

Haalbaarheid pilotproject duurzame
emissiereductie bij bestaande
stortplaatsen
PROGRAMMA VAN EISEN

Colofon

- Titel** : Haalbaarheid pilotproject duurzame emissiereductie bij bestaande stortplaatsen, programma van eisen
- Datum** : 4 februari 2008
- Contact** : Stichting Duurzaam Storten,
P/a Vereniging Afvalbedrijven
Hugo de Grootlaan 39
Postbus 2184
5202 CD 's-HERTOGENBOSCH
- E-mail adres** : kok@verenigingafvalbedrijven.nl
- Auteur(s)** : T.J. Heimovaara t.j.heimovaara@tudelft.nl
H. Oonk hans.oonk@tno.nl
H. A. van der Sloot vandersloot@ecn.nl
- ISBN-nummer** :

Inhoudsopgave

Colofon	2
Inhoudsopgave	3
1. Inleiding	5
2. Kader, hypothese en doelstelling pilot emissiereductie	7
2.1 Kader	7
2.2 Hypothese	8
3. Doelstelling pilot emissiereductie	11
4. Doelstelling haalbaarheidsstudie	13
5. Randvoorwaarden voor de selectie van een geschikte pilotlocatie	15
6. Activiteiten haalbaarheidsstudie	17
6.1 Verzamelen en bundelen van informatie	17
6.2 Data analyse en voorspellen van het resultaat	18
6.3 Financiële onderbouwing en maatschappelijke randvoorwaarden	19
6.4 Basisprojectplan	21
7. Projectuitvoering en beheersing	23
7.1 Taakverdeling	23
7.2 Projectplanning	24
8. Te leveren producten	25
9. Nadere informatie	27
Bijlage A	29
Bijlage B	30

1. Inleiding

Dit document beschrijft de programma van eisen voor de haalbaarheidsstudie ten behoeve van een pilotproject duurzame emissie reductie op bestaande stortplaatsen. Daarnaast worden de bijbehorende activiteiten beschreven die uitgevoerd moeten worden. De haalbaarheidsstudie is een eerste stap die uitgevoerd dient te worden voordat er een full-scale pilot wordt uitgevoerd. In principe is het mogelijk dat er meerdere locaties in aanmerking komen voor de uitvoering van de pilot. Dit betekent dat voor elke afzonderlijke locatie een aantal specifieke aspecten uit de haalbaarheidsstudie moeten worden onderbouwd. Het betreft vooral de analyse van bestaande data, voorspellen van de te behalen mate van emissiereductie en het ontwerpen van de technische en procedurele invulling van de pilot (inclusief verkrijgen van vergunningen etc.). Omdat nog niet alle locaties bekend zijn wordt in de haalbaarheidsstudie in ieder geval uitgevoerd voor de locatie Zevenbergen omdat deze reeds voldoet aan de belangrijkste randvoorwaarden. We willen hierbij benadrukken dat deze keuze op voorhand niet betekent dat ook daadwerkelijk gekozen zal worden voor de locatie Zevenbergen voor de pilot.

Als er meerdere locaties worden uitgewerkt dan zal dit programma van eisen er toe bijdragen dat de verschillende locaties eenduidig met elkaar vergeleken kunnen worden.

In dit document beschrijven we achtereenvolgens het kader, de hypothese en de doelstelling van het gehele project. Deze vormen de basis van de specifieke doelstellingen en activiteiten voor de haalbaarheidsstudie. Vervolgens worden beknopt belangrijke criteria beschreven die van belang zijn voor het selecteren van één of meer pilotlocaties, waarna de beoogde uit te voeren activiteiten voor de haalbaarheidsstudie in meer detail worden beschreven. Na het beschrijven van een voorstel voor de projectuitvoering wordt tot slot wordt het eindproduct van de haalbaarheidsstudie beschreven.

De activiteiten voor de haalbaarheidsstudie kunnen worden onderverdeeld in generieke aspecten die van belang zijn voor alle locaties en activiteiten die specifiek betrekking hebben op de individuele pilotlocatie. In dit voorstel maken we dit onderscheid zo goed als mogelijk.

2. Kader, hypothese en doelstelling pilot emissiereductie

2.1 Kader

Het huidige beleid ten aanzien van moderne stortplaatsen in Nederland is gebaseerd op de aanname dat na de operationele periode de stortplaatsen zodanig ingepakt moeten worden dat de waterstroming door het stortlichaam wordt beperkt, zodat emissies naar grond- en oppervlaktewater tot toelaatbare niveaus worden teruggebracht. Daarnaast moeten er ook voorzieningen worden getroffen om emissies van stortgas op te vangen en te verwerken. Een dergelijke benadering vereist een eeuwigdurende actieve nazorg waarbij de afdichtende lagen (vloeistofdicht en gasdicht) boven op de stort eeuwigdurend in goede staat moeten worden gehouden. Om dit te realiseren wordt van een stortplaatsexploitant vereist dat deze voldoende middelen bijeenbrengt voor de aanleg van alle afdichtende lagen en voor de bekostiging van de afkoop van de eeuwigdurende nazorg.

Resultaten van het Duurzaam Storten project laten zien dat in stortlichamen een groot aantal processen optreden die leiden tot emissie reductie en dat het technisch mogelijk is om stortplaatsen in te richten zodat er na een fase van actieve nazorg een situatie ontstaat waarbij het emissiepotentieel van een stortlichaam zodanig laag is dat geen actieve nazorg meer nodig is. De vraag waar we nu voor staan is of het stimuleren van de van belang zijnde processen in bestaande stortplaatsen ook kan leiden tot een aanzienlijke reductie van het emissiepotentieel waardoor een minder stringente nazorg en wellicht eindige nazorg mogelijk wordt.

Belangrijk uitgangspunt voor dit project is dat eindige nazorg maatschappelijk de voorkeur heeft boven eeuwigdurende nazorg. Daarnaast is het de overtuiging van de Stichting Duurzaam Storten dat de Europese Richtlijn Storten ruimte biedt voor nazorg die is afgestemd op het reële risico op emissies uit een stortlichaam.

Dit heeft er toe geleid dat de stichting Duurzaam Storten een pilot emissie reductie wil uitvoeren om de haalbaarheid van duurzame emissie reductie te demonstreren.

Randvoorwaarde is dat de pilot wordt uitgevoerd op praktijk schaal. Dit betekent dat de pilot op een bestaande stortplaats zal plaatsvinden die recent is gesloten, waar een onderafdichting aanwezig is en waar de bovenafdichting nog niet is aangebracht. De pilot zal plaats vinden op een compleet stortcompartiment waarbij gedacht moet worden aan een oppervlakte van een paar hectare en een dikte van 10 tot 15 meter.

In de pilot wordt gekeken naar zowel anaerobe als aerobe stabilisatie van het stortlichaam door de afbraak processen te stimuleren door middel van infiltratie en recirculatie van percolaat en het toepassen van actieve beluchting. Het uitgangspunt is dat de bio- en geochemische condities in een stortlichaam vooral bepaald worden door de aanwezigheid en speciatie van organische stof in het afval. Versnelde afbraak en stabilisatie van dit organische materiaal, leidt tot condities waarbij vrijwel alle kritische stoffen een minimale oplosbaarheid hebben of grotendeels afgebroken zullen zijn. Daarnaast zijn er een groot aantal processen die eventuele emissies buiten het stortlichaam kunnen mitigeren die met de Engelse term "Natural Attenuation" worden samengevat. Deze NA processen maken echter geen onderdeel uit van dit pilotproject.

