



Testování zdravotnického odpadu termickým dekontaminačním procesem k odstranění nebezpečné vlastnosti H9 – infekčnost



Vypracoval: Ing. Roman Smelik

V Ostravě dne: 17. 03. 2015



Obsah

1. Určení a cíle pracoviště.....	3
1.1 Organizační struktura	4
1.2 Lokalizace pracoviště.....	4
1.3 Personální obsazení pracoviště	5
1.4 Doba trvání pracoviště	5
2. Úvod do problematiky infekčních odpadů	6
3. Způsoby odstraňování a využívání odpadů ze zdravotnictví	7
3.1 Dekontaminace odpadů.....	7
3.2 Skládání odpadů	8
3.3 Spalování odpadů.....	8
3.4 Využívání odpadů ze zdravotnictví.....	9
4. Popis termického dekontaminačního procesu.....	9
5. Dekontaminační zařízení	12
6. Umístění technologie	14
6.1 Přeprava nebezpečného odpadu	14
6.2 Manipulace s nebezpečným odpadem.....	14
6.3 Lokalizace technologie	15
6.4 Projektová kapacita dekontaminačního zařízení.....	15
6.5 Požadovaná kapacita pro zkušební provoz	16



1. Určení a cíle pracoviště

Sdružené výzkumně – vzdělávací pracoviště pro dekontaminaci nebezpečných odpadů je tvořeno třemi subjekty. Jedná se o inovační společnost **Ostravská LTS, a.s.**, firmu nakládající s nebezpečnými odpady **ORC Recycling s.r.o.** a **Hornicko – geologickou fakultu vysoké školy báňské – technické univerzity Ostrava.**

Cílem pracoviště je zavádět do praxe nové pokročilé a inovativní technologie odpadového hospodářství, které byly experimentálně ověřeny v laboratorních podmínkách a dále pak v podmínkách simulující provoz. Takto provozně ověřené technologie budou snáze uplatnitelné na trhu. Potenciální zájemci z řad společností nakládajících s odpady mohou na zařízení reálné velikosti ověřit zpracování svých vzorků a seznámit se tak s procesními i ekonomickými parametry.

Bezprostřední propojení pracoviště s analytickými laboratořemi a ústavu VŠB – TU Ostrava umožní zajistit celé spektrum měření a rozborů potřebných k verifikaci dílčích testovaných procesů. Odborníci na ekonomiku a systémy řízení budou schopni takto získaná data analyzovat a sestavit sofistikované modely včetně citlivostní analýzy pro nasazení technologií v tržním prostředí s mnoha proměnnými.

Výstupem pracoviště bude ověření životaschopnosti technologií a jejich fyzikálně – chemických procesů s důrazem na následující body:

- a) Bezpečnost provozu
- b) Ekonomika provozu
- c) Vliv na životní prostředí
- d) Vliv na zaměstnanost regionu
- e) Míra materiálového zhodnocení odpadů
- f) Míra energetického využití odpadů
- g) Srovnávací Benchmarking s jinými metodami na zpracování odpadů

Prostředkem k dosažení cílů projektu bude spolupráce všech tří subjektů v oblasti přírodních, technických a společenských věd, jakož i materiálové a organizační zabezpečení fungování projektu.



1.1 Organizační struktura

Organizační strukturu Sdruženého výzkumně – vzdělávacího pracoviště pro dekontaminaci nebezpečného odpadu tvoří:

- Rada pracoviště
- Vedoucí pracoviště
- Pracovníci pracoviště

1.2 Lokalizace pracoviště

Pracoviště se nachází v katastru obce Rychvald na křižovatce ulic Myslivecká a Mezi lány. Jedná se o areál bývalého Státního statku Karviná, jehož část spravuje DIAMO s.p. a konkrétní pozemky určené pro realizaci pracoviště jsou ve vlastnictví sesterské společnosti ORC Group s.r.o. Společnost ORC Recycling s.r.o. v současné době v tomto areálu provozuje sběrnou druhotných surovin.





