

Na podstawie Raportu Firmy CEC – Dr.-Ing. D. Eitner
Consulting – Engineering – Controlling
Grünenthal 12
52072 Aachen

**„KLÄRANLAGE KAPUSCISKA / POLEN
Biofilteranlage”**
Untersuchungsbericht
zur Leistungsfähigkeit der Biofilteranlage
auf der Kläranlage Kapusciska
Emissionsbereich: Eindickeranlage

**Skuteczność instalacji zamontowanej na terenie
OŚ Kapuściska w Bydgoszczy.**

1. Zadanie

W oczyszczalni ścieków Kapuściska hermetyzacji poddano 2 zagęszczacze osadu o średnicy 10 m każdy, z których zanieczyszczone powietrze dostarczane jest do urządzenia filtracyjnego firmy LAMINOPOL. Każdy zbiornik ma wentylację z przyłączem ssącym z regulowaną przepustnicą. Obydwa przewody zasysające łączą się w kanale transportowym i są doprowadzone do wspólnego biofiltra.

Urządzenie zostało oddane do eksploatacji dnia 22.01.2003. Po około 12 tygodniowym czasie eksploatacji zostały przeprowadzone pomiary kontrolne skuteczności jego pracy. Badania przeprowadziła w dniu 17.04.2003 firma Consulting - Engineering – Controlling, Niemcy.

Zdjęcie 1: Widok urządzenia biofiltracyjnego.



2. Technika urządzenia

Na oczyszczalni ścieków w Kapuściskach osad pierwotny i jego nadmierna ilość jest odwadniany statycznie w dwóch zagęszczaczach. Ponieważ ze zbiorników wyzwała się

wysoki potencjał substancji zapachowych, zostały one zhermetyzowane, a wytwarzające się gazy poddane procesowi oczyszczania w urządzeniu biofiltracyjnym.

Wytwarzane gazy, po przejściu przez nawilżacz, są transportowane do materiału filtracyjnego (biomasy) znajdującego się w kontenerze. Następnie przechodzą one przez biomasę z dołu do góry, przy czym podczas przenikania przez biomasę następuje redukcja koncentracji substancji zapachowych. Składniki są najpierw adsorbowane w wodnistej warstwie materiału filtracyjnego, który winien być utrzymywany w odpowiedniej wilgotności, a następnie utleniane przez przemianę materii mikroorganizmów. Wilgotność biomasy jest zatem istotnym czynnikiem dla wydajności urządzenia. Utrzymanie wilgotności na poziomie ok. 40-75% masy wymaga, żeby wchodzący gaz był nawilżony do ok. 95% wilgotności względnej i tym samym żeby zapobiec zjawisku przesuszania biomasy. W przypadku jej przesuszenia, procesy rozkładu nie zachodzą, a filtr traci swoją skuteczność.

Materiał filtracyjny jest nie tylko materiałem nośnym dla mikroorganizmów, lecz tworzy także niezbędny rezerwuuar składników odżywczych dla zachowania stabilności biomasy. Wartość pH i stosunek składników odżywczych biomasy są zatem, obok dalszych parametrów fizycznych i biologicznych podłoża, istotnymi parametrami charakteryzującymi stan i wydajność biomasy.

3. Program pomiarowy

3.1 Urządzenia pomiarowe i sposób postępowania

Zastosowano następującą konfigurację sprzętu:

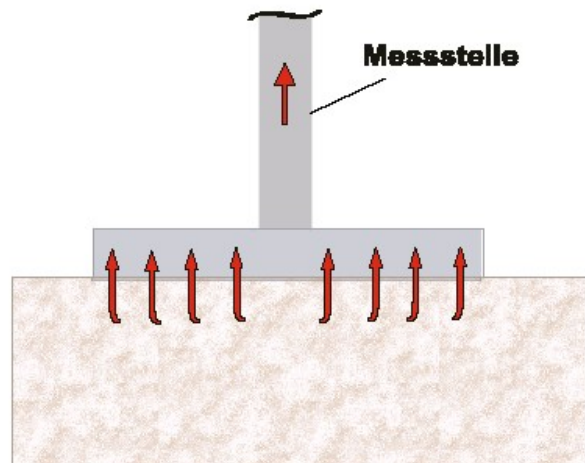
- * pomiary prędkości :miernik wiatrakowy, cyfrowy wyświetlacz i automatyczne wyliczenie wartości pośrednich
- * pomiary temperatury / wilgotności :sonda pomiarowa, wyświetlacz cyfrowy, automatyczne wyliczenie wartości pośrednich
- * pomiary ciśnienia :manometr U - rurka
- * pomiary koncentracji :metoda rurki kontrolnej Drägera

