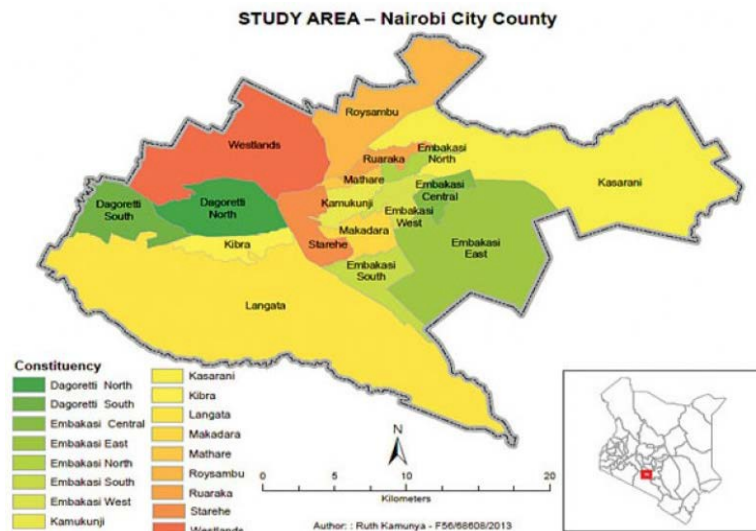


Thông tin chung

Thành phố Nairobi, thủ đô của nước Cộng hòa Kenya, là trung tâm hành chính, thương mại và công nghiệp lớn nhất quốc gia. Nairobi đã trải qua sự gia tăng dân số nhanh chóng trên diện rộng do hiện tượng di cư từ nông thôn ra thành thị với mức tăng trưởng tự nhiên cao; dân số của thành phố hiện ước tính vào khoảng 3,5 triệu người và đến năm 2030 dự kiến là 6,0 triệu người. Tốc độ phát sinh chất thải hiện tại là 2.500 tấn/ngày và tính đến năm 2030 sẽ đạt 4.000 tấn/ngày. Các nguyên nhân chính đằng sau sự gia tăng này đó là

- tăng trưởng dân số
- các tiêu chuẩn đời sống được cải thiện
- đô thị hóa nhanh
- thiếu tính thực thi của khái niệm 3R (giảm thiểu, tái sử dụng, tái chế)



Nairobi được chia thành 17 tiểu hạt với quy mô khác nhau, mỗi tiểu hạt tạo ra lượng rác thải gần bằng nhau (130 đến 170 tấn mỗi ngày). Khoảng một nửa lượng chất thải rắn phát sinh hiện nay không được thu gom hoặc bị xả bất hợp pháp bên trong các địa giới thành phố và phần còn lại được chuyển đến bãi chôn lấp Dandora ngập rác với diện tích 42 ha và hiện đang sắp đầy.

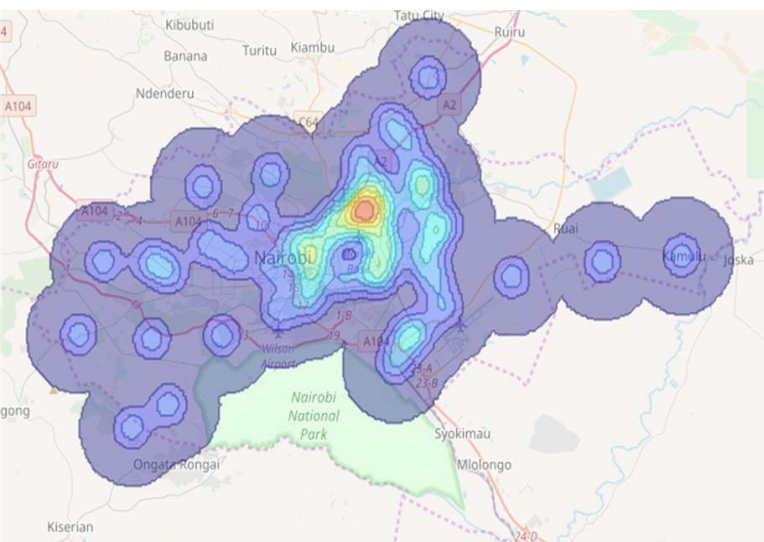
Dandora là một bãi chôn lấp lộ thiên không hợp vệ sinh nằm ngay cạnh sông Nairobi, gây ảnh hưởng lớn đến vệ sinh, môi trường cũng như mỹ quan cho người dân thành phố Nairobi. Hiện đang có kế hoạch đóng cửa bãi chôn lấp này và mở một bãi chôn lấp mới hợp vệ sinh ở ngoại ô thành phố trong vài năm tới.



Kenya Vision 2030 (hay Tầm nhìn của Kenya năm 2030) nêu rõ rằng đến năm 2030, Kenya là một quốc gia có môi trường sạch, an toàn và bền vững. Để đạt được điều này, việc cải thiện công tác quản lý ô nhiễm và rác thải là tối quan trọng.