1.3 Personální obsazení pracoviště

V oblasti personálního obsazení je projekt zajištěn interními odborníky ze tří spolupracujících subjektů, jakož i externími specialisty. Konkrétně se jedná o následující odbornosti:

- Odpadový hospodář
- Vzorkař a hodnotitel nebezpečných vlastností odpadů
- Procesní inženýr
- Ekolog
- Technik BOZP
- Specialista systémových a ekonomických analýz
- Mistr provozu

1.4 Doba trvání pracoviště

Pracoviště se zřizuje na dobu neurčitou. Prvním společným projektem bude „Testování zdravotnického odpadu termickým dekontaminačním procesem k odstranění nebezpečné vlastnosti H9 – infekčnost“

Čas realizace úvodního projektu je stanoven na dobu 1 roku. Zahájení provozu proběhne k 01. 07. 2015 a jeho ukončení a vyhodnocení včetně vypracování závěrečné zprávy bude termínováno k 30. 06. 2016.

V návaznosti na útlum skládkování komunálního odpadu do roku 2024 bude ve spolupráci se společností AWT Rekultivace, a.s. a skládkovou společností DEPOS, a.s. testována výroba kapalného alternativního paliva pro běžné kotle energetických výroben. Zázemí pracoviště a jeho vybavenost vytváří reálný předpoklad pro úspěšné splnění tohoto cíle.

Sdružené výzkumně – vzdělávací pracoviště pro dekontaminaci nebezpečných odpadů bude formou sdružení žádat o podporu v rámci OP PIK a to konkrétně pro program „Aplikace“.



2. Úvod do problematiky infekčních odpadů

Odpad ze zdravotnictví je odpad z nemocnic a z ostatních zdravotnických zařízení, nebo jim podobných zařízení zahrnující komponenty různého fyzikálního, chemického a biologického materiálu, který vyžaduje zvláštní nakládání a odstranění vzhledem ke specifickému zdravotnímu riziku. Zahrnuje pevný nebo kapalný odpad, který vzniká při léčebné péči nebo při obdobných činnostech a je nazýván odpadem ze zdravotnických zařízení.

Mezi vybrané odpady ze zdravotnických zařízení patří infekční odpad, do něhož lze zařadit použité chirurgické materiály, odpady z laboratoří, dialyzačních zařízení, použité nemocniční podložky, pleny, odpady z laboratoří, kde se provádí mikrobiologická stanovení (mikrobiologické kultury) apod.

Do této skupiny odpadů patří i biologicky kontaminované odpady, které jsou kontaminovány lidskou krví, sekrety, nebo výkaly. Biologicky kontaminované odpady mohou být kontaminovány i podmíněně patogenními nebo patogenními mikroorganismy. Mezi tyto odpady lze zařadit kontaminovaný obvazový materiál, kontaminované pomůcky, infusní nástroje bez jehly, obaly transfúzní krve, pomůcky pro inkontinentní pacienty, materiály z plastů, kontaminované osobní ochranné pomůcky personálu jakými jsou roušky, rukavice apod.

V případě místa vzniku biologicky kontaminovaných odpadů ve zdravotnických zařízeních, v domovech pro seniory nebo ústavech sociální péče, je nutné vždy zvažovat riziko infekce. U biologicky kontaminovaného odpadu nelze zcela vyloučit přítomnost infekčních činitelů.

Pro nakládání s těmito odpady je nutné jejich oddělené shromažďování a balení do kontejnerů nebo dvojitých pytlů dle závažnosti možného infekčního činitele. Je nutné používat žlutě označovaných sběrných a shromažďovacích prostředků se symbolem infekčnosti „H9 – infekčnost“, popřípadě symbol či nápis biohazard. Infekční odpady se nesmí překládat z jednoho obalu do jiného, ani dodatečně třídít. Pro přechodné uskladnění nebo opatření do doby přepravy musí být infekční odpady uloženy v uzamčeném a nepovoláným osobám nepřístupném chlazeném shromažďovacím, nebo skladovacím prostoru. **Infekční odpady musí být dekontaminovány, nebo přímo odstraněny spálením, za použití vhodného tepelného procesu.** Při nakládání s vysoce infekčními odpady je nutno postupovat dle vyhlášky MZ č. 195/2005 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení,



vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienických požadavků na provoz zdravotnických zařízení a ústavu sociální péče.

