Zbornik referatov / Collection of Papers
ISBN 978-961-93153-8-5

2. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo
Konferenca VIVUS – s področja naravovarstva, kmetijstva, hortikulture in živilstva
»ZNANJE IN IZKUŠNJE ZA NOVE PODJETNIŠKE PRILOŽNOSTI«
24. in 25. april 2013, Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija
---
2nd Scientific Conference with International Participation
Conference VIVUS – Environmentalism, Agriculture, Horticulture, Food Production and Processing
»KNOWLEDGE AND EXPERIENCE FOR NEW ENTREPRENEURIAL OPPORTUNITIES«
24th – 25th April 2013, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia

Čiščenje zraka za prezračevanje bivalnih prostorov v onesnaženem okolju

ddr. Marko Šetinc
Geopolis, d. o. o., Slovenija, marko.setinc@geopolis.si

Izvleček
Čiščenje zraka za prezračevanje bivalnih prostorov je izziv v okoljih, kjer je okoliški zrak večino časa onesnažen in neprijetnega vonja (npr. nadzorne sobe smetišč, čistilnih naprav…). V prispevku so primerjani štirje načini čiščenja, ki se običajno uporabljajo pri odstranjevanju neprijetnih vonjav na samem izvoru in sicer biofilter, adsrober, kemijski filter in pralnik. Na podlagi parameterske analize smo zaključili, da sta izmed teh 4 načinov čiščenja zraka najbolj primerna kemijski filter in adsrober, medtem ko sta se biofilter in pralnik v tem primeru pokazala kot neustrezen. Sama velikost naprave, vrsta in količina polnil pa zavisi od posameznega primera.
Ključne besede: čiščenje zraka, odstranjevanje neprijetnih vonjav, adsorber, kemijski filter, pralnik, biofilter

Air cleaning for ventilation of living quarters in polluted environment

Abstract
Air cleaning for ventilation of accommodation spaces is a challenge in environments where the ambient air most of the time contaminated and with unpleasant odour (eg. in control room of landfill, of wastewater treatment plant ...). In the article are compared four methods for cleaning air, which is normally used to remove unpleasant odours at the source (bio filter, adsrober chemical filter and scrubber. Based on the parameter analysis, we concluded that chemical and adsrober of these four ways of cleaning the air are the most suitable. The bio filter and scrubber in this case proved to be inadequate. The size of the cleaning unit, the type and amount of filling depends on the individual case.
Key words: air cleaning, odour removal, absorber, chemical filter, scrubber, bio filter

1 Uvod

Danes se v skrbi za čistejše okolje sprejema vse strožje zakone za izpuste snovi v okolje. Pri tem gre tako za strupene snovi, smrdeče snovi in kot tudi toplogredne pline. Tako se na primer zaradi zmanjševanja količin pitne vode in vse večji skrbi za čisto okolje gradi vse več čistilnih naprav, ki čistijo industrijske in biološke odplake pred izpustom v reke. Pri čiščenju vod

nastajajo plini, ki so lahko strupeni in neprijetna vonja. Podobno nastajajo strupeni plini pri razpadanju odpadkov na deponijah in pa v industrijskih procesih. Eni izmed najpogostejših so vodikov sulfid, merkaptani, amonijak in amini, ki nastaja pri anaerobnih procesih ob prisotnosti žveplenih in dušikovih spojin. (Vuk 2000, Pregrad in Musil 2001)

Pri raznih bioloških in kemijskih procesih neprijetne vonjave odstranjujejo tako, da ne prehajajo v okolje, če je to le mogoče. V določenih primerih kot na primer pri velikih deponihah to ni mogoče. Običajno so taki sistemi nekoliko odmaknjeni od urbanega okolja, tako da to ni moteče za okolico. Težava v takih primerih pa se pojavi pri prezračevanju v upravnih stavbah ob smetiščih, nadzorni centri v čistilnih napravah ali v obratih, kjer ni mogoče zagotoviti dovolj učinkovitega odsesavanja zraka z neprijetnimi vonjavami. Problem takih prostorov, je da zaradi okoliškega zraka, ki vsebuje neprijetne vonjave ni mogoče le teh odstraniti z običajnim prezračevanjem. (EU Municpa Waste 2009, Rappert and Müller 2005)