Zdjęcia 2 i 3 pokazują przyrządy do pomiaru próbek powietrza i koncentracji zanieczyszczeń

Zdjęcie 2: Urządzenia pomiarowe do prób urządzenia



miejsce pomiaru



Zdjęcie 3: *Urządzenie na biofiltrze do pobrania próbek gazu czystego.
(zgodnie z VDI 3477)*



3.2 Warunki zewnętrzne

W czasie pomiarów istniały następujące warunki zewnętrzne:

- * temperatura zewnętrzna : 20,3 C
- * wilgotność powietrza na zewnątrz : 32,5 %
- * słonecznie, wiatr umiarkowany

Przed przystąpieniem do pomiarów zostały wyregulowane, za pomocą istniejących przepustnic, strumienie gazu dolotowego obu źródeł emisji zanieczyszczonych gazów. W momencie pobierania próbek istniały następujące warunki eksploatacyjne przedstawione w tabeli 1

3.3. Obciążenie urządzenia - dane wyjściowe

Wartości strumienia odpowiadają wartościom projektowym, przy uwzględnieniu normalnych tolerancji pomiarowych.

Względna wilgotność powietrza wylotowego z obu zbiorników wynosiła między ok. 63 % a 78 %. Po złączeniu obydwu strumieni częściowych wilgotność zmierzona przy wejściu do nawilzacza wynosiła 70,8%, po nawilżeniu wzrosła do 99%. Wydajność nawilzacza jest zatem wystarczająco wysoka.

Zmierzone temperatury (gaz i biomasa) są poniżej dopuszczalnych maksymalnych wartości

Istotnym dla skuteczności urządzenia biofiltracyjnego jest to, żeby przez biomase przez całą jej wysokość równomiernie następował przepływ gazów dolotowych, oraz gazów oczyszczonych, wydostających się do atmosfery. „Martwe strefy” należy bezwzględnie usuwać aby uniknąć wystąpienia następujących negatywnych zjawisk:

* zredukowania objętości biomasy z możliwym skutkiem przeciążenia urządzenia, tzn. pogorszona jakość gazu czystego

* tworzenia się stref beztlenowych wskutek brakującego doprowadzenia tlenu przez gazy wylotowe.

Tabela 1

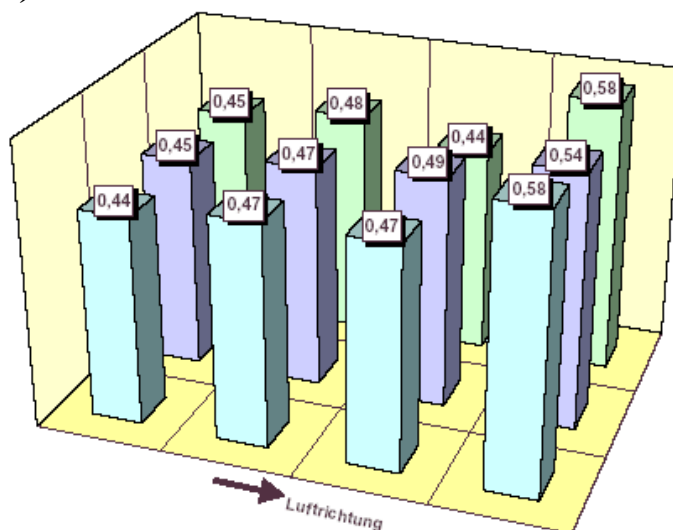
Data pomiaru :	17.04.2003
Godzina :	10.00 - 11.45
Miejsce:	Oczyszczalnia ścieków Kapuściska

Parametr	Zagęszczacz 1	Zagęszczacz 2	Wartość mierzona łącznie	Wartość właściwa łącznie
Ilość gazów wychodzących [m ³ / h]	535	505	1.040	1.000
Obciążenie powierzchni filtra [m ³ /(m ² x H)]			92,5	88,9
Wysokość materiału wysypowego [m]			1,5	1,5
Obciążenie objętości filtra [m ³ /(m ³ x h)]			61,7	59,3
Utrata ciśnienia filtra [Pa]			< 10	< 500 (po nawilżeniu/ przed biofiltrem)

czas kontaktu (85% objętość porów) [sek.]			~ 50	~ 50
Wilgotność gazów wychodzących, względna [%]	63,3	77,5	> 99 (po nawilżeniu/ przed biofiltrem)	> 95
Temperatura gazu wchodzącego [C]	12,3	15,0	13,0	< 40
Temperatura biomasy [C]			12,5	< 40

