

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Småskalig förbränning av farligt medicinskt avfall	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska	
Universitet/högskola/företag Bioincendia AB	Avdelning/institution
Adress Huldrevägen 23	
Namn på projektledare Karl-Erik Karlsson	
Namn på ev övriga projektdeltagare Rickard Sundell	
Nyckelord: 5-7 st Farligt medicinskt avfall, pyrolys, liten skala, on-site, mobil, kostnadseffektiv	

Förord

Bioincendia har som mål att utveckla och förbättra tekniker för sluthantering av riskavfall. Mycket av avfallet kommer från hälsovårdsområden men också från många andra branscher där produktutvecklingen ger upphov till farligt avfall som har kan ha stor påverkan på miljö och hälsa. Denna avfallshantering i Sverige är i huvudsak centraliserad medan i många övriga länder är den mycket bristfällig. Även i Sverige kan det finnas motivering att undersöka alternativ för lokal slutbehandling av farliga avfallsflöden då transport på allmänna vägar och fysisk hantering medför risker som kan reduceras eller till och med elimineras helt med vår teknik.

Bioincendias arbete bygger mycket på hjälp från olika institut och bidragsgivare. Vi riktar ett stort tack till Energimyndigheten som har varit en stor bidragsgivare och som har trott på vår teknik. Vi vill även tacka Almi för att ha varit hjälpsamma med stödjande lån. Utvecklingen av vår teknik har till stor del skett på Kungliga Tekniska Högskolan där Professor Weihong Yang och doktorand Rikard Svanberg stått för en stor del av utvecklandet. Även internt inom Bioincendia har ett mycket stort antal timmar och kapital investerats för att nå de uppsatta målen.

Vi ska också nämna att projektet har kantats av ett flertal händelser som kraftigt påverkat projektets slutförande. Bland annat personliga faktorer, pandemi och papaledighet har inneburit årslånga förlängningar.

Följande sidor samt medföljande bilagor beskriver vår utveckling.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Summary	5
Inledning/Bakgrund.....	6
Genomförande.....	7
Resultat	8
Diskussion.....	9
Publikationslista	10
Referenser, källor	10
Bilagor	10

Sammanfattning

Dagens hantering av riskavfall i Sverige omfattar långa transporter över våra allmänna vägar till centraliserade anläggningar och till stora kostnader. För att minska risken för exponering och påverkan på miljön av avfallet samt minska kostnaderna för producenterna inriktar sig Bioincendia på att utveckla teknik för att hantera avfallet så nära källan som möjligt. Kraven för att möta detta mål är att utveckla energieffektiv och miljövänlig teknik som kan nyttjas av små till mellanstora anläggningar med begränsade utrymmen. Ett av de grundläggande kriterierna har varit att uppnå kraven i ”Directive 2000/76/EC 4 December 2000 on the incineration of waste” vilket behandlar kraven för sluthantering av riskavfall. Dessa krav omfattar mycket höga tekniska svårigheter att lösa för småskaliga anläggningar men medför stora fördelar för miljön via minskningen av farliga rökgaser och bildningen av toxiska gaser. Det föreligger ett stort behov av tekniska innovationer för att omhänderta riskavfall globalt i avsaknad av centraliserade anläggningar som hittas främst i industrialiserade länder och speciellt då behov och tillgänglighet till sjukvård ständigt ökar runt om i världen.

Bioincendia utförde sina första experiment i en av grundarnas garage men har sedan utvecklats till ett nära samarbete med Kungliga Tekniska Högskolan (KTH) för att vidareutveckla tekniken. Det har skett stegvis från 2015 och fortsätter ännu idag. Efter ett antal tekniska vägval står en grundläggande prototyp färdig på KTH. Med hjälp av denna prototyp har vi erhållit värdefulla data och nått nya insikter som vi tar med oss under den fortsatta utvecklingen.

Bioincendia har som mål att utveckla ett komplett koncept för att nå ut till den globala marknaden. För att kunna bättre förstå marknaden och för att utveckla en marknadsstrategi har en undersökning utförts i Georgien i östra Europa. Georgien är ett angränsande land till EU med ett relativt välutvecklat sjukvårdssystem representativt för världen i snitt. Lösningar för hantering av smittsamt avfall finns idag men som rapporten beskriver så finns stora möjligheter för förbättringar.

På grund av sekretess så innehåller denna rapport inga detaljerade uppslag av tekniken. Känslig information finns som bilagor enligt rapporteringskraven och ska behandlas som konfidentiella. Dokumenten och filerna är märkta med ”KONFIDENTIELL” samt ”SEKRETESS”.

Summary

Hazardous wastes are mainly transported over large distances to centralized plants on public roads in Sweden and in other European countries. Such transports are costly and also entail risks of exposure to humans and potential impacts on the environment. Bioincendia focuses on developing reliable technology that allows the producers of such hazardous wastes to manage their destruction on-site or as close to the source as possible. The requirements set forth by Bioincendia is the development of technology for complete treatment of wastes at small- to medium sized facilities with a minimal footprint and with high energy efficiency.