Pri običajno uporabljenih postopkih odstranjevanja neprijetnih vonjav uporabljamo pralnike, biofiltre, adsorberje in kemijske filtre. Direktna uporaba tovrstnih sistemov za čiščenje zraka za prezračevanje bivalnih prostorov ni nujno primerna. Zato smo v prispevku izpostavili zahteve, katerim morajo posamezni postopki ustrezati, da so primerni tudi za tovrstno odstranjevanje neprijetnih vonjav. Analizirali smo najpogosteje uporabljene, to so biofiltri, kemijski filtri, pralniki, adsorberji in katalizatorji.

2 Postopki oz. naprave za odstranjevanje

Vsi štirje onesnaževalci vodikov sulfid, merkaptani, amonijak in amini se lahko odstranjuje na različne fizikalne, kemijske in biološke načine. Vsak izmed načinov ima svoje prednosti in slabosti. Izbira je odvisna od koncentracije onesnaževalcev in pretoka plina. Pri čiščenju zraka za prezračevanje bivalnih prostorov pa je pomembna tudi končna stopnja čiščenja, ekonomika ter enostavnost uporabe.

V primeru odstranjevanja onesnaževalcev iz zraka za prezračevanje bivalnih prostorov gre običajno za zelo nizke koncentracije teh snovi, saj se običajno razredčijo in so nekaj 10, 100 ali več krat nižje kot na samem izvoru. Dobra oz. slaba lastnost teh snovi je, da jih naš nos zazna že v zelo nizki koncentraciji (npr. vodikov sulfid že pri 0,0047 ppm pri kateri 50 % ljudi zazna vonj po gnilih jajcih). Dobra stran tega je ta, da ker je vodikov sulfid zelo strupen, ga lahko zaznamo že v koncentracijah, ki še ni nevaren za zdravje, kar na primer pri vodikovem cianidu, ki je brez vonja ne moremo. (Science of smell 2004) V nadaljevanju so opisani posamezni postopki odstranjevanja onesnaževalcev iz zraka.

2.1 Biofiltiri

Biofiltri so naprave, ki vsebujejo porozno polnilo. Polnilo predstavljajo lahko lesni sekanci, kokosova vlakna, celulozna polnila, zeoliti ali celo polimeri. Polnilo mora biti primerno za razvoj mikroorganizmov, ki oksidirajo posamezne spojine, npr. vodikov sulfid v elementarno žveplo. V takih sistemih je potrebno polnilo z mikroorganizmi ves čas vlažit za učinkovito delovanje mikroorganizmov. Ti so v primerjavi z hitrostjo adsorbcije ali kemijske reakcije relativno počasni, tako je potrebno za odstranjevanje neprijetnih vonjav velik filter, ki je v primerjavi z kemijskih podobne učinkovitosti lahko tudi 5-10 x večji. (Elkanzi 2009, Liua in Ma 2011, Park e tal. 2001, Rehman e tal 2009)

2.2 Adsorberji

Adsorberji so običajno filtrirne naprave, ki so polnjene z aktivnim ogljem, Aktivno oglje adsorbira spojine z neprijetnimi vonjavami. Učinkovitost aktivnega oglja se bistveno poveča, če se ga aktivira z kislinami ali bazami, kot so na primer fosforna kislina, natrijev hidroksid ali

kalijev hidroksid. S tem se kapaciteta aktivnega oglja poveča iz 20 mg/g aktivnega oglja na 150 mg /g. Vrsta snovi, ki jo uporabimo za aktivacijo je odvisna od snovi, ki jih želimo odstraniti. Ko se aktivno oglje zasiti, ga je potrebno regenerirati. (Bandosz 2002)