Infekční odpady se zařazují podle Katalogu odpadů jako katalogové číslo **18 01 03 Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní podmínky s ohledem na prevenci infekce, kategorie N.**

3. Způsoby odstraňování a využívání odpadů ze zdravotnictví

3.1 Dekontaminace odpadů

Dekontaminace odpadů patří mezi metody, které jsou doporučeny pro snížení rizik plynoucích z infekčnosti odpadů před jejich přepravou ze zdravotnického zařízení ke konečnému odstranění. Dekontaminace je úprava odpadů za účelem úplného odstranění biologických činitelů (např. sterilizace je definována jako úplná eliminace všech forem mikrobiálního života, včetně vysoce rezistentních spór).

K dekontaminaci odpadů ze zdravotnických zařízení je možné použít různé typy certifikovaných zařízení založených především na principech parní sterilizace, horkovzdušné sterilizace, mikrovlnného ohřevu, pyrolityckého rozkladu organické hmoty apod.

Při dovozu, distribuci, nebo výrobě zařízení určeného k dekontaminaci odpadů ze zdravotnických zařízení je nutné, aby dovozce, výrobce, nebo distributor doložil provozovateli následující podklady:

- Doklad o specifikaci technologického zařízení nebo procesní metody z hlediska schopnosti dekontaminačního zařízení eliminovat, nebo redukovat jednotlivé skupiny biologického činitele na přijatelnou hladinu z hlediska ochrany lidí.
- Doklad o účinnosti zařízení. V případě, že účinnost není výrobcem ověřená a doložená, je nezbytné provést proces validace metody dekontaminace na specializovaných pracovištích před uvedením technologické linky do provozu.

Dekontaminací odpadů ze zdravotnických zařízení se odstraňuje zejména nebezpečná vlastnost odpadu H9 – infekčnost.



3.2 Skládování odpadů

Obecně je skládování infekčních odpadů ze zdravotnických zařízení v České republice zakázáno. Na skládky je možno ukládat pouze dekontaminované a vytríděné odpady zbavené všech nebezpečných vlastností, při splnění podmínek Vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.

Skládováním je uzavřen cyklus likvidace odpadu po dekontaminaci, ale žádný přínos z na skládce uloženého odpadu již nevzniká. Předchozí konstatování je jedním z důvodů, proč se skládování bude po roce 2024 utlumovat a bude nahrazeno progresivnějšími metodami na využití veškerých odpadů.

3.3 Spalování odpadů

Spalování odpadů ve spalovnách nebezpečných odpadů je nejčastějším odstraněním odpadů ze zdravotnických zařízení v České republice. Odpady, které předtím nebyly podrobeny dekontaminaci, nebo jinak zbaveny jiných nebezpečných vlastností, musí být spalovány v zařízení, které je projektováno a provozováno pro spalování těchto odpadů. Teplota pro spalování odpadů ze zdravotnických zařízení musí být dle doporučení WHO vyšší než 1000 °C. Spalování odpadů se řídí Zákonem č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Způsob nakládání s odpady v zařízení je součástí zvláštních pokynů z hlediska ochrany zdraví uvedených v provozním řádu zařízení.

Provoz vlastních spaloven je dosti náročný na proces čištění spalin. Spaliny po opuštění vlastní spalovací komory musí procházet systémem praček a dioxinových filtrů za účelem odstranění polychlorovaných bifenyly (PCB), furanů a sloučenin na bázi dioxinů.

Zvýšenou pozornost je potřeba věnovat i popelu po spálení nebezpečného odpadu ze zdravotnických zařízení. Popel může obsahovat škodliviny a zbytky ostrých předmětů. Vzhledem k vysoké teplotě při spalovacím procesu je materiálové zhodnocení kovů obsažených v popelu již obtížně proveditelné a neekonomické.