Het is van belang te benadrukken dat de pilot “Duurzame emissiereductie op bestaande stortplaatsen” een demonstratie project is. Dit betekent dat de volgende aspecten van groot belang worden geacht:

- open communicatie met bevoegd gezag en beleidsmakers;
- open en diepgaande communicatie met wetenschappers in binnen- en buitenland;
- voor een succesvolle demonstratie is het van belang dat het te bereiken eindresultaat door middel van metingen duidelijk wordt aangetoond. Dit geldt op zijn minst voor de massa balansen van stoffen die van belang zijn bij de regulering van emissies;
- de toegepaste technologie en bijbehorende procesvoering moet goed onderbouwd worden, inclusief de daarbij horende kosten en opbrengsten;
- het te behalen resultaat van de uit te voeren maatregelen in de pilot moet binnen relatief korte termijn (3 tot 5 jaar) zichtbaar zijn. Dit betekent dat het meetprotocol en bijbehorende infrastructuur hierop uitgelegd dienen te worden;
- het project streeft naar reductie van het emissiepotentieel, hierbij moet wel gesteld worden dat 100% reductie tot toelaatbare emissies wellicht niet (altijd) haalbaar is! In dat geval mag ook worden gerekend op NA in de door het percolaat beïnvloedde grondwaterpluim. Dit maakt echter geen onderdeel uit van onderhavig demonstratieproject. Dit betekent dat er zowel korte als lange termijn voorspellingen gedaan zullen worden ten aanzien van dit emissiepotentieel. De modellen die hiervoor gebruikt zullen worden dienen goed onderbouwd te zijn. Bovendien is het zo dat de modellen breed geaccepteerd moeten zijn door relevante deskundigen;
- een onafhankelijke risico-analyse is essentieel voor het beoordelen van het resultaat van de pilot. Hiervoor is het van belang om een goed onderbouwde nulmeting uit te voeren. De resultaten van het pilotproject moeten bijdragen aan het opstellen van een gedragen risico beoordelingsmethodiek dat zowel milieuhygiënische als geo-technische aspecten omvat.

2.2 Hypothese

Het emissiepotentieel van een stortlichaam wordt bepaald door een complex aan factoren. Het aanwezig van organisch materiaal en de mate waarin dit reeds is omgezet is van groot belang voor de emissiepotentieel van een stortlichaam. Organisch materiaal bepaalt voor een groot gedeelte, doch niet uitsluitend, de geochemische condities in het stortlichaam en daarmee de speciatie van opgelost organische stof (DOC), zware metalen en overige stoffen zoals ammonium, nitraat, sulfaat en methaan. Met name de rol van minerale fasen, klei, Al - , Mn and Fe-oxiden moet niet onderschat worden. Stabilisatie van organische stof treedt op doordat afbraak door micro-organismen leidt tot omgevingscondities waarbij het emissiepotentieel van een groot aantal stoffen aanzienlijk reduceert. Dit komt enerzijds doordat er condities ontstaan waarbij de oplosbaarheid van een groot aantal stoffen minimaal is (zware metalen, sulfiden etc.) en anderzijds doordat de stoffen zelf ook worden afgebroken of omgezet (organische microverontreinigingen). De condities voor micro-organismen om optimaal te groeien worden bepaald door een aantal belangrijke factoren zoals vochtgehalte, pH, temperatuur, aanwezigheid van nutriënten en inhibitoren.

De hypothese die ten grondslag ligt aan dit project is dat in alle bestaande stortplaatsen er sprake is van afbraak door micro-organismen (er wordt methaan geproduceerd). Alleen is deze afbraak verre van optimaal doordat de condities in het stortlichaam zeer sterk in de ruimte verschillen. De belangrijkste oorzaken voor deze ruimtelijke variabiliteit in afbraakcondities zijn te relateren aan de variabiliteit in de aanwezigheid van water, naast volledige verzadigde zones zijn er ook volledig droge hydrofobe zones. Als het te droog is kunnen micro-organismen niet groeien, kleine hoeveelheden vocht gaan gepaard met hoge opgeloste

zoutgehaltes etc. Aan de andere kant is teveel stagnant water ook niet gunstig omdat hier mogelijk te hoge zoutgehaltes, te lage pH waarden etc. kunnen voorkomen doordat er te weinig doorspoeling en uitwisseling plaatsvindt. Optimale condities zijn voldoende en bewegend vocht overal in het stortlichaam.

Wij willen laten zien dat er technische maatregelen mogelijk zijn gebaseerd op infiltratie (opheffen van droge gebieden), recirculatie en het doorboren ondoorlatende lagen (vergroten mobiliteit, opheffen stagnante zones) die zullen leiden tot duurzame reductie van het emissiepotentieel op lange termijn. De uitdaging waar wij voor staan is het aantonen van deze reductie in emissiepotentieel op korte termijn (3 tot 5 jaar), vooral in vergelijking met de tijdschalen van het emissie proces (tientallen tot honderden jaren).

3. Doelstelling pilot emissiereductie

- Het implementeren en demonstreren van de effectiviteit van (technologische) maatregelen om het lange termijn emissiepotentieel van bestaande stortplaatsen te substantieel te reduceren;
- Dit bereiken we door een vermindering van de variabiliteit in de hydrologische condities in het stortlichaam waardoor we proberen de omstandigheden voor biologische omzetting te optimaliseren;
- De effectiviteit van de verschillende maatregelen voor vermindering van het emissiepotentieel moet voorspelbaar zijn. De resultaten van de pilot zullen bijdragen aan de ontwikkeling van voorspellingsinstrument dat onderbouwd is met de ontwikkelde modellen. Hierbij kan onder meer gebruik gemaakt worden van trend breuken in gemeten en gemodelleerde gasemissies en veranderingen in de variabiliteit in hydrologische en afbraak condities;
- Het ontwikkelen en toepassen van een methodiek om aan te tonen dat het emissiepotentieel is verlaagd. Deze methodiek vormt een belangrijke bouwsteen van benodigde milieuhygiënische en geotechnische risicobeoordelingsinstrument. De methodiek wordt onderbouwd met metingen van tijdreeksen en veranderingen in de variabiliteit in het stortlichaam (nul situatie en metingen tijdens het proces). Hierbij wordt onder meer gebruik gemaakt van geofysische technieken, conservatieve ionen, speciatie van organische stof, tijdreeksen van bepaalde meetpunten (gaspotentieel, DOC), etc.;
- De resultaten van de pilot dragen bij aan de ontwikkeling van specifieke nazorg dat passend is voor een bestaande stortplaats met verminderde emissiepotentieel.

4. Doelstelling haalbaarheidsstudie

De haalbaarheidsstudie heeft als primaire doel om te komen tot een volledig onderbouwd projectvoorstel voor het pilotproject. De onderbouwing van het projectvoorstel betreft enerzijds generieke onderwerpen die meer omvatten dan alleen het uit te voeren pilotproject en anderzijds onderwerpen die zeer specifiek voor de pilot gelden.

Generieke doelstellingen:

- het wetenschappelijk kader t.a.v. optredende processen in het stortlichaam, vooral t.a.v. microbiologische randvoorwaarden voor afbraak in stortlichamen;
- het presenteren van een overzicht van veel gebruikte methoden en technieken om water en/of percolaat te infiltreren en te recirculeren door gebruik te maken van de ervaring van andere projecten in Nederland, Europa en de rest van de wereld;
- algemene criteria voor de selectie van een geschikte pilot locatie;
- ontwikkelen en uitvoeren van data analyse methodiek om beschikbare tijdreeksen van mogelijk in aanmerking komende locaties te analyseren;
- vaststellen welke milieuhygiënische en geotechnische risicomethodieken geschikt zijn voor beoordeling emissiepotentieel. Bepalen welke type resultaten nodig zijn voor het onderbouwen van een dergelijke risicomethodiek; deze laatste is met name cruciaal, omdat daarmee het demonstreren van de effectiviteit staat of valt.;

Pilot specifieke doelstellingen:

- keuze van de pilotlocatie;
- uitvoeren van locatiespecifieke data-analyse om doelen pilotproject nader te concretiseren;
- concretisering uitvoering van het pilotproject. Uitwerken van de experimenten en bijbehorende meetprogramma zodat resultaat van de te implementeren maatregelen statistisch relevant kan worden aangetoond gegeven de reeds beschikbare informatie;
- opstellen projectbegroting inclusief onderbouwing investeringsbeslissing;
- garanderen actieve betrokkenheid bevoegd gezag bij de uitvoering van het pilotproject;
- opstellen basisprojectplan.