2.3 Kemijski filtri

Kemijski filtri vsebujejo polnila, ki so impregnirana s kemijskimi snovmi, kot so baze, kisline in oksidanti. Tipične snovi so kalijev hidroksid, natrijev hidroksid, soda bikarbona, fosforna kislina in kot oksidant kalijev permanganat. Kot nosile se uporablja porozne zeolite, ki omogočajo večjo količino posamezne kemikalije na prostorsko enoto. Ustrezno dimenzioniran kemijski filter deluje, dokler se ne porabijo kemikalije. (Šetinc 2012)

2.4 Pralniki

Pralniki so naprave, ki spirajo snovi iz zraka z tekočino. Pri bioplinu je to običajno voda. Voda raztaplja snovi z neprijetnim vonjem in jih odstranjuje iz zraka. Za boljšo učinkovitost se v vodo doda za odstranjevaje vodikovega sulfida in merkaptanov eno izmed baz, za odstranjevanje amonijaka in aminov pa eno izmed kislin. Za odstranjevaje vonja organskih spojin pa oksidant. (Couverta et al. 2008)

3 Metodologija primerjave in izbora ustreznosti metode

Čiščenje zraka namenjenega prezračevanju bivalnih prostorov obstaja nekaj zahtev, ki so povezane z pretokom zraka, vstopno in izstopno koncentracijo in nevarnost kontaminacije prostorov z snovmi iz samih naprav za čiščenje. V naši raziskavi smo preiskali naslednje parametre:

Raziskava parametrov:

- investicijski strošek,
- strošek obratovanja,
- zahtevnost vzdrževanja,
- učinkovitost čiščenja,
- stopnja čiščenja,
- možnost kontaminacije prostorov,
- odpadek, ki nastane pri čiščenju in
- zahtevnost odstranitve odpadka, ki nastane pri čiščenju.

Vsak parameter je ocenjen od 1-10 za posamezen filter. Ocena 10 je najboljši, ocena ena najslabši.

4 Ocene posameznih naprav za čiščenje zraka

Vse podane ocene so subjektivne narave, a so narejene na podlagi dolgoletnih izkušenj. Vsaka ocena je obrazložena.

4.1 Biofiltri

- Investicijski strošek: je primerljivo visok kot pri ostalih filtrih zato ocena 5.
- Strošek obratovanja: je nizek, saj biomasa ob pravilni uporabi deluje 3 leta in več, zato ocena 9.

- Zahtevnost vzdrževanja je nad povprečna, ker je potrebno skrbeti za vlaženje, zato je potreben vsaj občasen nadzor, občasno premešanje biomase in podobno zato ocena 2.
- Učinkovitost čiščenja je majhna, zato je potrebna v primerjavi z ostalimi velika naprava, zato ocena 2.
- Stopnja čiščenja: je nekje 90 %, kar pri snoveh, ki se jih zaznava v zelo nizkih koncentracija ni dovolj zato ocena 1.
- Možnost kontaminacije prostorov je velika, saj mikroorganizmi v primeru če ni še dodatnega čiščenja lahko prehajajo v prostor zato ocena 1.
- Odpadek, ki nastane pri čiščenju ni nevaren in se ga lahko odlaga na deponijo ali v sežigalnico zato ocena 10.
- Zahtevnost odstranitve odpadka, ki nastane pri čiščenju: tega odpadka je relativno veliko zato ocena 4.

4.2 Adsorberji

- Investicijski strošek: je primerljivo visok kot pri ostalih filtrih zato ocena 5.
- Strošek obratovanja: je nizek, polnila se menja na okrog leto dni zato ocena 7.
- Zahtevnost vzdrževanja je pod povprečna. V primeru preveč suhega zraka (vlažnost pod 40 % je potrebno dovajati nekoliko vlaga, drugače pa ne potrebuje vzdrževanja zato ocena 9.
- Učinkovitost čiščenja je v primeru, da je oglje aktiviran velika, za čiščenje je potrebna majhna naprava, zato ocena 9.
- Stopnja čiščenja: je lahko okrog 99 % in več zato ocena 10.
- Možnost kontaminacije prostorov je zelo majhna zato ocena 10.
- Odpadek, ki nastane pri čiščenju ni nevaren in se ga lahko odlaga na deponijo ali v sežigalnico zato ocena 10.
- Zahtevnost odstranitve odpadka, ki nastane pri čiščenju: tega odpadka je relativno malo zato ocena 10.

