लैंडफिल गैस प्रबंधन : तकनीकी, वैधानिक एवं सामुदायिक पहलू

शोध पत्र–रसायन शास्त्र

* डॉ. इमराना सिद्दीकी

विश्व की बढ़ती हुई जनसंख्या के साथ ही, लोगों को आवास प्रदान करने की आवश्यकता, आधुनिक विश्व का एक मुख्य चिंतनीय विषय होता जा रहा है। सर्वश्रेष्ठ विकल्प है, ऊबड खाबड़ जमीन को कचरे का इस्तेमाल करते हुए भरना तथा इस प्रकार निर्मित समतल पर कॉलोनी विकसित करना। कचरे द्वारा भूमि के निर्माण की एक सुरक्षित वैज्ञानिक तकनीक है। प्रत्येक देश के इस विषय में सुस्पष्ट नियम तथा कानून है। परन्तु यदि नियम तथा निर्देशों का पालन न हो, यदि कानून की अवहेलना की जाए तो यही कचरा 'लैंडफिल गैसों' को जन्म देता है। कचरा पूरित जमीन के उचित उपचार के अंतर्गत जैव माइनिंग (Biomining) जैव मेथेनीकरण (Bio Methanization) कैपिंग तथा कम्पोस्टिंग आते है। यदि बिल्डर उचित उपचार नहीं करवाता है तो यह जमीन विषैली गैसों जैसे कार्बन मोनो ऑक्साइड, सल्फर डाई ऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, हाइड्रोजन सल्फाइड तथा मेथेन का उत्सर्जन करती है। इन्हीं गैसों को आजकल लैंडफिल गैसों के नाम से जाना जाता है। ये गैसें मानव जीवन के लिए अत्यंत हानिकारक है। नेत्रों, नाक तथा गले की श्लेष्मा झिल्ली इन गैसों के सम्पर्क में आकर नष्ट हो जाती है। यह अस्थमा तथा अन्य एलर्जी संबधी रोग पैदा करती है। ये गैसें कैंसर की सम्भावना को बढ़ाती है। इन गैसों के सम्पर्क में रहने वाली महिलाओं में यूटेरस कैंसर तथा ल्यूकेमिया की सम्भावना बढ़ जाती है। लैंडफिल क्षेत्रों में आमाशय तथा गर्भाशय कैंसर के केस अन्य क्षेत्रों की अपेक्षा अधिक होते हैं। इन क्षेत्रों के पुरूष प्रोस्टेट, यकृत तथा फेंफडों के कैंसर से पीड़ित होते हैं। समय के साथ–साथ जैसे जैसे भराव का कचरा सड़ता जाता है, इन क्षेत्रों में लैंडफिल गैसों का उत्सर्जन बढ़ता जाता है।

प्रस्तावना :–जैसे–जैसे विकसित क्षेत्रों में मानवीय जनसंख्या का घनत्व बढ़ता जा रहा है, लैंडफिल भूमि के पुर्नउपयोग की योजनाएं महत्वपूर्ण होती जा रही हैं। सामान्य उपयोग पार्क, गोल्फकोर्स तथा अन्य खेल मैदानों के रूप में है। तथापि ऑफिस बिल्डिंग तथा अन्य औद्योगिक उद्देश्यों के लिए भी लैंडफिल भूमि के उपयोग में वृद्धि हो रही है। यहाँ इमारतों के भीतर कैप्चर के खतरों से बचने के लिए सामान्यता मीथेन कैप्चर (Methane Capture) किया जाता है। लैंडफिल भूमि पर निर्मित एक उत्कृष्ठ आफिस बिल्डिंग का उत्तम उदाहरण सिएरा पांइट, ब्रिस्बेन कैलिफोर्निया की डेकिन बिल्डिंग है।

वर्गीकरण :– आधुनिक लैंडफिल को उनमें भरे गये कचरे के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। कचरे के प्रकार के आधार पर निम्नलिखित प्रकार के लैंडफिल वर्णित किए गए हैं :–

1. **हानिकारक अपशिष्ठ लैंडफिल** :– ये लैंडफिल उन हानिकारक अपशिष्ट के सुरक्षित प्रबंधन के लिए निर्मित किए जाते हैं जो मानव जीवन के लिए गंभीर खतरा उत्पन्न करते हैं जैसे उच्च कोटि रेडियोधर्मी अपशिष्ठ। इनमें डबल लाइनर सिस्टम (द्विपरत तंत्र) लगाने का नियम है।