Z výše uvedených důvodů je pochopitelná nákladnost procesu a tím i cena za likvidaci nebezpečného odpadu.



Stavba nových spaloven průmyslového odpadu vyvolává protesty obyvatel v dané lokalitě i ekologických aktivistů. Převozy do stávajících spaloven přinášejí dodatečné náklady na provoz dopravních prostředků s vybavením ADR.

Na rozdíl od skládkování, přináší spalování alespoň částečné energetické využití nebezpečných odpadů ze zdravotnických zařízení.

3.4 Využívání odpadů ze zdravotnictví

Využívání odpadů ze zdravotnictví závisí na přísném dodržování systému třídění odpadů v místě vzniku odpadů od zdravotnických pomůcek, vnější papírové obaly od léčiv, plasty či sklo po dekontaminaci a další nekontaminované složky komunálního odpadu.

Způsob třídění za účelem následného využívání odpadu musí být uveden v provozním řádu zdravotnického zařízení a dále v provozním řádu dekontaminačního zařízení, pokud je toto umístěno u oprávněné osoby provozující zařízení k využívání a likvidaci odpadu.

4. Popis termického dekontaminačního procesu

Termická komora **HOKS TS 500** představuje technologii využívající pro svou funkci proces nízkoteplotní pyrolýzy. Jedná se o fyzikálně chemický proces, při němž dochází k rozkladu chemických vazeb organické hmoty a vznikají látky jednodušší. Proces nízkoteplotní pyrolýzy probíhá bez přístupu vzduchu, kdy $\lambda=0$ a probíhá po dávkách. Nejedná se tedy o proces kontinuální.

Zpracovávaný materiál je vystaven působení tepelné energie, která způsobuje jeho zahřání na teplotu, která vysoce převyšuje zápalnou teplotu materiálu. K procesu hoření však nedochází, neboť není přítomen vzdušný kyslík, ani jiná oxidační media. Materiál začne tepelně degradovat a rozkládat se na jednodušší látky, které jsou obsaženy v procesních plynech. Uhlovodíky s počtem uhlíku $C_1 - C_4$ zůstávají v plynném stavu i po ochlazení procesního plynu v kondenzačním chladiči. Vyšší uhlovodíky s počtem uhlíku $C_5 - C_{20}$ kondenzují na kapalnou fázi, která se nazývá pyrolýzním olejem, nebo obecně dehty. V kapalně fázi bývá zastoupená i voda (H_2O), která se nacházela ve formě vlhkosti ve vstupním materiálu. Procesní plyn je odsáván soustavou ventilátorů a veden do kondenzačního chladiče. Z chladiče je kondenzát jímán do nádrže a z této posléze



přečerpáván do přepravních kontejnerů podléhajících režimu ADR. Přebytky plynu, které nezkondenzují, budou spáleny na bezpečnostním hořáku – fléře. Bude se jednat o spalování se zemním plynem, kdy teplota na keramické trysce hořáku dosáhne teploty 1200 °C. Touto teplotou je splněno i překročeno doporučení Mezinárodní zdravotnické organizace (WHO).

Uhlíkatý zbytek, který se nepřemění působením tepla na procesní plyn, zůstává v komoře a je nazýván pyrolýzním polokoksem. Jedná se o směs uhlíku, kovů, inertního materiálu a nečistot obsažených ve vstupním materiálu. Obecně lze konstatovat, že organické látky obsažené v odpadech ze zdravotnických zařízení budou vystaveny nízkoteplotní karbonizaci.

V případě aplikace procesu nízkoteplotní pyrolýzy na odpad ze zdravotnických zařízení dojde mimo výše popsany rozklad organického materiálu i k jeho dokonalé dekontaminaci a úplné eliminaci všech forem mikrobiálního života, včetně vysoce rezistentních spór. Nebezpečná vlastnost odpadu H9 – Infekčnost bude tímto procesem eliminována a nebezpečný odpad bude možno překvalifikovat na odpad „Ostatní“.

