

Pneumatisch transport van vast stedelijk afval kan de ecologie van de stad verbeteren door de uitstoot van broeikasgassen te verminderen en de verwerking van stedelijk afval te bevorderen via een gecombineerd inlaat- en injectiesysteem.

Abstract

Het artikel behandelt de kwesties van de impact op het milieu van de stad van pneumatisch transport voor het verwijderen van vast stedelijk afval (MSW). De nadelen van conventionele inzameling en transport van MSW (container-vuilniswagens) worden aangegeven, waarvan de belangrijkste de uitstoot van broeikasgassen in de atmosfeer van de stad is (methaan, ammoniak, zwavelverbindingen, enz.). Deze problemen kunnen worden geëlimineerd door pneumatisch transport, dat afval verzamelt en verplaatst met behulp van een luchtstroom in een ondergrondse pijpleiding. Zoals het uitgevoerde onderzoek heeft aangetoond, is een van de veelbelovende richtingen voor de ontwikkeling van stedelijke afvalverwijdering het gebruik van een gecombineerd pneumatisch inlaat-injectiesysteem, voor de ontwikkeling van een schematisch diagram waarvan het octrooi van de Russische Federatie voor uitvinding nr. 2787693 werd verkregen. Een van de belangrijkste technologische bewerkingen bij het verwijderen van MSW door pneumatisch transport is de zuivering van de lucht die in de atmosfeer wordt uitgestoten van stof en schadelijke gasvormige onzuiverheden. Voor dit doel zijn meertraps luchtfilters voorzien in het ontwikkelde pneumatische transportsysteem. Uit de uitgevoerde onderzoeken is gebleken dat het, om de zuivering van de uit de pijpleiding verwijderde lucht te verbeteren, raadzaam is om fotokatalytische zuivering toe te passen als filter van de laatste fase.

Pneumatische versus deur-tot-deur afvalinzamelingssystemen in bestaande stedelijke gebieden: een vergelijking van economische prestaties

Auteurslinks openen overlaypaneel

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.027>

Abstract

Pneumatische afvalinzamelingssystemen worden steeds populairder in nieuwe stedelijke woonwijken en vormen een aantrekkelijk alternatief voor conventionele voertuigbediende gemeentelijke vaste afvalinzameling (MSW), ook in kant-en-klare stedelijke gebieden. Hoe goed pneumatische systemen presteren in kant-en-klare gebieden is echter een onontgonnen onderwerp. In dit artikel analyseren we hoe een hypothetisch stationair

pneumatisch afvalinzamelingssysteem zich economisch verhoudt tot een traditioneel voertuigbediend deur-tot-deur-inzamelingssysteem in een bestaand, dichtbevolkt stedelijk gebied. Zowel pneumatische als deur-tot-deur-inzamelingssystemen hebben nadelen in dergelijke gebieden. Terwijl gebouwen en vaste stadsinfrastructuur de installatiekosten van een pneumatisch systeem in bestaande woonwijken verhogen, veroorzaken de beperkte ruimte voor afvaltransportvoertuigen en containers problemen voor voertuigbediende afvalinzamelingssystemen. De methode die is gebruikt voor het analyseren van de kosteneffecten van de vergeleken afvalinzamelingssystemen in onze case study, houdt ook rekening met gemonetariseerde milieueffecten van beide afvalinzamelingssystemen. Als resultaat hiervan vinden we dat het deur-tot-deur-inzamelingssysteem economisch bijna zes keer beter is. De dominante kostenfactor in de analyse is de grote investeringskost van het pneumatische systeem. De economische waarde van land is een belangrijke variabele, omdat deze de resultaten kan omkeren als de waarde van het land dat met een pneumatisch systeem wordt bespaard, hoog genoeg is.