One of the main criteria set forth for the technology development has been to meet the requirements set forth by the EU directive "Directive 2000/76 / EC 4 December 2000 on the incineration of waste", which deals with the requirements for final disposal of hazardous waste. The requirements set forth in this directive presents a high level of technological difficulty to achieve on a small scale but presents a large benefit in regards to emission of flue gasses to the environment with minimal chance of toxic gas formation. Furthermore, there is an acute need for technological innovations world-wide in local hazardous waste management as centralized waste plants are unique to industrialized countries and as the demand for health care services are steadily increasing globally.

Bioincendia started through simple proof-of-concept experiments in one of the founders' garages but has since evolved into full-scale technology development in partnership with the Royal Institute of Technology (KTH). This cooperation started in 2015 and still continues today. After a number of technical options having been explored on different scales, a basic prototype is now functional at KTH. With the help of this prototype, we have obtained valuable research data and further technological innovations and ideas that will help us towards achieving our objectives.

Bioincendias aims to develop a complete technological concept for the global market. In order to understand the market and to develop a marketing strategy, a study was conducted in Georgia in Eastern Europe. The country borders to Europe and was selected to represent a EU neighbouring country with a developed healthcare systems and inherent issues related to hazardous waste management. Solutions for managing infectious waste exist today but as our study found, leaves many opportunities for improvements.

Due to confidentiality, this report does not contain any detailed information about the technology in development. Such information is attached as instructed as annexes and should be treated as confidential. The documents and files are marked with "KONFIDENTIELL" and "SEKRETESS".

Inledning/Bakgrund

Grundidén med att starta Bioincendia kom efter att en av grundarna, som är doktor i mikrobiologi, besökte flertalet sjukvårds- och forskningsinrättningar i länder i Nordafrika och Centralasien på uppdrag av Europeiska Kommissionen. I samtal med chefer och forskningsledare vid anläggningarna återkom problematiken kring hanteringen av riskavfall. I majoriteten av länderna saknades helt någon organiserad hantering av riskavfall och avfallen slutade oftast med öppen deponering eller direkt eldning med mycket stora risker för hälsa och miljö.

Majoriteten av länderna som besöktes saknade resurser för att bygga upp en hållbar infrastruktur för avfallshantering, och internationellt bistånd prioriteras oftast till andra investeringar än just för att hantera avfall. De behövs mer kostnadseffektiva och lokala lösningar som inte kräver för stora anläggningar eller investeringar i infrastruktur. Målet blev att utveckla en teknik som kunde rymmas i befintliga anläggningar och som kunde utnyttja befintliga energiresurser, och framför allt kunna behandla avfallet så nära källan som möjligt på ett säkert sätt. Denna lösning gäller även för länder som redan har en utvecklad hantering av farligt avfall men där strukturen innebär specialtransporter över stora avstånd till stora värmeverk och till stora kostnader. Att hantera det mest problematiska och riskfyllda avfallet vid källan är en stor vinst både ekonomiskt och miljömässigt. Kan man reducera hanteringen genom att ta bort moment som tillfällig deponering hos producent, transporter med specialutbildad personal samt avfallsverkens avgifter så finns det mycket stora besparingar att uppnå även i länder som Sverige och i övriga Europa. En lika viktig faktor är att man slipper utsätta samhälle och miljö för de risker det innebär att ha riskavfall ute på långväga transporter på våra vägar. En olycka kan få ödesdigra konsekvenser om riskavfall tillåts exponeras för räddningspersonal och miljö.

Bioincendias team har spenderat tusentals timmar på införskaffande av data från olika aktörer, framför allt inom sjukvården. Grundaren var under en period med i kommittéen som ansvarade för skyddsarbetet på Karolinska Institutet vilket gav en mycket värdefull inblick i hur smittsamt avfall hanterades kring högrisklaboratorium. Övriga medlemmar i företaget har bland annat erfarenheter inom farliga ämnen, ingenjörskap inom förbränningsteknik, försäljning av medicinska förbrukningsvaror till sjukvården samt företagande. Sedan har det under årens gång anlitats personer som har bidragit med olika kunskap och finansiering.

En intressant studie som utfördes 2016 omfattade en noggrann genomgång och karaktärisering av avfall från olika avdelningar på Danderyds Sjukhus i samrådande med en miljökonsult. Informationen som analyserades omfattade bland annat data över antalet bäddar, typ av sjukvård på avdelningarna och typ av material i avfallen vilket gav en mycket detaljerad inblick i riskavfall från Svenska sjukvården.

Genomförande

Som kan utläsas från den ursprungliga ansökan så angav vi ett upplägg på arbetspaketet. Med tiden så insåg vi att vi var tvungna att ändra ordningen på vissa arbetspaket för att erhålla resultat på bästa sätt. Det var menat att KTH skulle ombesörja konstruktionen av ett par detaljer i prototypen men i överenskommelse med KTH så stod Bioincendia för valet och kontrakten med utomstående konstruktörer.

Vi har tidigare inkommit till Energimyndigheten med statusrapporter, och i dessa finns att läsa den nya ordningen av genomförandet. Alla tidigare rapporter finns bifogade. Bifogat finns också alla tekniska rapporter från KTH som visar alla resultat hittills. De är dock **sekretessbelagda** och får **ej spridas** vidare.