2. **सेनीटरी लैंडफिल** :– सेनीटरी लैंडफिल शब्द उन लैंडफिल के लिए प्रयुक्त होता है जिनमें म्यूनिसिपल ठोस अपशिष्ठ तथा अन्य कार्बनिक पदार्थों का निर्गमन होता है। इनमें सामान्यतः भौतिक अवरोध जैसे परत (liner) तथा लीचेट (Leachate) एकत्रीकरण तंत्र तथा जनता को अपशिष्ट पदार्थ के सम्पर्क में आने से बचाने के उपाय उपलब्ध होते हैं।

3. **अक्रिय अपशिष्ठ लैंडफिल** :– ऐसी अपशिष्ठ निर्गमन इकाइयों में भौतिक तथा रसायनिक रूप से अक्रिय पदार्थों का निर्गमन किया जाता है, जैसे रेत, ईंट, कांक्रीट इत्यादि।

4. **डम्प** :– ये लैंडफिल किसी विशिष्ट रक्षात्मक प्रक्रिया द्वारा निर्मित नहीं होती है। ये सामान्यतया ग्रामीण दूरस्थ तथा विकासशील स्थानों में उपलब्ध होती है।

लैंडफिल का निर्माण तथा सुरक्षा के उपाय :– हानिरहित लैंडफिल के निर्माण में विशिष्ट सुरक्षा उपाय अपनाए जाते हैं जिनसे अपशिष्ट पदार्थ न्यूनतम संभव स्थान घेरे, आयतन कम करने के लिए सघन (Compact) हो तथा लगभग प्रतिदिन मिट्टी की परत द्वारा ढाँका जाता हो। मिट्टी के स्थान पर फोम उत्पाद, अस्थाई कम्बल, लकड़ी के चिप तथा रसायनिक रूप से अक्रिय जैव ठोस पदार्थों को भी प्रयुक्त किया जाता है। वह स्थान जिसे प्रतिदिन सघन अपशिष्ट तथा परत द्वारा घेरा जाता है 'डेली सेल' (Daily Cell) कहलाता हैं। एक सुरक्षित लैंडफिल के लिए निम्नलिखित सुरक्षा उपाय अपनाए जा सकते है :–

1. **रेमेडिएशन (Remediation)** :– सर्वाधिक प्रचलित रेमोडिएशन तकनीक 'लैंडफिल कैपिंग' हैं क्योंकि यह अपेक्षाकृत सस्ती है, तथा लैंडफिल क्षेत्र से सम्बद्ध मानव तथा पर्यावरणीय खतरों से प्रमावशाली ढंग से निपट सकती है। लैंडफिल कैप अपशिष्ट सतह के संपर्क में आने से रोकती हैं तथा सतह से पानी को अपशिष्ठ से मिलने से रोकती है जिससे हानिकारक लीचेट पनप सकते हैं। यह उपचार के दौरान अपशिष्ट को संरक्षित रखता है, अपशिष्ट से होने वाले गैस उत्सर्जन को नियंत्रित रखता है तथा एक मृदा सतह उत्पन्न करता है जो वनस्पति तथा अन्य उपयोग के लिए काम आती है।[1]

2. **जैव मेथेनीकरण (Bio methanization)** :– इसके अंतर्गत कार्बनिक ठोस अपशिष्ट (मुख्यतया घरों से निकलने वाले) का अनॉक्सी

* सहायक प्राध्यापक, रसायनशास्त्र, शासकीय कला एवं वाणिज्य महाविद्यालय, सागर

पाचन किया जाता है।[2]

3. कम्पोस्टिंग (Composting) :– जब लैंडफिल अपनी अधिकतम क्षमता तक भर जाते हैं, तब उन्हें अपारगम्य मिट्टी अथवा प्लास्टिक से ढाक दिया जाता है। ज्यादा आधुनिक विधि पौधों तथा कम्पोस्ट का मिश्रण उपयोग करने की है। जिससे वर्षा आदि लैंडफिल में प्रवेश कर अवांछनीय लीचेट न उत्पन्न कर सकें। कम्पोस्टिंग कम खर्चीली होती है, तथा मेंहगे लम्बें चौड़े उपकरणों का प्रयोग नहीं मांगती। इसके अतिरिक्त इस प्रकार निर्मित धरती का पार्क इत्यादि में प्रयोग हो सकता है जिससे प्राकृतिक आवास तथा पर्यावरण में सुधार होता है। इसमें मृदा के सूक्ष्म जीवियों द्वारा मीथेन तथा कार्बनडाइ ऑक्साइड कम हो जाती है, जिससे इन शक्तिशाली हरित गृह गैसों के उत्सर्जन में कमी आती है।[3]