Hoogtepunten

► We modelleren een pneumatisch afvalinzamelingssysteem voor MSW-verzameling in een dicht stedelijk gebied. ► We vergelijken de kosteneffecten van de hypothetische pneumatische systemen met de huidige huis-aan-huis afvalinzameling. ► Delife cycle costs van pneumatische verzameling zijn ongeveer zes keer hoger. ► Investeringskosten zijn doorslaggevend, maar kwesties van landgebruik en grondwaarde zijn van belang. ► Resultaten zijn toepasbaar voor oudere residentiële gebieden, niet voor nieuwbouwgelden.

Invoering

Het inzamelen van vast stedelijk afval (MSW) is een onmisbare taak voor stadsbesturen en omvat 5-25% van de uitgaven van overheidsinstanties (McLeod en Cherrett, 2011). Stijgende afvalvolumes, toegenomen eisen op het gebied van hygiëne en voorzieningen en milieuoverwegingen stellen allemaal extra eisen, waardoor de kosten voor het organiseren en verwerken van MSW-inzameling toenemen. Overheden moeten ook rekening houden met de inzamelvereisten voor verschillende afvalstromen die zijn vastgelegd in de afvalwetgeving. In de Europese Unie bijvoorbeeld, stelt nieuwe wetgeving (Europese afvalrichtlijn 2008/98/EG) voor het verwerken van de steeds grotere MSW-volumes niet alleen de voorkeursvolgorde voor afvalbeheer vast, maar legt tegelijkertijd verplichte recyclingniveaus op voor verschillende afvalfracties. De manier waarop MSW-inzameling wordt georganiseerd, heeft invloed op welke afvalfracties en hoeveel afval kan worden teruggewonnen door middel van bronscheiding bij huishoudens (Best en Kneip, 2011).

Bovendien is de keuze van een afvalinzamelingsmethode van belang omdat afvalinzameling 50-75% van de totale MSW-beheerkosten uitmaakt (Myllymaa et al., 2008, Sonesson, 2000, Umweltbundesamt, 2009). Daarom zoeken overheidsinstanties naar nieuwe manieren om MSW-inzameling te organiseren om kosten te verlagen en prestaties te verbeteren.

Kansen om MSW-inzamelingssystemen te verbeteren variëren afhankelijk van de diversiteit van de bedrijfsomstandigheden over de hele wereld. In ontwikkelingslanden gaat het om het waarborgen van de werking van de basis MSW-inzameling (bijv. Parrot et al., 2009, Sharholy et al., 2008), terwijl in ontwikkelde landen op twee manieren naar verbeteringen kan worden gezocht. Ofwel de kostenefficiëntie of prestaties van voertuigbediende inzamelingssystemen kunnen worden verbeterd, ofwel er kunnen nieuwe manieren worden geïmplementeerd om MSW-inzameling te verwerken. Hoewel er in de academische literatuur bijvoorbeeld analyses zijn gedaan naar de effecten van dynamische planning en verschillende routeringsbeleidsmaatregelen (bijv. Johansson, 2006), geoptimaliseerde inzamelingsroutes met betrekking tot brandstofverbruik (bijv. Tavares et al., 2008, Tavares et al., 2009), alternatieve inzamelingsvoertuigen (bijv. Nguyen en Wilson, 2010), verschillende containersystemen (bijv. Rives et al., 2010), sensorgestuurde containers (bijv. Vicentini et al., 2009), enzovoort, zijn er nauwelijks compleet nieuwe initiatieven voor het organiseren van de inzameling van huishoudelijk afval.

Een alternatief voor de traditionele voertuigbediende MSW-inzameling is pneumatisch transport. Het transporteren van MSW via pijpleidingen in plaats van voertuigen is geen nieuwheid (Zandi en Hayden, 1969), maar de populariteit van het idee is de laatste tijd toegenomen, vooral in moderne woonwijken met appartementenblokken, voornamelijk in Europese en Aziatische steden. In ziekenhuizen worden pneumatische afvalinzamelingssystemen al tientallen jaren gebruikt (Dallaire, 1974, Hofman, 1974) en plaatsen waar afvalinzameling met traditionele methoden bijzonder onpraktisch is, hebben gebruikgemaakt van, of zijn voorgesteld als geschikte doelen voor pneumatische inzamelingssystemen (Al-Ghamdi en Abu-Rizaiza, 2003, Jackson, 2004). Het is pas sinds kort dat pneumatische afvalinzamelingssystemen populairder zijn geworden in breder residentieel gebruik, omdat de systemen traditioneel vaak te lijden hadden — volgens de ervaring van systeemleveranciers en gebruikers — van technische problemen en hoge kosten.