5. Randvoorwaarden voor selectie geschikte pilotlocatie

Niet alle locaties komen in aanmerking voor het uitvoeren van een pilotproject. De minimum eisen en randvoorwaarden zijn:

- een gesloten stortlocatie;
- inzicht in hoeveelheden en samenstelling afval in de tijd;
- aanwezigheid van een onderafdichting;
- nog geen bovenafdichting ter plaatse;
- maximale dikte van het afvalpakket niet groter dan ongeveer 15 meter;
- aanwezigheid van een duidelijke compartimentering (inclusief de mogelijkheid om de water- en gashuishouding apart te meten en te regelen);
- aanwezigheid van een PWZI op locatie;
- aanwezigheid van tijdreeksen met betrekking tot de ontwikkeling van percolaatkwaliteit en de hoeveelheid geproduceerd stortgas en de kwaliteit ervan en eventueel aanvullende nulmetingen van parameters, waarvan uit de reguliere metingen nog onvoldoende data beschikbaar zijn.
- beschikbaarheid van infrastructuur om te meten (bemonstering afzonderlijke drainagestrengen, gasbronnen, peilbuizen, etc.);
- bereidheid van de exploitant van de stortplaats om te investeren in het pilotproject;
- goedkeuring en instemming van bevoegd gezag met pilotproject.

In de haalbaarheidsstudie zullen deze eisen nader worden geconcretiseerd.

6. Activiteiten haalbaarheidsstudie

De activiteiten voor de haalbaarheidsstudie zijn op te splitsen in vier hoofdactiviteiten:

1. Verzamelen en bundelen van beschikbare informatie ten aanzien van infiltratie, onttrekking en recirculatie. Korte scan naar randvoorwaarden voor biologische afbraak in stortplaatsen. Nader concretiseren randvoorwaarden en eisen uit hoofdstuk 5 ten aanzien van selectie pilotlocaties;
2. Ontwikkelen van een generiek analysemethode van beschikbare tijdreeksen en overige informatie met als doel het zo goed als mogelijk voorspellen van het resultaat dat te realiseren is in de pilot. Met deze methode worden aangeleverde datasets van potentiële pilotlocaties doorgerekend ten behoeve van het onderbouwen van de selectie van de pilot en het vaststellen van de specifieke projectplan voor de pilot (eventueel enkele aanvullende metingen van nog ontbrekende parameters);
3. Financiële onderbouwing van het pilotproject, draagvlak creëren bij bevoegd gezag en overige belanghebbenden. De methode van begroten wordt vastgelegd in een generieke begroting voor een pilotproject;
4. Schrijven van een basisprojectplan dat dient als template voor de detail uitwerking van het projectplan na selectie van een geschikte locatie (of locaties). Hierbij hoort een concept schetsontwerp van de pilot, een uitwerking van het beheersregime en de invulling van het onderzoeks- en meetprogramma.

6.1 Verzamelen en bundelen van informatie

Tijdens de voorbereidende workshop op 17 december 2007 is gesproken over technieken die we kunnen implementeren op stortplaatsen om emissies te reduceren. Hierbij is vooral ingestoken op maatregelen waarmee we kunnen ingrijpen in de gasfase en in de waterfase. Duidelijk is dat er veel verschillende methoden zijn toe te passen, elk met voordelen en nadelen. In de haalbaarheidsstudie wordt informatie in de tabellen (zie bijlage A) gebruikt als basis voor het verkrijgen van een overzicht van ervaringen (in binnen- en buitenland). Daarnaast is het belangrijk om een goed overzicht te hebben van welke condities belangrijk zijn voor het optreden van biologische afbraak van organisch stof. Deze informatie is van belang voor het bepalen van het meetprogramma om aan te tonen dat het emissiepotentieel duurzaam is verminderd.

Met de volgende aandachtspunten dient rekening gehouden te worden:

- een korte scan naar ervaringen in Nederland, Europa en daarbuiten.
- de basis voor deze activiteit ligt in eerdere onderzoeken en rapportages uitgevoerd door TNO en ervaringen die bij de verschillende stortplaatsexploitanten en consultants aanwezig zijn;
- de verschillende technieken (technische invulling, beheersregime) die zijn toegepast voor (i) infiltratie, recirculatie van percolaat of schoon water en (ii) injectie van lucht.
- evaluatie van de wijze van monitoring ("performance indicators") en de bereikte resultaten.
- vergelijken van de doelstellingen van de verschillende projecten met de bereikte resultaten. Zoveel als mogelijk worden projectleiders en betrokken wetenschappers geïnterviewd om achterliggende informatie te krijgen. Het doel is inzicht te krijgen in wat wel en wat niet werkt en als het mogelijk is waarom?

- identificatie van mogelijkheden om afbraak van organisch stof en de daaruit resulterende emissiereductiepotentieel te beïnvloeden, zoals stimulering van vochttransport door het doorboren van ondoorlatende lagen (bijvoorbeeld met het toepassen van mebradrains), verwarming van te infiltreren percolaat;
- naast anaerobe beïnvloeding moeten ook aerobe technieken worden bekeken. Het gaat hierbij om methoden om te beluchten etcetera;
- mogelijke beheersstrategieën: bijvoorbeeld combinatie van technieken (bijvoorbeeld eerst percolaatinfiltratie en vervolgens luchtinjectie; combinatie van geofysisch onderzoek en doelgerichte maatregelen, nutriëntdosering etc.)
- ervaringen aangaande de beperkende omstandigheden zijn voor biologische afbraak van organisch stof en organische verontreinigingen (in ieder geval op ordegrootte) bekend en op te zoeken. We verwachten hiermee aan te kunnen geven welke metingen gedaan kunnen worden te bepalen wat de beperkende factoren zijn op locatie van de pilot. Bij de keuze voor een bepaalde locatie is het nuttig om de verwachtingen te verifiëren op basis van metingen.
- Welke methoden en technieken zijn beschikbaar om het bereiken van het doel van de pilot (duurzame emissiereductie) te verifiëren? Hierbij wordt gekeken naar de beschikbare ervaringen, de manier waarop de technieken zijn gebruikt om het doel aan te tonen, de problemen en de kansen (welke performance indicators). Het is van zeer groot belang om een goede nulmeting uit te voeren zodat de reductie in emissiepotentieel eenduidig vastgesteld kan worden.

De resultaten van deze studie zijn generiek voor heel Duurzaam Storten en worden daarom in het Engels gerapporteerd. In de rapportage worden de bevindingen zodanig uitgewerkt dat het mogelijk is om onderbouwde keuzes te maken t.a.v. de toepassing binnen de randvoorwaarden van het pilotproject. Hiervoor is het belangrijk een detail inzicht te hebben in de ontwerpparameters, de kosten en de verwachte resultaten die we willen behalen met behulp van de infiltratie-, onttrekking-, recirculatie- en beluchtingstechnieken. Uiteraard worden de resultaten zodanig verwerkt dat het duidelijk is hoe deze technieken toegepast zullen worden. Het bijbehorende meetconcept, inclusief de performance indicators, waarmee het nut van de verschillende te implementeren maatregelen wordt aangetoond zal ook worden beschreven.

Daarnaast zal op basis van de verkregen inzichten en de bestaande kennis van de in hoofdstuk 5 beschreven randvoorwaarden waaraan de pilotlocatie moet voldoen, worden aangevuld en gespecificeerd.