लैंडफिल गैसें :– भोजन अपशिष्ट, कागज, लकडी इत्यादि में रहने वाले सूक्ष्म जीव इन्हें विघटित करते है जिससे लैंडफिल गैसें उत्पन्न होती है। इन गैसों में लगभग 60 % मीथेन तथा 40 % कार्बनडाई ऑक्साइड होती है। लैंडफिल गैसों में विभिन्न मात्राओं में नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, जल वाष्प, सल्फर भी उपस्थित होते हैं। इनके अतिरिक्त अन्य बहुत से प्रदूषक जिन्हें ''नॉन मीथेन ऑर्गेनिक कम्पाउन्ड (NMOC) कहा जाता है, भी उपस्थित होते हैं। अकार्बनिक प्रदूषक जैसे पारा भी लैंडफिल गैसों में रिर्पोट किया गया है। यहाँ तक कि कुछ रेडियोधर्मी प्रदूषक जैसे ट्रीटियम भी पाया गया है।

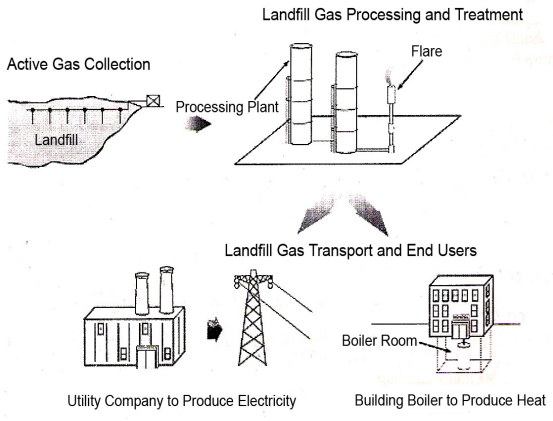
NMOC में अत्यंत विषैले पदार्थ जैसे बेंजीन, टॉल्यूइन, क्लोरोफार्म, विनाइल क्लोराइड, कार्बन टेट्रा क्लोरो इथेन इत्यादि उपस्थित होते हैं। ये सब मिलकर लैंडफिल गैसों का लगभग 1% बनाते हैं। इनमें लगभग 41 हैलोजनीकृत रसायन हैं। इसके अतिरिक्त बहुत से अन्य अहैलोजनीकृत विषैले यौगिक भी उपस्थित होते हैं।[4]