De voorstanders van pneumatische afvalinzamelingssystemen beweren dat pneumatische afvalinzameling beter is dan traditionele inzamelingsmethoden, omdat het de negatieve

effecten van voertuiggebaseerde afvalinzameling vermindert en bronscheiding aantrekkelijker maakt voor huishoudens. In nieuwe woonwijken is een substantieel voordeel van een pneumatisch systeem het kleinere landgebruik dat nodig is voor afvalinzameling. Land dat zou zijn gebruikt voor afvalinzamelingsactiviteiten in een traditioneel inzamelingssysteem (afvalinzamelingspunten) kan al tijdens de planningsfase van een nieuw woongebied worden toegewezen aan efficiëntere doeleinden. Volgens consultants (Jackson, 2004, Kasui Oy, 2007) verlagen pneumatische systemen de kosten voor afvalinzameling voor huishoudens in nieuwe woonwijken in vergelijking met een traditioneel huis-aan-huis afvalinzamelingssysteem. Een interessante vraag is of de positieve effecten van een pneumatisch afvalinzamelingssysteem ook economisch kunnen worden verkregen in kant-en-klare, dichtbevolkte stedelijke gebieden. Dit is waar we in deze studie aan willen bijdragen.

In oudere stedelijke gebieden is conventionele huis-aan-huis afvalinzameling vaak een uitdaging vanwege bijvoorbeeld wisselende topografie, klimatologische omstandigheden — met name sneeuw — en beperkte ruimte voor afvalcontainers en transportvoertuigen. Arbeidsongevallen komen vaak voor bij afvalinzamelaars (Poulsen et al., 1995). Daarom kan de introductie van stationaire pneumatische afvalinzameling een aantrekkelijk alternatief zijn voor conventionele voertuigbediende afvalinzameling, omdat het voordelen biedt in termen van verminderde verkeersgerelateerde problemen, zoals lawaai, ongevallen, uitlaatgassen en congestie, en vermoedelijk de algehele veiligheid en hygiëne verbetert (Jackson, 2004). Het integreren van een pneumatisch inzamelsysteem in bestaande stedelijke infrastructuur is echter technologisch uitdagend. Bovendien zijn de economische effecten niet geanalyseerd.

In deze studie evalueren we de economische prestaties van een stationair pneumatisch afvalinzamelingssysteem in bestaande, dichtbevolkte stedelijke infrastructuur en vergelijken we deze met een traditioneel deur-tot-deursysteem. In het stationaire (ook wel statische) pneumatische afvalinzamelingssysteem wordt afval afgevoerd naar fractiespecifieke afvalinlaten bij afvalinzamelingspunten 1, getransporteerd in ondergrondse pijpleidingen door middel van vacuüm naar een afvalinzamelingsterminal, waar elke fractie wordt omgeleid naar zijn eigen container. Volle containers worden vervolgens door vrachtwagens naar eindverwerkings- en stortplaatsen vervoerd. Voordat het afval wordt afgevoerd, zijn huishoudens verplicht hun afvalfracties aan de bron te scheiden. In het deur-tot-deurafvalinzamelingssysteem wordt afval aan de bron gescheiden en afgevoerd in fractiespecifieke containers die zich doorgaans in afvalloodsen in de

buitenlucht in binnenplaatsen van woonblokken bevinden. De containers worden gelegeerd met meerdere persafvalwagens (één voor elke ingezamelde fractie) en getransporteerd naar eindverwerkings- en stortplaatsen.