Potřebnou tepelnou energii k zahřátí vnitřku komory zajišťují elektrické topné tyče. Spínání jednotlivých tyčí a regulaci teploty v komoře má na starosti řídicí systém Simatic S 300. Pomocí uvedeného řídicího systému lze nastavit strmost teplotního gradientu, jakož i dobu setrvání na požadované teplotě. Po dosažení nastavených parametrů započne proces ochlazování komory. Před umožněním otevření hermetických vrat provede řídicí systém odsátí atmosféry v komoře a aktivuje ventily inertizačního plynu. Po otevření komory je vyvezen vozík s uhlíkatým zbytkem, který se vykloupí do násypky drtící a separační jednotky. Veškerý obsah vozíku bude z důvodu požadavku na zachování jednotné granulometrie nadrcen.

Procesní teplota pro dekontaminaci odpadu ze zdravotnických zařízení byla stanovena na hodnotu 340 °C. Teplotní gradient nárůstu na požadovanou teplotu je uvažován 1 hodina. Doba setrvání na požadované teplotě 1 hodina. Čas minimálně potřebný k vychlazení komory je 1 hodina.

Po ukončení průběhu procesu bude možnost odebrat vzorky dekontaminovaného materiálu a prokázat tak účinnost termické komory Hoks TS 500 jako dekontaminačního zařízení pro dekontaminaci odpadů ze zdravotnických zařízení.



Obrázek č. 1: Pohled z komory termické jednotky Hoks TS 500 na převážecí vozík



5. Dekontaminační zařízení

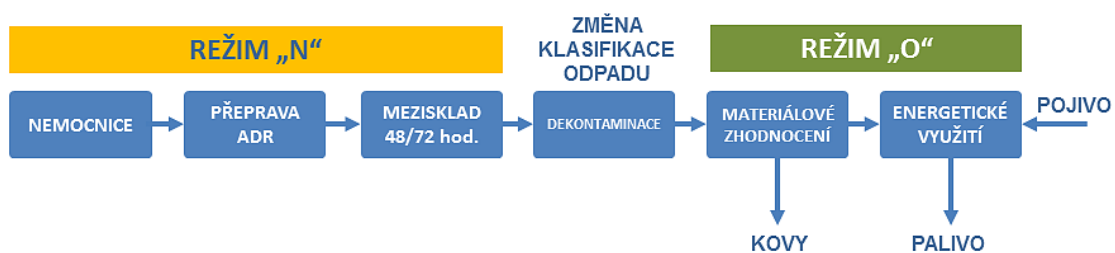
Je technologické zařízení k úpravě odpadů, při které dochází k úplnému odstranění živých mikroorganismů pomocí působení tepla v inertní atmosféře. Dále dekontaminační zařízení umožní následné materiálové zhodnocení a energetické využití odpadů ze zdravotnických zařízení. Dekontaminační zařízení pracuje v rámci uzavřeného technologického cyklu. Teprve po vychladnutí komory a před jejím otevřením jsou zbytkové plyny odsáty a spoluspaleny se zemním plynem na bezpečnostním hořáku – fléře. Chod fléry bude probíhat po 15 minut u každého tříhodinového cyklu. Teplota plamene vzhledem k instalované keramické trysce dosáhne teploty až 1200 °C.

Po vlastní dekontaminaci bude možno přistoupit k drcení pevného uhlíkatého zbytku a k separaci kovů v něm obsažených. Vzhledem ke skutečnosti, že medicínská ocel se používá téměř výhradně na bázi nerezavějících ušlechtilých ocelí, které nejsou magnetické, bude nutno provést separaci jiným vhodným fyzikálním procesem.

Tuhý uhlíkatý zbytek po odseparování kovových předmětů lze využít pro výrobu alternativního paliva ve formě pelet, nebo briket. Jako pojivo bude využít tepelně modifikovaný škrob TRITEST B. Výhřevnost pelet či briket z tuhého pyrolýzního zbytku se pohybuje mezi 26 – 28 MJ/kg.