संभावित खतरे (विभीषिका) :– लैडफिल के खतरे तथा हानियां उसके निर्माण के साथ ही शुरू हो जाती है। स्थानीय पर्यावरण प्रदूषण जैसे भूमिगत जल प्रदूषण, मृदा प्रदूषण, कार्बनिक अपशिष्ट सड़ने से उत्पन्न मीथेन, रोग फैलाने वाले जीव जैसे चूहे, मक्खी आदि का फलना फूलना (विशेषतः लैंडफिल के उचित रखरखाब के अभाव में जो कि तृतीय विश्व में अधिक सामान्य है,) वन्य जीवन का ह्रास इत्यादि। हैलोजनीकृत रसायन जिनमें क्लोरीन, फ्लोरीन या ब्रोमीन उपस्थित हो, जब हाइड्रोकार्बन की उपस्थिति में जलते हैं, तो वे अधिक विषैले यौगिक जैसे डाइऑक्सीन तथा फ्यूरॉन को जन्म देते हैं। उच्च ताप पर जलाना भी समस्या का हल नहीं है क्योंकि डाइऑक्साईड कम ताप पर ही निर्मित हो जाते हैं तथा ज्वलन के पश्चात् गैसों के ठंडा होने पर भी बन सकते हैं। मेथेन ग्लोबल वार्मिंग का एक सक्रिय कारक है, जिसका कार्बन डाइ ऑक्साइड से लगभग 23 गुना अधिक प्रभाव पड़ता है। लैंडफिल गैसों को जलाना भी कम हानिकारक नहीं है। इंजिन या गैस टर्बाइन में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए लैंडफिल गैसों को जलाना प्राकृतिक गैस से कहीं अधिक प्रति किलो वाट घंटा प्रदूषण उत्सर्जित करता है। मर्करी तथा ट्रीटियम ज्वलन के द्वारा नष्ट नहीं होते तथा इनके वातावरण में उत्सर्जन को रोकने के कोई उपाय लैण्डफिल उपचार के दौरान नहीं किए जाते।[5] इसके अतिरिक्त अन्य विषैले पदार्थ कैंसर तथा अन्य शारीरिक समस्याओं को जन्म देते हैं। न्यूयॉर्क में 34 लैंडफिलों के अध्ययन से यह पाया गया कि ठोस अपशिष्ठ लैंडफिल के निकट रहने वाली महिलाओं में ब्लैडर कैंसर तथा ल्यूकेमिया की संभावना चार गुना होती है। मेथेन उष्मा को ग्रहण करने में कार्बन डाई आक्साइड की अपेक्षा 21 गुना अधिक सक्षम है। नाइट्रस ऑक्साइड 310 गुना अधिक तथा हाइड्रोलोरो कार्बन 1000 गुना अधिक सक्षम है। सल्फर हैक्सा लोराइड 23900 गुना अधिक ऊष्मा को कैद कर सकता है। अमेरिकी ग्लोबल वॉर्मिंग का 38 % केवल लैंडफिल गैसों की मेथेन के कारण है। बहुत से लैंडफिल, गैस नियंत्रण की कानूनी विधियों को अपनाते हैं। ये नियम–कानून, स्वास्थ्य तथा पर्यावरण पर पड़ने वाले लैडफिल गैसों के प्रभाव को कम करने के लिए बनाए गए हैं।

यदि व्यक्ति सीधे लैंडफिल गैसों के सम्पर्क में नहीं आ रहे हैं तो स्वास्थ्य पर किसी विपरीत प्रभाव की अपेक्षा नहीं की जा सकती। जब लैंडफिल, गैसों का हानिकारक स्तर पर उत्सर्जन कर रहा हो तथा गैसें व्यक्तियों तक पहुँच रही हों तभी हानि होती है।[6]

लैंडफिल गैसों के उपयोग :– लैंडफिल गैस कंट्रोल प्लांट का मुख्य उद्देश्य व्यक्तियों को लैंडफिल गैस उत्सर्जन से बचाना है। यह उद्देश्य या तो लैंडफिल गैस को एकत्रित कर उपचारित करने से या इन गैसों को इमारतों तथा घरों में प्रवेश करने से रोककर प्राप्त किया जा सकता है। बड़ी म्यूनिसिपल तथा औद्योगिक लैंडफिलों में गैसों को विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए प्रयोग किया जाता है। यह देश की ऊर्जा मांग की लगभग 1 प्रतिशत पूर्ति कर सकती है। लैंडफिल गैसों के पुनर्उपयोग तंत्र को **चित्र** में प्रदर्शित किया गया है। लैंडफिल गैस उपचारित होने के पश्चात् प्राकृतिक गैस के साथ मिला कर परंपरागत ज्वलन टर्बाइन में ईधन के रूप में प्रयोग की जा सकती है। लैंडफिल गैसों का फ्यूल सेल तकनीक मे भी प्रयोग किया जा सकता है जहाँ विद्युत उत्पन्न करने के लिए रसायनिक अभिक्रिया का प्रयोग किया जाता है। लैंडफिल गैसों के सकारात्मक उपयोग से हानिकारक पर्यावरणीय प्रभाव को कम किया जा सकता है।

लैंडफिल गैसों का पुनर्उपयोग



लैंडफिल गैस पावर प्लांट द्वारा मीथेन उत्सर्जन, जो कि कार्बन डाई ऑक्साइड से अधिक प्रभावशाली प्रदूषण कारक है, को काफी हद तक

कम किया जा सकता है। लैंडफिल गैसों का उपयोग करने से पहले इसमें उपस्थित विषैले पदार्थों को छान कर बाहर कर देना चाहिए तथा इसे अज्वलनशील तकनीक से उपचारित कर लेना चाहिए।