4.3 Kemijski filtri

- Investicijski strošek: je primerljivo visok kot pri ostalih filtrih zato ocena 5.
- Strošek obratovanja: je nizek, polnila se menja na okrog leto dni zato ocena 7.
- Zahtevnost vzdrževanja je pod povprečna. V primeru preveč suhega zraka (vlažnost pod 40 % je potrebno dovajati nekoliko vlaga, drugače pa ne potrebuje vzdrževanja zato ocena 9.
- Učinkovitost čiščenja je največja izmed vseh filtrov, saj omogoča spravit največ aktivnih substanc na prostorsko enoto, zato ocena 10.
- Stopnja čiščenja: je nekje 99 % in več zato ocena 10.
- Možnost kontaminacije prostorov je zelo majhna zato ocena 10.
- Odpadek, ki nastane pri čiščenju ni nevaren in se ga lahko odlaga na deponijo ali v sežigalnico zato ocena 10.
- Zahtevnost odstranitve odpadka, ki nastane pri čiščenju: tega odpadka je relativno malo zato ocena 10.

4.4 Pralniki

- Investicijski strošek: je odvisen od vrste onesnaževalcev. Za vsako vrsto snovi (bazično, kislo, organsko) je potreben en dodaten pralnik, zato ocena 2.

- Strošek obratovanja: je visok, saj je ves čas treba dodajati kemikalije in voditi procese zato ocena 2.
- Zahtevnost vzdrževanja je nadpovprečna saj potrebuje stalen nadzor in ustrezno regulacijo zato ocena 2.
- Učinkovitost čiščenja pri nizko koncentracija ni velika. Pralniki so bolj učinkoviti pri visokih koncentracijah snovi z neprijetnim vonjem, zato ocena 2.
- Stopnja čiščenja: je nekje do 95 % zato ocena 3.
- Možnost kontaminacije prostorov obstaja, zaradi veliko vlage, ki nastaja ob procesu čiščenja in ta omogoča razvoj mikroorganizmov, zato ocena 3.
- Odpadek, ki nastane je odpadna voda, ki če ni pravilno obdelana lahko škoduje okolju zato ocena 2.
- Zahtevnost odstranitve odpadka, ki nastane pri čiščenju: odpadek je v tekoči obliki in velikih količinah, zato ocena 2.

5 Rezultat

Na podlagi ocen smo izračunali vsoto posameznih ocen, kjer smo za možnost kontaminacije prostorov dali utež 2 pri ostalih pa 1. Med vsemi je ta parameter najbolj pomemben, saj je ravno namen čiščenja zraka v tem, da se zaščiti zdravje ljudi v prostoru.

5.1 Primerjava med posameznimi postopki oz. napravami

Tabela 1: Primerjava parametrov za posamezne naprave pri čiščenju zraka za prezračevanje bivalnih prostorov v onesnaženem okolju

Parameter	Biofilter	Adsorber	Kemijski filter	Pralnik
Investicijski strošek	5	5	5	2
Strošek obratovanja	9	7	7	2
Zahtevnost vzdrževanja	2	9	9	2
Učinkovitost čiščenja	2	9	10	2
Stopnja čiščenja	1	10	10	3
Možnost kontaminacije prostorov	1*2	10*2	10*2	3*2
Odpadek, ki nastane pri čiščenju	10	10	10	2
Zahtevnost odstranitve odpadka	4	10	10	2
Skupaj	**35**	**80**	**81**	**21**

Vir: Lastni izračun

Iz tabele 1 je razvidno, da sta na podlagi ocen najprimernejša Adsorber in kemijski filter. Pri tem je treba poudariti, da je adsorber mišljen kemijsko aktivirano aktivno oglje. V primeru, da se uporabi običajno, je ocena bistveno manjša pri učinkovitosti in stopnji čiščenja za skupaj 9 , poveča pa se pri investicijskemu strošku za 4 točke,saj so tovrstna polnila bistveno cenejša. Torej bi adsorber z običajnim aktivnim ogljem imel oceno 75.