Strumień wychodzący z filtra został zbadany w następujący sposób: Powierzchnia górna biofiltra została podzielona na 12 równych powierzchni cząstkowych. Za pomocą urządzenia do poboru próbek i pomiaru, przedstawionego na zdjęciu 3, zmierzono powyżej tych powierzchni częściowe prędkości wyjściowe, z następującym wynikiem (patrz wykres 4)

Wykres 4: Rozkład prędkości w strumieniu gazu czystego urządzenia filtracyjnego (dane w m/s)



- * liczba poszczególnych wartości pomiaru (powierzchnia pomiaru : 800x800=0,64 m²) = 12 x
- * wartość średnia = 0,488 m/s
- * odchylenie standardowe = 0,048
- * wartość minimalna = 0,44 m/s
- * wartość maksymalna = 0,58 m/s

Ulatnianie się gazu nad całkowitą powierzchnią filtra jest wystarczająco równomierne. W obszarze zewnętrznym powierzchni górnej filtra, który leży naprzeciwko wejścia strumienia, pojawiają się lekko podwyższone wartości, które jednak łącznie znajdują się w

normalnym zakresie. Należy zatem wyjść z założenia, że biomasa jest zbudowana wystarczająco jednorodnie i rozdział wilgoci też jest równomierny

3.4 Obciążenie urządzenia

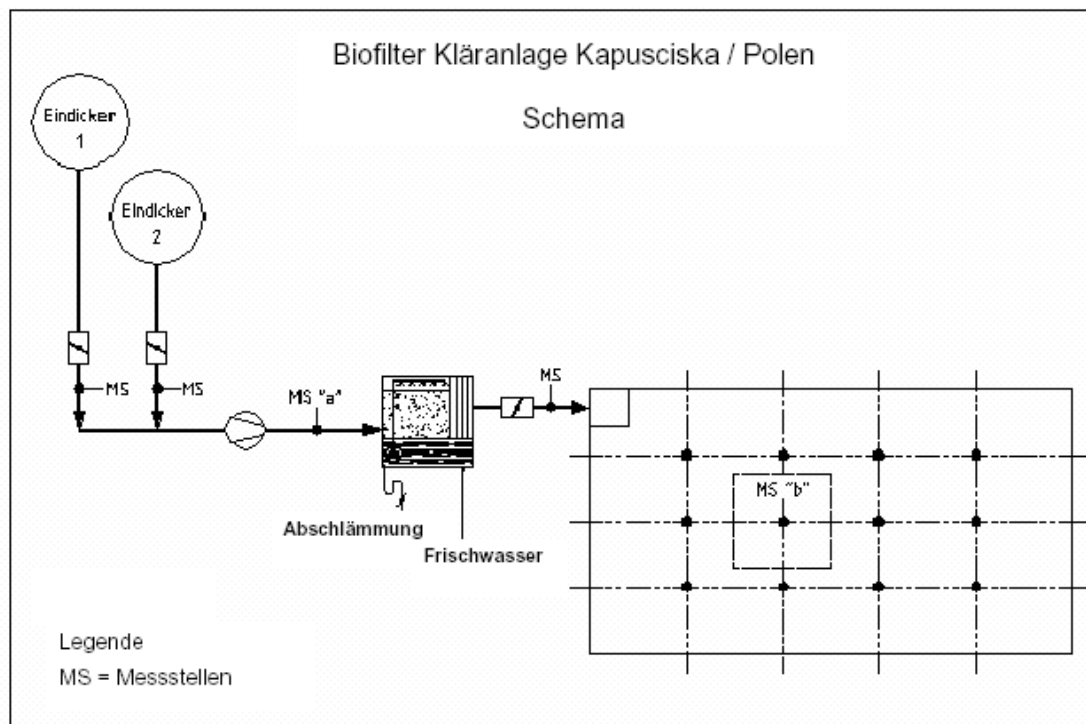
Wyniki znajdują się poniżej w tabeli 2.