6.2 Data analyse en voorspellen van het resultaat

Van de locatie(s) die aangemeld zijn voor de pilot en die voldoen aan de criteria uit hoofdstuk 5 nader geconcretiseerd in activiteit 6.1 zullen monitoringreeksen (gevormde hoeveelheid gas; samenstelling van dit gas; gevormde hoeveelheid percolaat; samenstelling van het percolaat) beschikbaar zijn. Mochten dan nog onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, is het wellicht mogelijk om op korte termijn aanvullende analyses te doen voor deze haalbaarheidsstudie. Daarnaast is in de afgelopen jaren veel vooruitgang geboekt met het ontwikkelen van modellen en concepten waarmee het toekomstige gedrag van stortplaatsen valt te voorspellen. Voor de pilot duurzame emissie reductie is het heel belangrijk een duidelijke uitspraak te doen ten aanzien van het eindresultaat dat we willen behalen met de te implementeren maatregelen en wat hierin de onzekerheid mag zijn zodat harde conclusies mogen worden getrokken.

Om dit te bereiken is het van belang de volgende stappen uit te laten voeren:

- een statistische interpretatie van de beschikbare tijdreeksen om trends aan te geven en om een inzicht te krijgen in de temporele en mogelijk ook de ruimtelijke variabiliteit van de geselecteerde pilotlocatie(s);
- Met behulp van de bestaande informatie uit de pilots van DS1, uitvoeren van scenario-analyses gevoed door informatie gemeten op de verschillende locaties om inzicht te krijgen in de huidige status van de pilotlocatie(s) en de mogelijk te behalen eindresultaten. Hiervoor wordt naast LeachXS ook een aantal geschikte modellen gebruikt om de gerealiseerde stortgasproductie te verklaren en voorspellingen te doen naar de toekomst. Op basis van deze resultaten wordt inzicht gekregen in de te realiseren bandbreedtes willen er significante uitspraken gedaan worden over de mate van emissiereductie;
- op basis van de gerealiseerde gasonttrekking en een evaluatie van de gemiddelde omzettingsgraad van het afval (mogelijk als onderdeel van de nulmeting) valt een inschatting te maken van de nog om te zetten hoeveelheid organisch materiaal. Op basis hiervan wordt de nog te vormen hoeveelheid stortgas geschat. Ook is het mogelijk om een uitspraak te doen over de benodigde hoeveelheid zuurstof voor aerobe omzetting.

Met deze activiteiten zal de generieke methode onderbouwd worden waarmee de uitgangssituatie op de pilot wordt bepaald (nulmeting). Dit heeft direct ook consequenties voor het bepalen van wat we willen bereiken en welke metingen we moeten doen om dit vast te stellen.

De statistische interpretatie geeft ons inzicht in de statistische significantie van de te bereiken resultaten, met andere woorden: hoe groot moet het bereikte effect op de te meten performance indicator zijn voordat we een duidelijke conclusie kunnen trekken. Op basis van deze uitspraken kunnen we conclusies trekken ten aanzien van onze doelstellingen en we kunnen deze toetsen aan de gerealiseerde resultaten uit eerdere pilots (VS, Frankrijk, Duitsland, Engeland) waarbij we vooral letten op de mate waarop er harde conclusies zijn getrokken op basis van metingen. Het is te verwachten dat we een aanbeveling zullen doen om voorafgaande aan de pilot, meetfrequenties en parametersets aan te passen met het oog op het trekken van toekomstige conclusies.

De methode van data-analyse is generiek voor Duurzaam Storten en wordt daarom in het Engels gerapporteerd. De resultaten van de data-analyse zijn specifiek voor de geselecteerde pilotlocatie(s) en zullen beknopt in het Nederlands worden gerapporteerd.

De resultaten van de data analyse zullen dienen om het voorgestelde meetprogramma te onderbouwen. Het gaat hierbij om monsternamen en meetmethoden, aantallen waarnemingen, etc. Dit moet op basis van de resultaten van de activiteit in paragraaf 6.1 plaatsvinden. Per pilot levert dit concrete aanbevelingen voor het meten van de uitgangssituatie, de verwachte veranderingen in bepaalde parameters die een indicatie zijn voor de optredende processen en tot slot het controleren van het beoogde resultaat.

6.3 Financiële onderbouwing en maatschappelijke randvoorwaarden

Financieel

Het uitvoeren van een dergelijke pilotproject is zeer kostbaar. Daarom is het ramen van de benodigde budget voor de verschillende activiteiten in het project van groot belang. De generieke kosten om de verschillende mogelijke technieken toe te passen in een pilot project worden bepaald in de eerste activiteit van de haalbaarheidsproject. Deze generieke kosten moeten worden doorvertaald naar een specifieke pilotproject. Hiertoe is een detail planning

nodig van de implementatie van de technieken. Gezien het feit dat de definitieve locatie tijdens de haalbaarheidsstudie niet zal worden vastgesteld zal deze budgetraming op hoofdlijnen en in een aantal slagen worden gerealiseerd. Om een gedegen begrotingstemplate te maken zal de begroting gebaseerd zijn op de aanname dat het pilotproject op de locatie Zevenbergen van Essent zal plaatsvinden. Deze aanname maakt het mogelijk om zoveel mogelijk zaken concreet uit te werken.

Wij willen benadrukken dat de definitieve kostenraming pas gemaakt kan worden na definitieve keuze van de locatie(s) door de Stichting Duurzaam Storten, omdat dan gespecificeerde offertes aangevraagd kunnen worden bij relevante (onder)aannemers. De financiële haalbaarheid van dit project hangt af van een groot aantal externe factoren. Duurzame emissie reductie beoogt op termijn een eindige nazorg of in tenminste een minder intensieve vorm van nazorg. De kosten die gemaakt worden om dit te realiseren moeten op wegen tegen de opbrengsten en de bereikte meerwaarde in de toekomst, het gaat hierbij om zowel de opbrengsten voor de exploitant als ook de algemene maatschappelijke opbrengsten op lange termijn. Het is daarmee van groot belang dat alle betrokken partijen een rol spelen bij het waarderen van de opbrengsten en de afweging tussen investering en opbrengsten om de haalbaarheid van duurzame emissiereductie vast te stellen. Een belangrijke aanname is dat de besparingen die samenhangen met het uitstellen van de aanleg van de bovenafdichting voldoende zijn om de directe kosten van het pilotproject te financieren. Dit dient nog wel onderbouwd te worden. Hierbij zullen we aansluiten op de aanpak die gehanteerd is bij het realiseren van de pilot Vlagheide.

Maatschappelijk draagvlak

Een belangrijk deel van de haalbaarheid ligt in het maatschappelijk draagvlak voor duurzame emissiereductie, in eerste instantie bij het bevoegde gezag. Dit betekent dat er in nauwe interactie met bevoegd gezag bepaald moet worden wat wordt verstaan onder duurzame emissiereductie, wat de bijbehorende methodiek moet zijn om het eventuele emissierisico te bepalen en wat een acceptabele mate van nazorg is bij een verschillende mate van duurzame emissiereductie.

Het resultaat van deze activiteit moet er toe leiden dat het betrokken bevoegd gezag bereid is om actief een positieve bijdrage te leveren aan het uit te voeren pilotproject. Het zal niet mogelijk zijn om in deze pilot een milieuhygiensiche en geotechnische risicomethodiek volledig uit te werken, nog zal het mogelijk zijn om de bijbehorende nazorgmaatregelen vast te stellen. Het streven is dat de resultaten van dit pilotproject sterk zullen bijdragen aan de toekomstige ontwikkeling. Een actieve en betrokken bijdrage van het bevoegd gezag bij dit project vergroot de kans op succes aanzienlijk. Het is nodig om toestemming te krijgen om de aanleg van de bovenafdichting uit te stellen zodat het project kan worden uitgevoerd gedurende een periode nodig om zinvolle resultaten te verkrijgen. Het is daarom van belang dat er aandacht wordt besteed aan de vergunningsaspecten, de zaken waarvoor ontheffing moet worden aangevraagd.