5.2 Model odločanja pri izbiri postopka oz. naprave

Za čiščenje zraka za prezračevanje bivalnih prostorov v onesnaženem okolju sta najbolj primerna adsorber in kemijski filter. Katerega dejansko izbrati je odvisno predvsem od snovi, ki so v zraku. V primeru večjih koncentracij snovi v zraku se uporabi kemijski filter, v primeru

nižjih pa adsorber. Glede na to da se te dve napravi razlikujeta samo po polnilu je možno kombinirati obe polnili skupaj.

6. Diskusija

V prispevku smo raziskali problem čiščenja zraka za prezračevanje bivalnih prostorov v onesnaženem okolju. Primerjali smo biofilter, adsorber, kemijski filter in pralnik. Na podlagi 8 parametrske analize smo ugotovil, da sta za tovrstno čiščenje najbolj primerna adsorber in kemijski filter oz. kombinacija obeh dveh skupaj. Kakšne vrste polnil oz. adsorbentov pa je odvisno od vrste snovi, ki ustvarjajo neprijeten vonj, ta pa se določi, če je možno na izvoru, kjer je koncentracija običajno v merljivem območju.

Literatura in viri

Bandosz TJ, (2002): On the Adsorption/oxidation fo Hydrogen Sulfide on Activatd Carbons at Ambient Temperatures, Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 246, str. 1-20.

Couverta A, Sanchezb C, Laplanchea A., Rennerc C., Levasseurd JP, (2008): Design of a new compact scrubber for deodorisation, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Vol.47, No. 9-10, str. 1793–1798.

Elkanzi EM, (2009): Simulation of the Process of Biological Removal of Hydrogen Sulfide from Gas, Environmental Pollution, Proceedings of the 1st Annual Gas Processing Symposium — 10–12 January 2009, Doha, Qatar, str. 266–275.

EU Municipal Waste,(2009), (citirano 1. 3. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.bsi.si. http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article_1021802.shtml.

Liua J, Ma W, (2011): Odor and VOCs Removal in Wastewater Treatment Plant by a Twostage Biofilter, Energy Procedia, Vol. 11, str. 2553 – 2560.

Park SJ, Nam SI, Choi ES, (2001): Removal of odor emitted form composting facilities using a porous ceramic bofilter, Water Science and Technology, Vol. 44, No. 9, str. 301-308.

Park BG, Shin WS, Chung J-S, (2009):Simultaneous biofiltration of H2S, NH3 and toluene using cork as a packing material, Korean J. Chem. Eng., Vol. 26, No. 1, str. 79-85.

Pregrad B, Musil V, (2001): Tehnološki sistemi in integrirano varstvo okolja, Ekonomsko poslovna fakulteta, Maribor.

Rappert S, Müller R, (2005): Assessment of municipal waste compost as a daily cover material for odour control at landfill sites, Waste Management, Vol. 135, No. 1, str. 171–177.

Rehman, ZU, Farooqi I H, Ayub S, (2009): Performance of biofilter for the removal of hydrogen sulphide odour, Int. J. Environ. Res., Vol. 3, No. 4, str. 537-544.

Science of smell, 2004, (citirano 1. 3. 2012). Dostopno na naslovu: http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1963A.pdf

Šetinc M, (2012): Sistem za podporo odločanju pri izbiri procesov za odstranjevanje neprijetnega vonja iz odpadnega zraka, 31. Mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti, 2012, Portorož, Slovenija.

Vuk D, (2000): Uvod v ekološki management, Založba Moderna organizacija, Kranj.