1,4 l/hod

Obsluha a údržba zařízení

Obsluhu zařízení může provádět jen osoba k tomu určená, seznámená s funkcí zařízení, jeho provozem a údržbou. Zaškolení obsluhy je nutno dokladovat, manipulace na zařízení bez oprávnění je zakázána.

Uvedení do provozu

Pro uvedení do provozu je nutno dodržet následující pracovní postup:

- provést vizuální kontrolu zařízení (uchycení trysek, přívody médií - voda a vzduch, elektronapojení, stav koncentrátu v zásobníku, netěsnosti)
- otevřít uzavírací ventily na vstupu vody a vzduchu, sepnout hlavní jistič a zapnout hl. vypínač, zapnout jistič řídící jednotky a ovládání
- po zapnutí zkontrolovat otevření vzduchu a následné otevření přívodu vody a zkontrolovat chod dávkovacího čerpadla,
- po nastartování opět zkontrolovat těsnost zařízení a chod vzduchových trysek
- vypnutí zařízení se provádí hlavním vypínačem a uzavřením přívodu vody a vzduchu ručně na uzavíracích ventilech (nutno dodržet při údržbě zařízení)

Údržba zařízení

Výrobcem je doporučováno, aby obsluha zařízení prováděla **denní prohlídku** zařízení v níže uvedeném rozsahu:

- vizuální kontrola zařízení
- kontrola těsnosti zařízení
- kontrola funkčnosti rozprašovacích trysek
- kontrola stavu koncentrátu v zásobníku, popř. doplnění

Dále je doporučováno provádět **kvartální servisní prohlídku** (1 x za 3 měsíce) v rozsahu:

- překontrolovat těsnost zařízení
- demontáž rozprašovacích trysek a jejich vyčištění, zpětná montáž
- demontáž přívodního potrubí k tryskám a jejich vyčištění (při zanesení)
- výměna filtrační vložky na filtru vody (pro jemnou filtraci 5 µm)
- vyčištění filtrační vložky na filtru vody (pro hrubou filtraci 250 µm – propláchnutí vložky)
- celková kontrola funkčnosti zařízení (kontrola mlžení trysek)
- celkové ošetření zařízení od nečistot
- kontrola stavu koncentrátu v zásobnících (popř. doplnění)

Kvartální servisní prohlídku je doporučována provádět kompetentní odbornou servisní firmou.

Použitý koncentrát

Pro dekontaminnaci zápachu byl použit speciální enzymatický koncentrát – **ECODOR EC 250**.

ECODOR EC 250 je čistě přírodní fermentovaný výrobek, který je určen biodegradaci zápašných organických látek vznikajících v provozu zařízení využívající VŽP. Kombinace efektivních enzymů způsobuje urychlení rozpadu a neutralizaci organických molekul, které zapříčiňují nepříjemný zápach.

Koncentrát obsahuje (dle informací distributora) přírodní bílkovinné enzymy a aktivní látky získané z obilnin, rostlinné výtažky a látku urychlující kvasný proces cukrů.

EC 250 je neparfémovaný, netoxický, nedráždivý, hypoalergenní a neobsahuje bakterie, je biologicky rozložitelný a zcela neškodný lidem a životnímu prostředí.

Způsob použití:

Pro rozprašování se koncentrát v zařízení ředí s vodou v poměru 1:250 až 1:500 (1 díl koncentrátu : 250 až 500 dílů vody). **Na základě vyhodnocení výsledků ověřovacího provozu bylo nastaveno ředění je 1:375.**

Koncentrát je nutné chránit před teplem, mrazem a UV zářením. Doporučená teplota pro uskladnění je +5ºC až 30 ºC (nutno chránit před přímým sluncem).

Z důvodů zajištění celoplošného a rovnoměrného zkrápění biofiltru (lože nosného média) a tím zajištění odpovídající vlhkosti biofiltru je součástí vybavení zařízení pro dočištění automatický závlahový systém.

Obr. č.12 Automatické zkrápěcí zařízení

4.Závěr

Za účelem **dočištění kontaminovaného vzduchu jímaného z výstupu biofiltru bylo navrženo** zařízení na dekontaminaci pachových látek. Toto zařízení je tvořeno přetlakovou halou, vzduchovým rozmlžovacím zařízením a souvisejícím technickým vybavením. Aplikace této koncové technologie byla projektována a aplikována v podmínkách zařízení na využití vedlejších živočišných produktů a živočišného odpadu – asanačního podniku REC Mankovice.