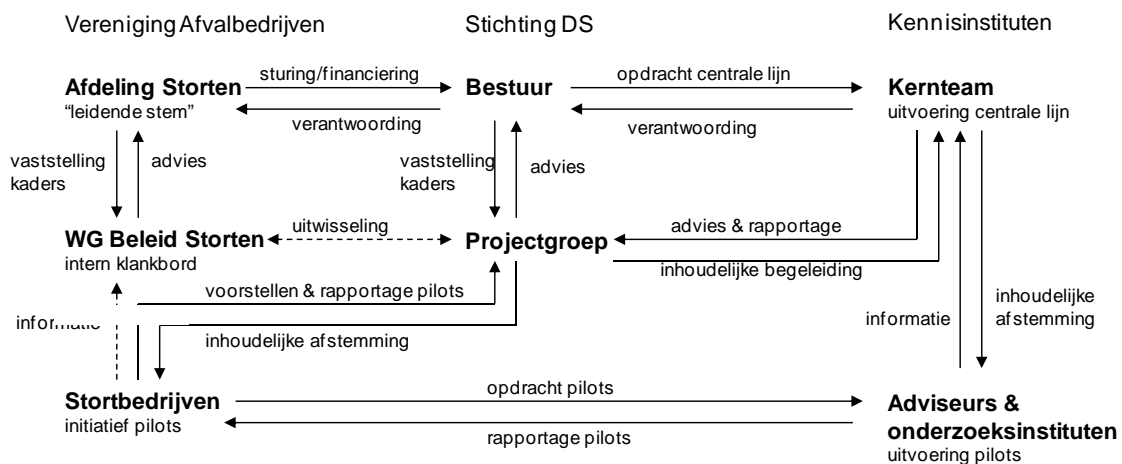
6.4 Basisprojectplan

De resultaten van de haalbaarheidsstudie zullen leiden tot een basisprojectplan voor de pilot(s) emissiereductie. Het basisprojectplan is een template voor het definitieve projectplan op geselecteerde locatie(s), deze wordt in eerste instantie opgesteld voor de locatie Zevenbergen. Dit plan wordt geschreven in nauw overleg met alle uitvoerders van de overige activiteiten binnen deze haalbaarheidsstudie. Het basisprojectplan dient de volgende aspecten te omvatten:

- schetsontwerp van de pilot (tekening met daarop aangegeven infrastructuur voor percolaatinfiltratie, luchtinjectie en het uitvoeren van het meetprogramma);
- schematische weergave van de beoogde bedrijfsvoering van de verschillende middelen die worden ingezet gedurende het pilotproject;
- weergave van het experimenteel programma;
- detail beschrijving van de monitorings- en meetprogramma;
- opstel van een kostenmodel voor het ramen van de kosten van de gehele pilot;
- opzet voor een exploitatie plan behorende bij het pilotproject;
- planning activiteiten pilotproject.

7. Projectuitvoering en beheersing

7.1 Taakverdeling



Figuur 1 Taak- en rolverdeling binnen de Stichting Duurzaam Storten

In het schema in figuur 1 zijn de verschillende taken en verantwoordelijkheden weergegeven van de partijen actief binnen de stichting Duurzaam Storten. Inzicht in deze is van groot belang voor een efficiënte uitvoering van de haalbaarheidsonderzoek en de pilot. Op grond van bovenstaand schema zullen op basis van deze programma van eisen de volgende stappen worden ondernomen.

1. Stortbedrijf neemt initiatief en maakt afspraak met bestuur stichting over financiering haalbaarheidsonderzoek;
2. Stortbedrijf vraagt offerte aan en geeft opdracht voor haalbaarheidsonderzoek aan adviesburo of kennisinstituut;
3. Stortbedrijf rapporteert bevindingen haalbaarheidsstudie aan projectgroep;
4. Projectgroep adviseert bestuur;
5. Stortbedrijf initieert definitief ontwerp en kostenraming;
6. Stortbedrijf doet voorstel voor inrichting en uitvoering pilot aan projectgroep;
7. Projectgroep adviseert bestuur;
8. Bestuur besluit over pilot en financiering vanuit de stichting;
9. Stortbedrijf en stichting sluiten een overeenkomst;
10. Stortbedrijf geeft opdracht tot uitvoering van pilot project;

Het is van belang om te realiseren dat als er sprake is van meerdere pilots op meerdere locaties dat er dan voor elke pilot een specifieke haalbaarheidsstudie moet worden uitgevoerd. Echter de eerste is het meest uitgebreid om dat hiervoor de meeste generieke zaken aan de orde zullen komen. De betreffende stortbedrijven zullen met de stichting Duurzaam Storten moeten onderhandelen over de bijdrage van de stichting aan de haalbaarheidsstudie. In dit kader is het van belang om de verschillende activiteiten te verdelen over verschillende personen (en organisaties) omdat elke activiteit specifieke competenties vereist. Het

verzamelen en bundelen van generieke informatie kan het beste gedaan worden door iemand met een goed begrip van de optredende processen in stortplaatsen, ervaring met het werken op stortplaatsen en kennis van civiel technische methoden en technieken. Het is van belang dat deze activiteit vooral in de beginfase sterk wordt gestuurd door Hans Oonk en Hans Woelders omdat deze personen een goed overzicht hebben van wat er in Nederland, Europa en elders is uitgevoerd aan pilotprojecten.

De data analyse en voorspellen van de te bereiken resultaten kan het beste worden gedaan worden door iemand bij het ECN omdat ervaring met LeachXS van groot belang is.

Het opstellen van de begroting en het realiseren van maatschappelijk draagvlak kan het best worden uitgevoerd door of in nauwe samenspraak met één van de stortexploitanten.

Het projectplan zal in nauwe samenspraak met alle partijen opgesteld worden. Het kernteam zal een zware toetsende rol hebben.

De voortgang van het project wordt bewaakt door het kernteam en de project groep. De coördinatie van het project moet liggen bij één van de uitvoerende partijen (bij voorkeur diegene die de eind verantwoordelijkheid heeft voor de op te leveren basisprojectplan).

Dit alles betekent dat er door het stortbedrijf dat het initiatief neemt voor uitvoering van de haalbaarheidsstudie aan meerdere partijen een offerte gevraagd zal worden. Deze Programma van Eisen is bedoeld als ondersteuning van deze activiteit. Als er voor meerdere pilots een haalbaarheidsstudie wordt uitgevoerd, kunnen de 2de en volgende gebruik maken van de resultaten van de eerste waardoor deze veel efficiënter en in een kort tijdsbestek kunnen worden uitgevoerd. Het opstellen van een definitieve plan van aanpak voor de pilot is na de haalbaarheidsstudie voornamelijk een invul oefening waarbij het detail verder wordt ingevuld.

7.2 Projectplanning

Wil een eventuele pilotproject voor het einde van 2008 starten is het van belang om de haalbaarheidsstudie zo snel als mogelijk af te ronden, het liefst voor de zomer van 2008. Het moet mogelijk zijn om de haalbaarheidsstudie uit te voeren in een paar maanden. De tijdsduur van de haalbaarheidsstudie wordt vooral bepaald door de tijd benodigd voor het plannen en organiseren van overleg. Voordat er een financiële begroting voor de pilot gemaakt kan worden is het van belang dat er voldoende technische informatie is over de wijze waarop de emissiereductie wordt gerealiseerd.

8. Te leveren producten

Het belangrijkste product van de haalbaarheidsstudie is een rapportage op basis waarvan het initiatief nemende stortbedrijf en de stichting een beslissing kunnen nemen over het al of niet opstarten van een pilot project. De rapportage is gebaseerd op een basisprojectplan dat later kan dienen als template voor het definitieve projectplan. In het basisprojectplan zijn de technische maatregelen, de verwachte resultaten, het bij behorende meet- en analyseprotocol en de benodigde vergunningen beschreven. Daarnaast is een budgetraming uitgewerkt. De rapportage bevat ook een hoofdstuk waarin de potentiële opbrengsten worden gekwantificeerd.