Kapalná fáze z procesu nízkoteplotní pyrolýzy obsahuje uhlovodíky na bázi etylenu a propylenu. Vzhledem ke skutečnosti, že původní materiál obsahuje vyšší vlhkost a nízkoteplotní pyrolýzní proces nedokáže disociovat molekuly vody, kondenzují vodní páry v chladiči. Před využitím kapalné fáze k energetickým účelům, nebo jako suroviny pro chemický průmysl je zapotřebí vodu odstředit ve vhodném dekantačním zařízení. Kromě vody dekantační odstředivka odstraní i drobné uhlíkaté nečistoty obsažené v procesním plynu, které jeho kondenzací přešly do kapalné fáze. Po odstředění a destilaci v rafinační koloně lze jednotlivé frakce pyrolýzní kapaliny materiálově využít, nebo energeticky zhodnotit. Všechny tři předpokládané frakce vzniklé destilací budou deklarovány jako suroviny pro chemický a petrochemický průmysl.

Zpracování odpadů ze zdravotnických zařízení termickou dekontaminací bez přístupu vzduchu a následná separace a optimalizace vlastností jeho frakcí přinese komplexní využití původního nebezpečného odpadu bez nutnosti spalování ve specializovaných spalovnách a skládkování.



Obrázek č. 2: Blokový diagram zpracování nebezpečného odpadu



Obrázek č. 3: Pohled na termické zařízení Hoks TS 500



6. Umístění technologie

6.1 Přeprava nebezpečného odpadu

Přeprava infekčního zdravotnického odpadu od původce bude realizována společností ORC Recycling, spol. s r.o. dle klasifikace předpisu ADR. Odpad katalogového čísla **18 01 03** „Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce“ (např. krví nebo jinými tělními tekutinami kontaminovaný ob vazový materiál, tampony, hygienické vložky, pleny – vše na bázi buničiny nebo textilu, medicínské a léčebné pomůcky na jedno použití – kanily, hadice, katetry) je řazen jako **UN 2814**.