लैंडफिल गैसों के उपचार के तरीकों में प्रमुख है :– फ्लेयर बॉयलर–जो उष्मा उत्पन्न करते हैं, आंतरिक ज्वलन इंजिन–जो विद्युत उत्पन्न करते हैं, गैस टर्बाइन–जो विद्युत उत्पन्न करते हैं, फ्यूल सेल–जो विद्युत उत्पन्न करते हैं।[7,8] मीथेन को मेथिल एल्कोहल में बदलते हैं तथा उसे इतना साफ कर देते है कि उसे पाइप द्वारा अन्य कारखानों अथवा प्राकृतिक गैस लाइन में भेजा जा सके।[9]

लैंडफिल गैसों से बचने के तरीके :– हमें प्रारम्भ से ही कारखानों में हैलाजन के उपयोग में सावधानी रखनी होगी। इस प्रकार हम फ्लोरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन तथा उनके साथ आने वाले कार्ब हैलोजन जैसे डाइऑक्सीन, फ्यूरान आदि को रोक सकते है। अपशिष्ट का पुनः चक्रीकरण भी एक बेहतर उपाय है। लैंडफिल गैसों के उपचार की सामान्य विधियां निम्नानुसार है :–

ज्वलन तकनीक :– ज्वलन लैंडफिल गैसों को नियंत्रित तथा उपचारित करने की सबसे साधारण तकनीक है। ज्वलन तकनीक में लेयर, इनसीनेटर, बॉयलर, गैस टर्बाइन तथा आंतरिक ज्वलन इंजिन शामिल हैं, जो लैंडफिल गैसों के यौगिकों को उष्मीय तरीके से नष्ट करते हैं। इस विधि से कार्बनिक यौगिकों का लगभग 98 % विनाश संभव है। मीथेन कार्बन डाई ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाती है, जिससे उसका हरितगृह प्रभाव कम हो जाता है। अज्वलन तकनीक, ज्वलन तकनीक से उत्पन्न होने वाले यौगिक जो कोहरे को जन्म देते है, इनमें नाइट्रोजन के ऑक्साइड, सल्फर ऑक्साइड, कार्बन मोनो ऑक्साइड तथा निलंबित पदार्थ शामिल है। इसे बचाने के लिए 1990 के पश्चात् अज्वलनशील तकनीकों का विकास हुआ। अज्वलनशील तकनीकें दो प्रकार की है। ऊर्जा प्राप्ति तकनीक तथा गैस से उत्पाद निर्माण तकनीक।

गंध नियंत्रक तकनीक :– इस प्रकार की तकनीकों द्वारा गंध उत्पन्न करने वाली गैसों को लैंडफिल से निकलने से रोका जाता है। लैंडफिल कवर का निर्माण नई लैंडफिलों में सूक्ष्मजीवी विघटन से उत्पन्न होने वाली दुर्गंध को रोकता है।

वैधानिक एवं सामुदायिक पहलू :– पर्यावरण एवं वन मंत्रालय, नई दिल्ली विधेयक 25 सितम्बर 2000 तथा संशोधन की अनुसूची III नियम 6(1) तथा (3), 7(2) के अंतर्गत लैंडफिल स्थल की विशिष्टताओं का वर्णन किया गया है। इसके अनुसार भूमिगत पेयजल की गुणवत्ता निम्नानुसार होना चाहिये। (सारिणी I)

अनुसूची IV नियम 6(1) तथा (3), 7(2) में कम्पोस्टिंग तथा लीचेट उपचार के मानकों का वर्णन है। कम्पोस्ट के सुरक्षित उपयोग के लिये कम्पोस्ट गुणवत्ता की निम्न लिखित विशिष्टताएं वर्णित हैं।

सारिणी I

S.N.	Parameters	IS 10500 : 1991 Desirable limit (mg/l except for pH)
1	Arsenic	0.05
2	Cadmium	0.01
3	Chromium	0.05
4	Copper	0.05
5	Cyanide	0.05
6	Lead	0.05
7	Mercury	0.001
8	Nickel	-
9	Nitrates as NO_3	45.0
10	pH	6.5-8.5
11	Iron	0.3
12	Total hardness (as $CaCO_3$)	300.0
13	Chlorides	250
14	Dissolved Solids	500
15	Phenolic Compound (as C_6H_5OH)	0.001
16	Zinc	5.0
17	Sulphate (as SO_4)	200