Tabela 2

Data : 17.04.2003 Godzina : 10.00-10.45 Miejscowość: oczyszczalnia ścieków Kapuściska	SERIA POMIARÓW I		SERIA POMIARÓW II	
	gaz dolotowy „a”	gaz wychodzący „b”	gaz dolotowy „a”	gaz wychodzący „b1-b5”
Siarkowodór [ppm]	22	< 0,2 (*)	10	< 0,2 (*)
siarczek dimetylowy [ppm]	37	< 0,5 (*)	14	< 0,5 (*)
Amoniak [ppm]	< 0,2 (*)	---	< 0,2 (*)	---

(*) = dolne granice oznaczalności użytej rurki kontrolnej

Schemat poboru próbek



Ze strony gazu wchodzącego (*miejsce pomiaru „a”*) nastąpiło pobranie próbek strumienia pomiarowego I oraz II w łącznym strumieniu, tzn. po połączeniu poszczególnych strumieni obu zagęszczaczy przed oczyszczeniem.

Ze strony gazu czystego nastąpiło pobranie próbek, jak następuje:

* seria pomiarów I : próba pojedyncza powyżej częściowej powierzchni (*miejsce pomiaru „b”*)

* seria pomiarów II : próba mieszana z 5 powierzchni częściowych rozdzielonych przypadkowo na powierzchnia filtra
(*miejsca pomiaru „b1- b5”*)

Wykonano próby na obecność następujących substancji zapachowych, uważanych za typowe dla oczyszczalni ścieków:

- siarkowowodór
- siarczek dimetylowy
- amoniak

A więc, wydajność redukcji dla zmierzonych próbek substancji: siarkowodor i siarczek dimetylowy wynosi powyżej 99%.

Nie stwierdzono amoniaku, ani w gazie wchodzącym, ani w gazie czystym (granica oznaczalności < 0,2ppm).

Nie przeprowadzono badań olfaktometrycznych (wrażliwości zapachowych). Czysto subiektywnie, w gazie czystym stwierdzono tylko zapach własny biomasy, który można opisać jako zapach ziemi i drewna.

3.5. Analityka biomasy

Pobranie próby nastąpiło w obszarze biomasy poniżej miejsca pomiaru „b” - pobrania próby czystego gazu. Próbkę pobrano jako próbkę losową na głębokości około 40 cm pod powierzchnią filtra. Po analizie laboratoryjnej stwierdzono następujące wartości:

- wilgotność : 60 % (wartość właściwa 40-75 %)
- zawartość organiczna : 92 % (wartość właściwa >80 %)
- wartość pH : 7,4 (wartość właściwa 6,5 - 7,5)
- stosunek składników odżywczych C / N : 27/1 (wartość właściwa 20-40 / 1)

Powyższe wartości mieszczą się w zakresie wartości właściwych.

Stosunek C / N / P wykazuje udział fosforu jako minimalny (100 / 0,16). Wraz z upływem czasu może tutaj wystąpić deficyt składnika odżywczego z negatywnymi skutkami dla wydajności urządzenia biofiltracyjnego. Przy dalszej redukcji zawartości fosforu zaleca się dozowanie fosforu do biomasy (np. poprzez dodanie sypkiego materiału nawozowego). Należy uważać na parametr „fosfor” w ramach prac konserwacyjnych i kontrolnych.

Na podstawie równomiernego rozłożenia prędkości w strumieniu gazu czystego (patrz wykres 4) należy wyjść z założenia, że rozłożenie wilgotności jest równomierne w całej biomacie.

4. Podsumowanie i perspektywy

Na oczyszczalni ścieków w Kapuściskach jest stosowany, dla tworzących się gazów z urządzeń zagęszczających (2 zbiorniki), urządzenie biofiltracyjne firmy **LAMINOPOL**. Jest to kompaktowe urządzenie w formie kontenera z załączonym z przodu urządzeniem wentylującym i nawilżającym. Urządzenie to jest w ciągłej eksploatacji od dnia 22.01.2003.