De analyse van deze twee afvalinzamelingssystemen is gebaseerd op een onderzoeksproject waarin zowel de ecologische duurzaamheid als de economische haalbaarheid van de twee alternatieve inzamelingssystemen werden onderzocht in een geselecteerd studiegebied in Helsinki, Finland. Dit artikel onderzoekt de economische aspecten, terwijl ecologische duurzaamheid wordt onderzocht door Punkkinen et al. (2012). Hun evaluatiemethode is life-cycle inventory (LCI), wat de fundamentele fase is van life-cycle assessment (LCA).

De methode die in deze studie wordt toegepast om de economische prestaties van afvalinzamelingsmethoden te beoordelen, is de economische tegenhanger van LCA, een methode die de sociale levenscycluskostenanalyse (SLCC) wordt genoemd (Dahlbo et al., 2007). In SLCC is het belangrijkste principe om rekening te houden met alle kosteneffecten die de samenleving als geheel ondervindt. Het houdt rekening met waarneembare marktkosten en de kosten van externe effecten gedurende de gehele levensduur van de geanalyseerde systemen. Onze analyse omvat de investerings- en operationele kosten van de twee afvalinzamelingssystemen, samen met de belangrijkste milieueffecten op de levenscyclus die zijn afgeleid van de LCI-resultaten van Punkkinen et al. (2012).

Ander, recent academisch onderzoek naar pneumatische systemen is schaars. Eisted et al. (2009) vergeleken de bijdrage aan de opwarming van de aarde van verschillende alternatieven voor het inzamelen van huishoudelijk afval, waaronder stationaire en mobiele pneumatische systemen. Iriarte et al. (2009) analyseerden de milieueffecten van een mobiel pneumatisch inzamelsysteem en ontdekten dat mobiele pneumatische systemen inferieur zijn in termen van milieueffecten in vergelijking met een multi-container of een deur-tot-deur afvalinzamelingssysteem. Wij vergelijken daarentegen een stationair pneumatisch systeem met een deur-tot-deur systeem en concentreren ons met name op de tot nu toe onbestudeerde economische aspecten.

Sectiefragmenten

Methodologie en data

We vergelijken de maatschappelijke kosteneffecten van een stationair pneumatisch afvalinzamelingssysteem met het gangbare huis-aan-huis afvalinzamelingssysteem in geselecteerde, reeds bestaande stadsblokken in Helsinki, Finland. We beginnen met de aanname dat alle blokken in het casestudygebied ofwel het gangbare huis-aan-huis systeem gebruiken, ofwel het hypothetische pneumatische systeem voor MSW-inzameling. Verder bieden we een meer gedetailleerde analyse van het pneumatische systeem, waarbij we mogelijke schaafeffecten onderzoeken door de

resultaten en discussie

We beginnen met een vergelijking van de kosten van het pneumatische systeem en het deur-tot-deursysteem. Vervolgens gaan we dieper in op het pneumatische systeem.

Conclusies

Ervaringen van over de hele wereld hebben aangetoond dat pneumatische afvalinzamelingssystemen zelfs in relatief veeleisende bestaande stedelijke omgevingen kunnen worden geïnstalleerd, maar de technologische haalbaarheid van installatie in bestaande infrastructuur moet per geval worden bestudeerd. Deze analyse heeft benadrukt dat technologische haalbaarheid echter niet het enige cruciale probleem is wanneer pneumatische systemen in bebouwde stedelijke gebieden worden geïnstalleerd. Onze hypothetische casestudy in Helsinki,

Dankbetuigingen

Deze studie is onderdeel van een coöperatief project van VTT Technical Research Centre of Finland en de Universiteit van Helsinki. Het project werd gefinancierd door de Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes), BMH Technology Oy, Ecosir Group, Ekokem Oy Ab, Helsinki City, Helsinki Region Environmental Services Authority (HSY), Kuusakoski Oy, Lassila&Tikanoja Oyj, YIT Oyj en Tana Oy.