Z dostupných informací provozovatele a vlastního zjišťovacího ověření řešitele tohoto funkčního úkolu můžeme konstatovat, že technologie nám umožňuje v rámci procesu biofiltrace zajištění odpovídající a konstantní vlhkosti filtračního materiálu – lože biofiltru, která je podmínkou správné provozní praxe při čištění zápašných látek. Díky odpovídající vlhkosti je předpoklad dosažení homogenního lože biofiltru, které je podmínkou pro požadovanou dobu zdržení zápašné vzdušniny v nosném médiu (zabránění tvorby tzv. vzdušných komínů – viz. výše).

Významné je vyřešení problematických změn koncentrace přiváděných zápašných látek do biofiltru; aplikace rozmlžovací technologie je progresivním řešením v procesu vlastní dekontaminace. Významný přínos spočívá i v zamezení zarůstání vlastního půdního filtru náletem rychle rostoucích bylin a dřevin. Pro správnou biodegradabilitu zápašných látek je velmi oceňována téměř konstantní teplota jádra biofiltru (důležité pro život mikroorganismů). Aplikace přetlakové haly nám dále umožňuje prokazatelný a vypovídající monitoring souvisejících environmentálních indikátorů a následné přijímání příslušných opatření za účelem minimalizece negativních environmentálních vlivů.

Problematická však zůstává:

- ekonomická dostupnost - financování této koncové technologie (vzhledem k tomu, že dosud nebyly jasně kvantifikovány náklady provozovatelů málo účinným biofiltrů, nelze zcela jednoznačně vyhodnotit profit provozovatelů z investice do tohoto proaktivního přístupu).

- optimalizace složení a množství biotechnologického přípravku používaného na dočišťování odcházející vzdušniny z biofiltru (dle informací provozovatele byla účinnost posuzována pouze subjektivně).

Díky pozitivním reakcím provozovatele zařízení a zainteresovaných stran na pachové zátěži, jeví se aplikace přetlakové haly s rozmlžovacím zařízením jako použitelná a účelná dostupná technika.

5. Seznam obrázků

Obr. č. 1 Schéma biofiltru
Obr. č. 2 Příklad nosiče - dřevní štěpka
Obr. č. 3 Příklad proudění vzdušiny v homogenní a nehomogenní náplni biofiltru
Obr. č. 4 Příklady nesprávné funkce rozvodu vzdušniny pod ložem a průchodu filtračním materiálem
Obr. č. 5 Funkční schéma zařízení
Obr. č.6 Dvouplášťová folie potažená ocelovým lankem
Obr. č. 7 Vchodový objekt s přetlakovým vyrovnáním
Obr. č.8 Pohled na dělící přepážku a systém přívodu a odvodu vzduchu
Obr. č. 9 Funkční schéma rozmlžovacího zařízení
Obr. č. 10 Pohled na dávkovací čerpadlo, zásobníky koncentrátu a řídící skříň
Obr. č.11 Pohled na rozmlžovací trysky
Obr. č.12 Automatické zkrápěcí zařízení

6. Použitá literatura

Auterská P.: *Vypracování návrhu metodiky měření zápachu na biofiltrech*. *Zpráva o řešení funkčního úkolu pro MZe*. MZLU v Brně. Brno 2006. 19 s.

Auterská, P., Marada, P., Mareček, J.: *Provozování půdních biofiltrů v podmínkách zařízení na odstraňování nebo využití konfiskátů živočišného původu a živočišného odpadu.* Zpráva o řešení funkčního úkolu pro MZe. MZLU v Brně 2007. 45 s.

Chytil, A.: *Návod pro obsluhu a údržbu „Zařízení pro kompenzaci zápachu“*. IP Projekt a.s.. Ostrava 2007.

Kolektiv autorů: Kompendium sanačních technologií. Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim 2006. str.170 - 175

Marada,P., Havlíček ,Z.: *Vysokotlaká rozmlžovací technologie jako nejlepší dostupná technika pro kategorie zařízení č. 6.5 a 6.6. dle přílohy č.1 zákona č.76/2002 Sb., o integrované prevenci, v platném znění*. EIA-IPPC-SEA – Ročník XII, číslo 1/2007, str. 26-31. ISSN 1801-6901

Marada, P., Mareček, J., Krčálová E., Auterská, P.: *Analýza úrovně pachových emisí nejlepších dostupných technik (BAT) používaných při nakládání s vedlejšími živočišnými produkty v podmínkách asanačních podniků, kompostáren, bioplynových stanic, návrh opatření pro snížení množství a koncentrace pachových emisí*. Sborník z mezinárodní vědecké konference Technika v zemědělství a potravinářství ve třetím tisíciletí, MZLU v Brně, 2007, str. 240 –247. ISBN 978-80-7375-054-1.