Dnia 17.04.2003 zostały przeprowadzone przez biuro CEC pomiary wydajności urządzenia biofiltracyjnego. Wyniki można streścić następująco:

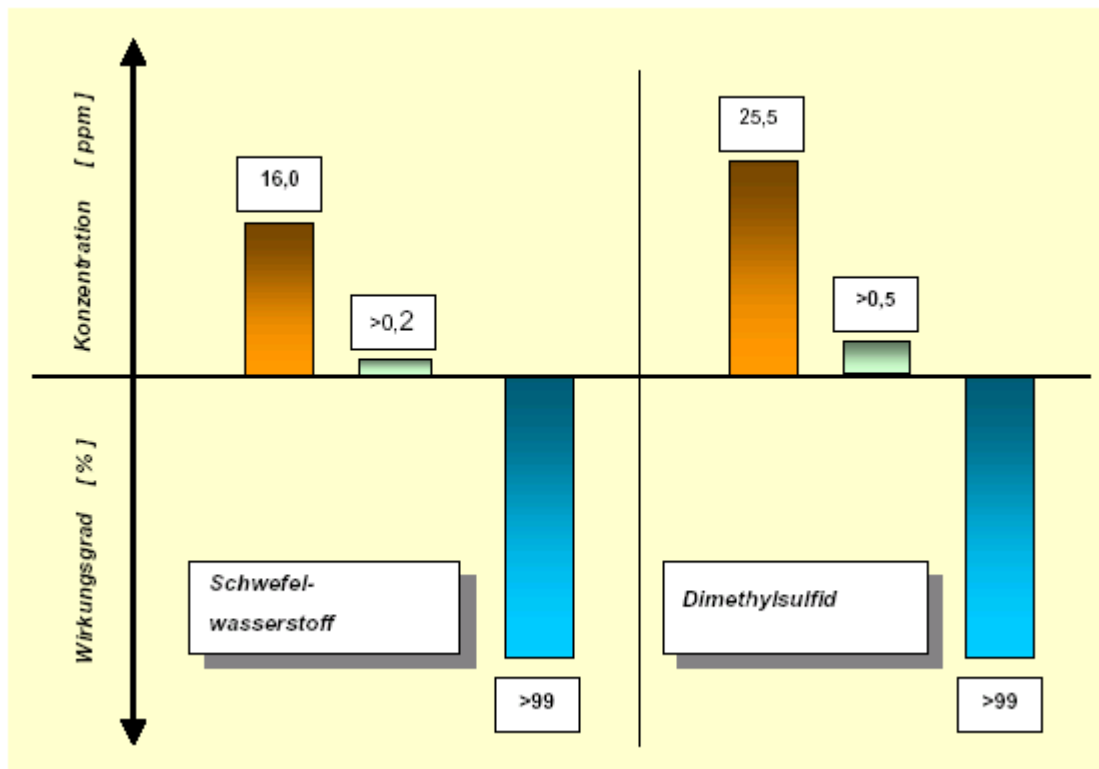
⇒ Po wyregulowaniu ilości powietrza poszczególnych części pomiary zostały wykonane w reprezentatywnych warunkach eksploatacyjnych;

⇒ Obciążenie strumieniem (gazów) urządzenia odpowiadało danym interpretacyjnym;

⇒ Wylot gazu czystego z nad powierzchni filtra jest wystarczająco równomierny, odchylenia poszczególnych wartości pomiarowych między sobą mieszczą się w normalnym zakresie;

- ⇒ Specyficzne dla biomasy parametry: wilgotność, zawartość organiczna, wartość pH i stosunek składników odżywczych (C / N) znajdują się w odpowiednim zakresie odpowiednio do wartości właściwych;
- ⇒ Udział fosforu w biomase mieści się w dolnym obszarze granicznym. Wraz z dłuższym czasem eksploatacji koniecznym może być dodatkowe dozowanie;
- ⇒ Na śródku stwierdzono pokazaną na wykresie 5, redukcję (średnie wartości z 2 prób pojedynczych). Stopień skuteczności odnośnie eliminacji siarkowodoru i siarczku dimetylowego wynosi powyżej 99%;
- ⇒ Pomiary olfaktometryczne odnośnie jakości gazu wchodzącego i czystego nie zostały przeprowadzone, czysto subiektywnie odczuwano tylko zapach własny biomasy (zapach ziemi, drewna).

Wykres 5: Średnia wydajność redukcyjna urządzenia biofiltracyjnego w oczyszczalni ścieków Kapuściska



Podsumowując można stwierdzić, że eksploatowane w oczyszczalni ścieków w Kapuściskach urządzenie biofiltracyjne do czyszczenia gazów wylotowych z zagęszczaczy, odnośnie sprawdzanego zakresu koncentracji gazu wchodzącego, pracuje z wysoką wydajnością.