Naast de algemene rapportage leveren de generieke delen van deze haalbaarheidsstudie een aantal aanvullende resultaten op. Een rapportage in het Engels dat een generiek overzicht geeft van de toe te passen technieken om duurzame emissiereductie te realiseren en een rapportage in het Engels over de methode om de tijdreeksen van potentiële locaties te interpreteren in het kader van een uit te voeren pilotproject. Naast deze Engelse rapportages zijn er ook twee notities in het Nederlands waarin de locatie specifieke resultaten van de data-analyse en de methoden van kostenraming worden gerapporteerd.

9. Nadere informatie

In het kader van het project Duurzaam Storten eerder al andere rapporten verschenen. Deze zijn te vinden op www.duurzaamstorten.nl.

Bijlage A

Aspecten behorende bij beïnvloeding van processen met behulp van van de waterfase en de gas fase.

	General	Degradation OM	Nitrogen	Heavy metals	Oxy-anions	Major elements	salts	Stability/settlement	Infrastructure	Heterogeneity/preferential flow	Physical properties	Water content / distribution	Organische micro
Characterization sample analysis	Quality of leachate can be determined from samples taken at different locations. Analysis package and sample quality should ensure complete geochemical analysis. Define minimum requirement for analysis	analysis of samples, BOD/COD ratio's but perhaps also some biological tests? Assessment of ratio organic and inorganic carbon? Organic matter fractions HY, FA, HA. Voor aansluiting op nieuwe regelgeving wellicht ook TOC/DOC meten. Totaal C, opgelost vs gesuspendeerd? Boorprofiel, afvalmonsters (ingevroren en	analysis of samples, distinction in ammonium etc.	idem	idem	idem, crucial for modelling chemical speciation (not same frequency as other parameters). Carbonaat, Na, K, Mg, Si, Fe, Mn, Ca, Al, SO ₄ , Cl	idem, monitoring of EC in time in leachate but also within landfill		How to collect samples. Incidental and fixed sampling points. Trenches, drains, vertical wells?	samples from drains, monitoring-wells etc.	tracer tests voor porositeit ... diffusie.		niet alleen BTEX, PAKs maar ook endocriene disruptors, weekmakers (ftalaten). Deze componenten zijn tegenwoordig een hype. Discussie zelf niet opstarten, maar afwachten tot overheden met de vraag komen. We hebben dan mogelijk al informatie. Checken met de EPRTR-lijst (ook voor gas), vastgesteld door VA.
water flow	landfill is an unsaturated/saturated system with a significant amount of preferential flow - Magnitude can be estimated (safety factor may be applied to take future channelling changes into account). Perhaps we need to resort to more stochastic approaches of modelling water flow (resident solute lifetimes). Alleen stortpercolaat of ook in de grondwaterpluim? Alleen pilot op een stortplaats met bodemafdichting (anders is de massabalans moeilijk sluitend te krijgen)? Dat laatste is waarschijnlijk een voorwaarde om een pilot te mogen uitvoeren (toestemming bevoegd gezag). Mogelijk wel een grondwatermonitoring toch noodzakelijk, we kunnen dan de NA	Degradation may change permeability due to clogging	ammonium en nitraat				May be used to quantify preferential flow (e.g. Nauerna) when information is available on the total salt content.				water retention characteristic, porosity, density etc. etc.	Hydraulic pressure, matrix potential, water content measurements (preferably realtime), geophysical methods. Op meerdere momenten. CH ₄ /CO ₂ -ratio's, vochtsensoren in het afval.	
Historical data	Pilots from DS 1. Kolomonderzoek van Roberto. Eventueel andere kolommen?	Status of degradation in pilots from DS1	Data generated in pilots from DS1	Data generated in pilots from DS1	Data generated in pilots from DS1	Data generated in pilots from DS1	Data generated in pilots from DS1						
Manipulation													
infiltration / irrigation	A wide range of options is available. Ranging from surface ponds, infiltration beds/blankets, trenches, drains to different kinds of vertical wells. What criteria are important to make choices on how to proceed? Flooding?	Water content is important for degradation. Dry landfills are more or less mummified. Degradation of organic matter consumes water so for some systems additional water is required. Question is how much water should we add? How can we assess if it is enough? Are there tools to identify dry spots and with injection ensure wetting of material at appropriate places (I suppose not so much water needed for degradation. A lot more needed for flushing).	Infiltration is a means of adding (traces) of oxygen in to the landfill. This oxygen will oxidise some of the nitrogen available as ammonium. How much denitrification will then occur. How much acidification due to sulfide oxidation?	?	?		Salts behave more or less conservatively. The only way to get rid of them is by leaching them with the water. In principle this is a dilution proces. Can we calculate how much water we require to reach the defined regulatory values. Best to limit salt load in acceptance.	Addition of water will compromise the stability of a landfill. We must have an idea how this happens if we want to proceed safely.	As remarked in the general section, choice of infrastructure will be very important	Heterogeneous flow is known to be an important factor in landfills. We need to quantify this effect. Using infiltration experiments and tracers gives us a unique opportunity to attempt to quantify the aspects of heterogeneous flow.	Hydraulic conductivity (changes) of the landfill is important. Especially the heterogeneous distribution. This requires a 3D conceptual approach.	This will be very heterogeneous. How much dry spots are acceptable. What can we do to make dry spots wet? Can we quantify the distribution in water content in a for a landfill sensible way?	
recirculation	We need means to extract and re-infiltrate the leachate. We must be aware of clogging etc. due to enhance biological activity and perhaps even the formation of mineral precipitates.	Recirculation is known to enhance the degradation. Different hypotheses are given on what causes this enhancement. On the one hand water content, on the other hand transport. Can we carry out an experiment to quantify the different effects? Scale will be important? Aim for degradation is "easier" to achieve than flushing salt. Wetting may be sufficient for degradation to occur. "Surgical injection of water"	Recirculation can also be a means of adding oxygen to the landfill in order to stimulate nitrification and denitrification. Traces of nitrite are important for the anamox proces. How can we optimize our recirculation proces in order to have an optimal nitrogen removal.	DOC levels need to be decreased. Largely inorganic - low release	Solubility limitations are likely. Fe III oxide may be an active control under oxidising conditions		Can we remove salts during recirculation. Probably very expensive...	Enhanced degradation will increase the settlement speed? Can we control the process.	Again a challenge, especially when leachate from different sections of the landfill will get mixed because clogging will be difficult to prevent. What should the scale of the manipulation be? It may be that a number of small(er) scale systems are easier to control than one large scale system?	see above, perhaps we can figure out a tracer experiment. Another important question is the scale of the manipulation. Do we have a large number of small scale local recirculation systems or one large scale system for the whole compartment?	geophysical monitoring tools.		