I statusrapporten med datum 2019-10-10 finns den senast föreslagna ordningen. I dagsläget har vi till största del klarat av nummer 6 i ordningen som består av arbetspaket 1 + 2.3 + 2.4. Efter att ha valt en bestämd väg med utvecklingen så har frågan varit om vi kunde nå i mål med det valet. Nu i slutfasen har det visat sig att vi behöver modifiera prototypen till att också utnyttja eluppvärmning (se ”Diskussion”) vilket har medfört att vi inte har kunnat nå hela vägen med arbetspaket 2.4.

Trots att vi inte till fullo uppnått de sista resultaten så har vi ansett att vi har tillräckligt med resultat för att ansöka om patent. I samarbete med patentbyrån Brann så är en patentansökan inlämnad. Utefter rekommendation från Brann utformades ett Europeiskt huvud-patent som beskriver hela processen för omhändertagandet av medicinskt riskavfall med tre tekniska underkrav som uppkommit under projektet.

På grund av att vi vill hålla detaljerna i ansökan utanför offentligheten ända tills patenten är godkänt så bifogas med denna rapport endast kvittensen för inlämnandet.

Resultat

Resultaten är relativt omfattande och finns att läsa i bilagorna. De är till största del inskickade med en första rapport 2022-01-04. Denna rapport kompletterar de sista delarna vilket innefattar underlag för patentansökan (bil 13) samt en ekonomisk redovisning (bil 16).

Diskussion

I samrådan med KTH valdes i ett tidigt stadium att utveckla tekniken genom att nyttja pyrolys som behandlingsmodell för avfallet medan rökgaser vidare behandlades i en sekundär ”efterbrännskammare” försedd med traditionell gasbrännare och injektion av syre för effektiv gasförbränning och upphettning enligt EU direktiven. Specifikationerna i EU direktiven kräver att rökgaserna upprätthåller en temperatur på 850 grader Celsius i minst 2 sekunder för avfall som inte innehåller klorerade kolväten, alternativt 1100 grader för klorerade kolväten som finns i vissa plastsorter. Detta är för att erhålla en så pass stor molekylär separation och minskad risk för bildandet av NOX-gaser vid nedkylningen i temperaturspannet 400-200 grader av gaserna innan filtrering/kemisk behandling och utsläpp. I vår avfallsstudie framgick att plaster som innehåller klor till stor del har fasats ut av tillverkare under senare år och nu endast nyttjas i samband med lagringen av blod för blodtransfusioner då andra mjukgörare i plaster som inte är av typen PVC kemiskt kan reagera med blodplättar. Detta skulle medföra att kravet för 850 grader kan tillämpas till majoriteten av sjukvårdsavfallen med få undantag som blodbanker och kirurgi. Dock kvarstår målet att uppnå ett 2-sekunders bibehållande vid 1100 grader för att omfatta alla avfall.

Den tekniska svårigheten består i att uppnå kravet i liten skala då gasförbränningen omfattar mycket stora gasflöden i >250 liter per sekund. Det är av denna anledning som moderna pyrolysanläggningar är stora och kräver rejäla investeringar i infrastruktur. Däremot har vår forskning via fysiska experiment och datorsimuleringar påvisat att vi kan uppnå målen i liten skala och lösa huvudproblemet med att upprätthålla en effektiv gasförbränning som tillåter bibehållandet av rökgastemperaturen på 1100 grader under 2 sekunder. I dagsläget planeras nästa fas av utvecklingen vilket omfattar experiment där upprätthållandet av temperaturen stötts via indirekt eluppvärmning som stöd till gasantändningen utöver nyttjandet av en gasbrännare. Denna vidareutveckling var förutsedd i ett tidigt stadium och är ett nästa delmoment i den tekniska utvecklingen.

Tekniken kan ha stor samhällsnytta för både utvecklade länder och utvecklingsländer där ett centraliserat avfallshanteringssystem som är både energieffektivt och vänlig mot miljö och hälsa inte är ett alternativ i dagsläget. I Sverige transporteras riskavfall dagligen på våra vägar under EU krav som ställs under ADR transporter men omfattar fortfarande risker och miljöpåverkan. Vi tror starkt på att vi med vår teknik ska kunna bidra till att eliminera behovet av centraliserad behandling av de mest riskfyllda avfallen från bland annat sjukvården genom lokal behandling, och vi vet med stor säkerhet att nuvarande lösningar på marknaden inte uppfyller kraven som EU ställer.

Publikationslista

Inga publikationer har skett ännu.

Referenser, källor

Se tekniska rapporter.

Bilagor

Bil 1_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_Brann nyhetssökning

Bil 2_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_rapport Georgien

Bil 3_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_teknisk rapport 1

Bil 4_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_teknisk rapport 2

Bil 5_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_teknisk rapport 3

Bil 6_SEKRETESS_Projektnummer 40397-3_teknisk rapport 4

Bil 13_Projektnummer 40397-3_patentansökan kvittens

Bil 16_Projektnummer 40397-3_ekonomisk redovisning