(सारिणी II)

Parameters	Concentration not to exceed *(mg/kg dry basis, except pH value n C/N ratio
Arsenic	10.00
Cadmium	5.00
Chroium	50.00
Copper	300.00
Lead	100.00
Mercury	0.15
Nickel	50.00
Zinc	1000.00
C/N ratio	20-40
pH	5.5-8.5

उपचारित लीचेट का निपटारा करने के लिये निम्नलिखित मानकों का प्रयोग करना चाहिये। (सारिणी ।।।)

(सारिणी ।।।)

S.N.	Parameter	Standards (Model of Disposal)		
		Inland surface water	Public sewers	Land disposal
1.	Suspend Soils, mg/l, max	100	600	200
2.	Dissolved solids (Inorganic) mg/l/max	2100	2100	2100
3.	pH value	5.5 to 9.0	5.5 to 9.0	5.5 to 9.0
4.	Ammonical nitrogen (as N), mg/l, max	50	50	-
5.	Total Kjedahl nitrogen (as N) mg/l, max	10	-	-
6.	Biochemical oxygen demand	30	350	100
	(d days at 270C) max. (mg/l)			
7.	Chemical oxygen demand, mg/l max	250	-	-
8.	Arsenic (as N) mg/l, max	0.2	0.2	0.2
9.	Mercury (as Hg). mg/l, max	0.01	0.01	-
10.	Lead (as Pb), mg/l, max	0.1	1.0	-
11.	Cadmium (as Cd), mg/l, max	2.0	1.0	-
12.	Total Chromium (as Cr), mg/l, max	2.0	2.0	-
13.	Copper (as Cu), mg/l, max	3.0	3.0	-
14	Zinc (as Zn), mg/l, max	5.0	15	-
15.	Nickel (as Ni), mg/l, max	3.0	3.0	-
16.	Cyanide (as CN), mg/l, max	0.2	2.0	0.2
17.	Chloride (as Cl), mg/l, max	2.0	1.5	-
18.	Fluoride (as F) mg/l, max	2.0	1.5	-
19.	Phenolic Compound (as C_6H_5OH) mg/l, max	1.5	5.0	-

उपसंहार :– यदि लैंडफिल गैस समस्या का पूर्वानुमान, निर्माण के पहले लगा लिया जाए, तो इसे नियंत्रित करने की विधियां भवन निर्माण में अपनाई जा सकती है। यदि नहीं, तो निर्मित संरचना में सुधार करना पड़ सकता है। लैंडफिल गैसें मानव जीवन तथा पर्यावरण के लिए अत्याधिक हानिकारक हैं । ये न केवल वातावरण को प्रदूषित करती हैं, अपितु मृदा तथा भूजल को भी विषाक्त बनाती है। फिर भी इनका न्यायायिक उपयोग इन्हें विनाशक से मानव जाति के लिए लाभप्रद बना सकता है। लैंडफिल स्थल का निर्माण करते समय, नियमों तथा कानूनों का पूर्ण पालन, समस्या को काफी हद तक कम कर सकता है। लैंडफिल स्थल का वैज्ञानिक उपचार इन्हें आर्थिक तथा व्यवसायिक रूप से उपयोगी बना सकता है।

सन्दर्भ ग्रन्थ

1. Scott D. Cunningham and William R Berti, 1993, Congress on Cell & Tissue Culture, San Diago, CA 2. Ahmet Demir M.Sinnan Bilgili Bestamin Ozkaya, International Journal of Environment and Pollution CIJEP Vo. 21, No. 2, 2004. 3. Treatment Technologies for site cleanup Annual Status Report, Tenth Edition, EPA 2000. 4. (Primer on landfill gas as green energy by Nike Ewall – 2000.) 5. www.sciencenews.org/articles/2001/fob1.asp 6. VS Environment Protechionagency – 450/3-90/011 a. 1991 7. Phase finalreport : Conceptual Study "EPA# 600SR92007 Jan 1992" 8. Liaka-vasi Liadou & S.Vasilei adies (USA) Procedding (379) Power Energy System 2003 9. www.eia.doe.gov./cneaf/solar.renewables/renewable energy.energy.annual/hap.10.html.