Water

leaching	Leaching occurs when water is not recirculated back in to the landfill. This requires a significant amount of waste water treatment. What should we do about the salts? Is it necessary at all, how much water needs to be treated?							Leaching only starts to be significant as soon as 2 to 4 pore volumes have been flushed. How much water is required to reach this?				
treatment	Treatment of the leachate can be carried out during recirculation (i.e. the biorotor at Landgraaf) but also at the end.		We moeten er 'iets' mee om tot duurzame niveaus te komen. Kunnen we wat leren van oude stortplaatsen. Kijken of we het kunnen inpassen in de pilots.									
Proces monitoring												
In-situ in the landfill body	This should be done with sensors. Water content and conductivity are the most easy sensors to apply. Non invasive geophysical approaches can also be used. Which choice should we make. Develop a tool to inject water locally and after one day extract this water or a part of it again for analysis. "Omgekeerde porous cup"	The water content in the landfill is an important measure to estimate the possibility for biodegradation processes?					pH geleidbaarheid redox	Measurement beacons, water tension measurement, volumetric watercontent		tracer experiments		sensors, geo-elektrische metingen?
In the recirculating leachate	sensors for pH, E.C., T and Eh. Flowmeter	Biodegradability testing. DOC analysis	Analysis of nitrogen species	Chemical analysis	Chemical analysis	Chemical analysis				Sensors and data loggers for general data (pH etc.)		
On waste samples taken in time	Obtaining samples from a relevant number (to be defined) borings and preparing a composite sample for testing as well as an evaluation of the variation of the individual samples against the characterisation of the composite may prove very useful as reference base for the monitoring of the modifications to the cell or compartment. Randvoorwaarde: infrastructuur voor watermonstername zo aanleggen dat per compartiment gestuurd en gemonitord kan worden. Hoe compartimenten scheiden? Keuze grootte pilot op basis van te verwachten randeffecten. Eventueel omliggende compartimenten ook monitoren. In praktijk zijn compartimenten niet fysiek gescheiden met verticale folie-	Analysis of OM content, biodegradability testing.	Leaching test and analysis of nitrogen species	Leaching test	Leaching test	Leaching test		Core drilling devices. There is a substantial risk of heterogeneity in sampling		Heterogeneity is substantial when separate samples are taken. Proper composite samples need to be tested in conjunction with the subsamples.		
Proces prediction												
Empirical data drive models (state space)	Using correlations over time in the measurement data set has proven to be good way to make predictions on future behaviour. (Is this true?? Hans) This approach is a way of using the data to find clues on important proces relationships.											
Mechanistic models	A wide range of models has been published. However, very little models have been developed to be applicable for our situation. Full mechanistic model of Nauerna and Landgraaf do a pretty good job. This can be easily adjuated to take preferential flow under conditions as observed in the full scale cells into account. The real question is if complex hydrology will tell us so much more	It is important to have an overview of the different approaches to OM degradation modelling in landfills. In this we can use our approach from DS1 as a benchmark and reference point. Do we need additional processes included in our models? Expand the DS 1 model with full chemistry in LeachXS as a scenario	Important processes to consider are denitrification and the anamox process.	LeachXS in combination with orchestra is very much the state of art. Coupling to transport and physical structure might be interesting.	LeachXS in combination with orchestra is very much the state of art. Coupling to transport and physical structure might be interesting.	LeachXS in combination with orchestra is very much the state of art. Coupling to transport and physical structure might be interesting.	LeachXS in combination with orchestra is very much the state of art. Coupling to transport and physical structure might be interesting.	Geomechanical behaviour of landfill bodies has been the subject of much modelling efforts (McDougal, Beaven and White) We need to start a collaboration in order to make use of their ideas...				
Combinations?	Haarstrick pointed towards a hybrid modelling approach for tackling heterogeneity etc. Mechanistic models are combined with neural network and fuzzy-logic modelling approaches. We need to collaborate with him on these issues. Annette Johnson studied infiltration and rain events in landfills, may be worthwhile to have a look at that and build a LeachXS scenario that allows intermittent wetting simulating rain			aangenomen DOC - zware metaalrelaties robuust? Wat gebeurt er bij mineralisatie?								

	General	Degradation OM	Nitrogen	Heavy metals	Oxy-anions	Major elements	salts	Stability/settle-ment	Infrastructure	Heterogeneity/preferential flow	Physical properties	Water content / distribution	Temperature Organic Micros
Characterization sample analysis	Air samples can be taken from sample points within the landfill and from the gas extraction. Voor compartimenten/delen van het afvalpakket moeilijker dan voor een integrale stortplaats. Eventueel monsternamen en bepaling gasvormingspotentieel ... wel een lastige meting.	Measurements of produced amounts of gas en composition (CH ₄ , CO ₂) provide insight in the degradation of biomass. The most mass disappears from the landfill in the form of gas. ^{Haal produced amounts er maar uit. Niet per bron.} ^{Viagheide wel ... CH₄, CO₂, O₂, onderdrukken, onderdrukverschillen. Sommige stortplaatsen periodiek geheel palet aan componenten. Deel van balans, want diffuus emitterend deel wordt niet gemeten. Vergelijken met stortgasmodel in combinatie met een emissiemeting. Emissiemetingen duur, dus in combinatie met emissiemodelering. Temperaturen zijn belangrijke indicatoren!}	It will be nearly impossible to quantify the amount of nitrogen removed from the landfill as N ₂ . NH ₃ emissions can be measured. Stable isotopes may provide a tool. Eventueel te meten in anoxische zones. Twijfel aan loegevinge waarde, evl. NH ₃ -monsters bij bronnen bij beluchttingsproeven.	Hg in stortgas mogelijk een probleem. Amerikaanse publicatie via Hejjo.	n.r.	n.r.	n.r.	Klink wordt vaak geregistreerd en is mogelijk ook van belang en niet direct te relateren aan biologische activiteit. Eventueel USA-ervaringen.	Zou aanwezig moeten zijn op de locatie van pilot: bronnen, meestal niet voorzien van debietmetingsvoorziening. Zou mobiel eventueel wel aan te brengen moeten zijn. Eventueel bronnen geschikt maken voor waterinfiltratie. Vraag is of dit wel te combinate is.	Alpha-factor 13C/12C mogelijk indicatie van voorkeurskanalen, informatie van Hejjo. Eventueel luchttracetests bij luchtinjectieproeven (informatie USA, Oostenrijk, Hans, Hejjo). Uhhmann heeft een push-pull methode voor bepaling methaanoxidatie. CH ₄ /CO ₂ -ratio is mogelijk een maat.	n.r.	Waterbalans compleet? Water is een randvoorwaarde. In geval van aerobe stortplaatsen waken voor uitdroging.	Bronnen volgen. Sondes in stortlichaam plaatsen?
water flow	water impedes gas flow and vice-versa												
Historical data	Gas production and composition is a very dynamic process. Long term data-sets provide a means for quantification initial amount of reactive organic carbon available in the landfill. Zie sample analysis.												
Manipulation infiltration / irrigation	The idea is that increased watercontent results in increased reactivity and as such increased gas production. Misschien is dit alleen maar een idee ... Kijken naar voormalige stortplaatsen? Valt mogelijk veel uit te leren voor wat betreft water en gas.	Effect waterkwaliteit op effectiviteit percolaatwaterkwaliteit. Hoe hoeveelheid water die je inbrengt te optimaliseren ... moet je stoppen bij veldcapaciteit of kun je verder gaan. Ontwerp is belangrijk, rekening houden met schijnwaterspiegels. Beïnvloeding water en gassontrekkings, zo ontwerpen dat ze elkaar niet in de wielen rijden. Schoon water of percolaatwater							Semi-permeabele afdichting? Grond afdichting? Oxiderende laag? Hoe minimaliseren we de resterende emissies. Chemische additieven?				
recirculation	recirculation increases degradation rates and as a result gas production												
leaching treatment	produced gas is generally burned												
aeration	Oxygen can be supplied to the landfill body by forced aeration. Landfill gas production should decrease, ratio of CH ₄ /CO ₂ should decrease significantly. What stop criteria should we use when applying forced aeration. Je kunt de vraag misschien beter andersom stellen: Wanneer ga je beginnen? Als je te vroeg begint -> energieverlies, broei? HANs W. Enzymen? Debieten volgen en vergelijken met het gasproductiemodel. Water en gas combineren. Via het gasmodel bepalen op welk moment er belucht moet gaan worden.		Nitrification should be stimulated, as a result NH ₃ emissions should decrease. N ₂ emissions should increase (stable isotopes?)	Oxidation of reduced species may result in increased mobility. Reduced iron species will oxidize thus increasing adsorptive surface area.				Increased aeration will result in increased biodegradation and as a result we expect an increased settlement.	Oxygen in an aerobic environment is highly toxic for a large part of the microbial population. Dissolved reduced species will oxidize, generally resulting in precipitates. As a result clogging is expected. Hoe uit te voeren? Koppelen aan het gasproductiemodel om te bepalen wanneer er belucht moet gaan worden. Welke bronlichtheden, debieten? Leidraad Huub Glas voor percolaatinfiltratie.	Flow of air caused by forced aeration will take place via preferential flow paths. Transfer rates to the landfill bulk will be controlled by a diffusive proces. It will be important to quantify this diffusion rate in order to estimate the length of time aeration will be required. Another important question is if the aerobic conditions will persist after aeration has ceased.			
Proces monitoring													
In-situ in the landfill body	Gas pressures, in-situ oxygen levels, in-situ redox condition are important parameters for monitoring the effects. Measurement of the gasproduction in-situ.												
In the recirculating leachate	pH and redox												
On waste samples taken in time	Organic matter composition. Goed nadenken over hoe wat en waar ivm heterogeniteit. Karakterisering in termen van stabiel en reactief organische stof.												
In the gas stream													
Proces prediction													
Empirical data drive models (state space)	Many landfill gas production models are available. Some are even integrated with organic matter degradation and geochemistry. LeachXS has this capability. These range from fully empirical (exponential models) to more mechanistic descriptions.												
Mechanistic models													
Combinations?													