6.2 Manipulace s nebezpečným odpadem

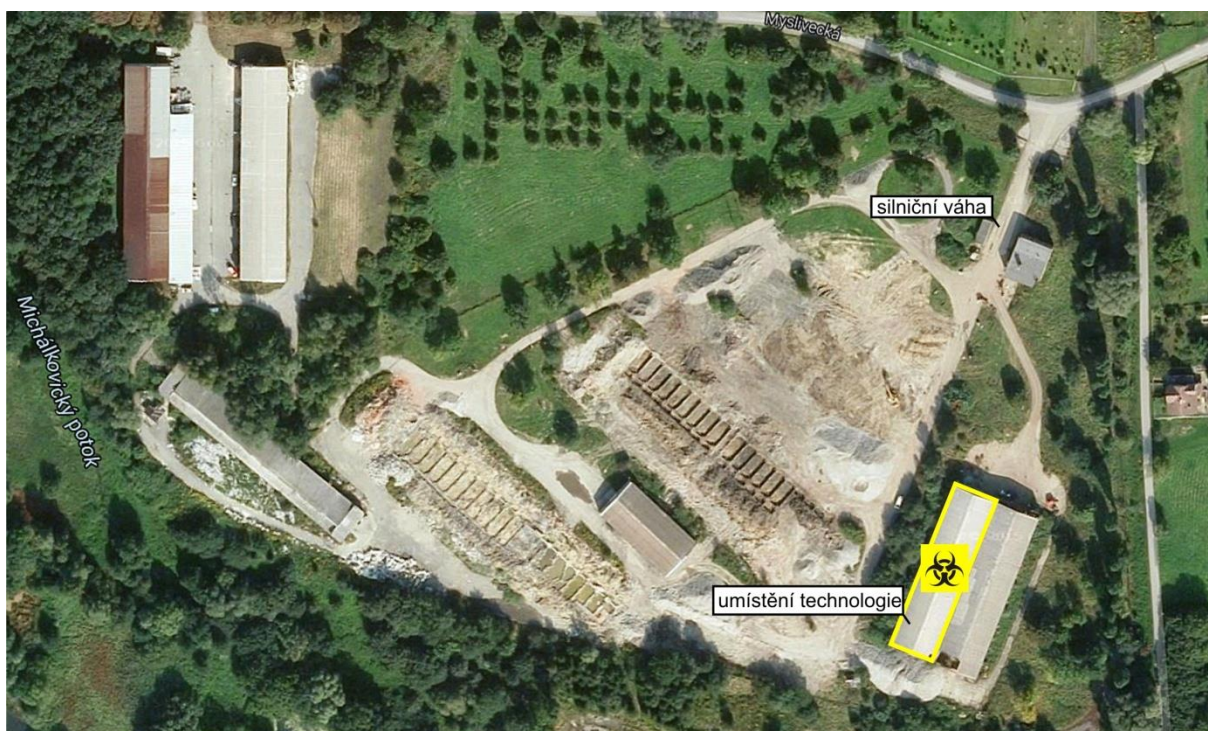
Nebezpečný odpad katalogového čísla **18 01 03** nebude v místě dekontaminace uskladňován, nýbrž přímo z přepravního prostředku ADR dávkován do dekontaminačního zařízení. Pracovníci určení k dekontaminaci vyjmou pytle s infekčním materiálem z prostředku ADR a umístí jej na převážecí vozík technologické linky. Po naplnění vozíku bude tento zasunut do termické komory Hoks TS 500. Bude následovat uzavření hermetických vrat a proběhne iniciace řídicího systému SIMATIC S 300, který vyhodnotí připravenost technologie ke startu procesu. Pověřený pracovník nastartuje proces a započne zahřívání komory po stanovené náběhové křivce teploty. Řazení jednotlivých topných tyčí řídí systém a není nijak závislé na obsluze. Po dosažení teploty 340 °C komora na této teplotě setrvává po dobu 1 hodiny. Během procesu běží ventilátory, které odvádějí procesní plyn do kondenzačního chladiče. Po uplynutí doby 1 hodiny dojde k postupnému vypínání topných tyčí a ochlazování komory. Po poklesu vnitřní teploty komory na 70 °C je iniciován hořák zbytkového plynu, na němž dojde ke spalování zemního plynu s plynem procesním, který nezkondenzoval. Po spálení veškerého plynu je prostor komory inertizován dusíkem z tlakové láhve a systém povolí otevření hermetických vrat. Obsluha pomocí lanového navijáku vysune převážecí vozík z komory a vyklopí jej do připraveného kontejneru. Do vyprázdněného vozíku může být ihned dávkována nová vsázka infekčního materiálu a celý proces se opakuje.

Kontejner s dekontaminovaným materiálem je odvezen k drcení a separaci kovových částí.



6.3 Lokalizace technologie

Dekontaminační zařízení bude umístěno na pozemku ORC Recycling, spol. s r.o. v katastru obce Rychvald, mezi ulicemi Myslivecká a Mezi lány. Jedná se o objekt určený k nakládání s odpady. Objekt dekontaminace bude zabezpečen proti vniknutí nepovolaných osob.



Obrázek č. 4: Letecký snímek areálu

6.4 Projektová kapacita dekontaminačního zařízení

Dekontaminační zařízení je projektováno na kapacitu 1000 tun infekčního odpadu katalogového čísla 18 01 03 ročně. Pro dosažení projektované kapacity je uvažováno s třisměnným týdenním cyklem mimo sobot a nedělí. Pro letní období, kdy je možno infekční odpad přechovávat mezi jeho vznikem a dekontaminací pouze 48 hodin, je vytvořena rezerva zahrnující i víkendový provoz.



6.5 Požadovaná kapacita pro zkušební provoz

Pro zkušební provoz v období od 01. 07. 2015 do 30. 06. 2016 je počítáno s množstvím infekčního zdravotnického do 300 tun. Po vyhodnocení provozu bude požádáno o rozšíření množství materiálu k dekontaminaci na plný projektovaný výkon.