Bijlage B

Notitie ter voorbereiding van de workshop van 17 december 2007.

Workshop Pilot: improving the sustainability of current landfills

Timo Heimovaara

November 14, 2007

Contents

1 Introduction.....	1
1.1 Goal of the whole project.....	1
1.2 Building blocks.....	2
1.3 Goal of the workshop.....	2
2 Approach.....	2
2.1 Defining the research questions for the pilot.....	3
2.2 After the workshop: Filling in the projects.....	4

1 Introduction

1.1 Goal of the whole project

The goal of the second sustainable landfill project in the Netherlands (DS2) is to provide knowledge and data on improving the sustainability by significantly reducing the potential emissions of existing Dutch landfills so that policy makers and regulators are willing to accept the reduced emission concept and that they will start to stimulate its application. In addition, we aim to increase acceptance by landfill operators in such a way that they will start to implement reduced emission concepts in the day to day practice of land-filling. The main reason for accepting the concepts is that it is better for our environment while being intrinsically safe and therefore a long-term solution.

In order to achieve this goal we need to develop an instrument for long-term sustainable management of landfills. This instrument should assist landfill operators to collect relevant data and make (economic sound) decisions based on the collected data. In addition the instrument will assist landfill operators to explain the rationale behind certain measures because different scenarios will be implemented so that (future) consequences of certain measures may be compared. The instrument should enable us to select optimal measures for stabilizing the landfill as well as providing criteria (accepted by the authorities) which will have to be fulfilled for reducing the aftercare efforts based on the reduced potential emission or even releasing the landfill from after-care. In principle we want to aim for an isolation and aftercare regime that is proportional to the potential emission, and any measure that can be implemented in order to reduce the potential emission will result in benefits during after-care.

This goal is very ambitious and due to the small budget only a very limited part of such an instrument can be achieved. In the end of 2009 we will have developed a simple version (version 0.1) which will give an indication of the possibilities of such an instrument. This version will have limited functionality but it will provide a reference point for future development and the feasibility of the approach should have been demonstrated.

1.2 Building blocks

In the previous project (DS1) three pilot projects were started and carried out. Initially each project was considered to be a separate approach that was able to stand on its own. However, in the course of the project we realized that landfills (although using different land-filling concepts) behave in similar fashion. Using a conceptual modeling approach, we were able to come up with an approach in which we could link the three pilot concepts with each other. For the current project the monitoring of two of the previous three projects is to be continued and we have included the Vlagheide pilot because of an overlap in goals. The reason to include these pilots in this project is because the knowledge developed in these pilots, the available data and the possibility to (easily) carry out additional experiments provides important building blocks for the overall goal of the project.

Another very important building block is LeachXS. In the former project, data has been added to the database of LeachXS and expert modules have been added making LeachXS into a very versatile expert system. With this system we can compare the chemical development of a landfill with many other landfills, simulate the development over time and thus make predictions about future behavior. In order to facilitate data interpretation, results can immediately be compared with different types of regulatory levels. As such LeachXS is a very important expert tool in this project for interpreting and integrating the data that has been and will be collected.

1.3 Goal of the workshop

The goal of this workshop is to define the setup of the new pilot(s) which is(are) to be started in the DS2 project. A pilot is to be carried out on a landfill that is currently in operation or has recently been closed. In addition the pilot should be considered to be an extra building block for achieving the final end goal of DS2.

In the workshop we want to make an inventory of possible experiments we can carry out while at the same time checking the feasibility with the landfill operators present at the meeting. In addition we want to achieve a common understanding on the goals and ambitions for this project.

2 Approach

A number of important issues of which we need to pay more attention to have been defined in the first project (DS1). The most important issues were identified to be:

- regulatory values need to be reached for all parameters. If the reduced emission concept is able to realize the limit values for all parameters except one, regulators will probably still require stringent precautionary measures which will certainly be expensive;
- important possible problematic parameters have been identified to be nitrogen, salts and perhaps

some of the oxy-anions. Conditions in the surrounding environment of the landfill may provide a means to overcome these problems;

- the heterogeneity of water flow in the landfill and the consequences this has for the flushing of salts, the bio-degradation, etc. We realize that heterogeneity is a fact of life - the question is if it is possible for us to identify parameters and safety factors for predicting the long term behaviour in preferential flow paths;
- the behavior of nitrogen is highly related to the behavior of the living biomass within the landfill. Nitrogen processes are extremely complex and are very much dependent of the redox condition. Aeration may result in removal of nitrogen from the landfill while stimulating the stabilization of the waste. However, we must take the effects of oxidation on other parameters (such as a possible remobilization of heavy metals) in to account as well;
- Irrigation, recirculation, aeration etc. require significant amounts of infrastructure in the landfill body. What is technically possible when installing infra-structure in already existing landfill bodies? What are the costs? What are the benefits? Which type of infrastructure is best?
- Manipulation of processes in the landfill is most easily done by manipulating water and gas flows. What effects does this manipulation have on the stability of the landfill body? What precautionary measures should be taken?

2.1 Defining the research questions for the pilot

As stated above our only real option to manipulate the processes in an existing landfill body is to play around with the aqueous phase (including additives) or with the gas phase. In addition we have defined the most important issues we need to investigate in the previous paragraph. In order to organize the results from the different building blocks we identify a number of generic activities in the project(s):

- characterization of the current (and former) state;
- identification and quantification of the most important processes;
- manipulation of important processes to achieve our goals;
- monitoring of the processes and changes in the state;
- prediction of the future state as a result of different manipulation scenario's;

In general identification and quantification of the most important processes can best be done by performing experiments in which we manipulate the processes, so we will combine experimentation and quantification.

In order to provide an overview of the different options we combine all information in two tables (see accompanying spreadsheet), one for the water phase and one for the gas phase. In each table we have the important issues along the horizontal and the generic activities along the vertical. In the resulting fields of the table we can identify the questions and issues which we need to address in the project. Our ambition is to define and prioritize the most important questions in the workshop.

In the workshop we will also try to point out the direction the activities must take in order to answer the important questions. In addition we will also try to define the important criteria which must be fulfilled beforehand in order to achieve a successful project

2.2 After the workshop: Filling in the projects

After having identified all important questions we can define the activities we have to carry out in order to obtain the answers. We can expect the activities to be a combination of experiments both in the field and lysimeters as well as in the laboratory, theoretical literature study and modeling based on the experimental results.

In order to carry out this activity, the tables will be completed in order to get an overview of all questions. Then Hans van der Sloot, Hans Oonk and Timo Heimovaara will try to fill in the activities for each question and finally all results will be compiled in to a proposal for the Project Group.