Mục tiêu của cuộc nghiên cứu này là để minh họa cách thức mà giải pháp phát điện và quản lý rác thải phân tán có thể giúp Nairobi đạt được mục tiêu chiến lược của mình với chi phí tối thiểu. Đến cuối cùng, thành phố sẽ không có nhu cầu xây dựng một bãi chôn lấp mới và mang lại những lợi ích quan trọng đối với sức khỏe cộng đồng, môi trường và biến đổi khí hậu.

Tên tiểu hạt	Lượng rác phát thải hàng ngày (kg)
Kamukunji	169 000
Embakasi South	160 000
Kasarani	159 000
Ruarake	155 000
Mathare	154 000
Roysambu	153 000
Embakasi Central	148 000
Langata	148 000
Dagoretti North	146 000
Embakasi North	145 000
Dagoretti South	144 000
Embakasi West	144 000
Kibra	142 000
Westlands	141000
Starehe	132 000
Embakasi East	131000
Makadara	128 000



Nghiên cứu đều cân nhắc các tác động CAPEX (vốn cơ bản) và OPEX (chi phí vận hành) trong mỗi kịch bản.

Ở mỗi tiểu hạt, ba điểm thu gom rác hợp lý được chọn nằm gần các tuyến đường chính như được trình bày trong bản đồ nhiệt ở trên. Mỗi điểm thu gom chỉ tiếp nhận một lượng rác thải bằng nhau tại mỗi tiểu hạt.

Cơ sở đốt rác phát điện tập trung nằm ở bãi chôn lấp hiện tại ở Dandora. Trong sáu cơ sở đốt rác phát điện phân tán, một cơ sở tại Dandora và năm cơ sở còn lại được đặt quanh thành phố dựa trên độ khả dụng của đất, các mạng lưới truyền tải điện năng và các hình thức phát thải.

Tiết kiệm chi phí vận chuyển được tính toán nhờ Open Door Logistics, một Chương trình định tuyến và lập lịch trình xe (VRSP) để tính toán

- chi phí nhiên liệu
- chi phí lao động
- chi phí dịch vụ và bảo dưỡng
- chi phí hành chính
- sụt giá phương tiện vận chuyển

Tiết kiệm chi phí truyền tải điện năng được tính toán dựa trên chi phí ước tính của các đường dây truyền tải và trạm biến áp mới cho cả hai mô hình. Sản lượng điện năng thực ước tính là 40 MW vào năm 2018 và 65 MW vào năm 2030.

Cơ sở phương pháp luận

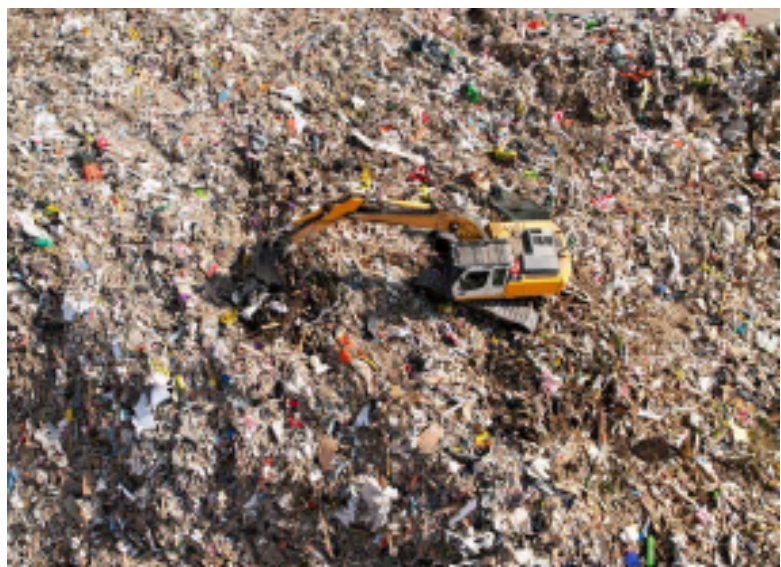
Nghiên cứu này so sánh 2 kịch bản đốt rác phát điện tại thành phố Nairobi

1. Một cơ sở đốt rác phát điện tập trung
2. Mô hình phân tán, trong đó các cơ sở đốt rác phát điện nhỏ được xây dựng tại sáu địa điểm gần với nguồn phát sinh chất thải rắn

Các câu hỏi quan trọng trong nghiên cứu này là

1. Phương án nào tiết kiệm chi phí vận chuyển rác?
2. Phương án nào tiết kiệm chi phí truyền tải điện năng?
3. Phương án nào giảm thiểu lượng cacbon phát thải?

Hai thời điểm (2018 và 2030) được chọn để nhấn mạnh tầm quan trọng của tăng dân số và nhu cầu năng lượng. Người ta cho rằng tất cả chất thải rắn có thể được thu gom và vận chuyển đến các cơ sở này.



Khí thải cacbon từ quá trình vận chuyển chất thải được tính theo khoảng cách thu gom và vận chuyển chất thải hàng năm, mức tiêu thụ nhiên liệu ước tính của phương tiện và hệ số phát thải riêng của nhiên liệu. Khoản tiết kiệm cho khí thải cacbon bắt nguồn từ việc thời gian xây dựng ngắn hơn của các cơ sở phân tán nhỏ hơn và do đó cũng tính được mức giảm lượng khí thải carbon nhanh hơn.

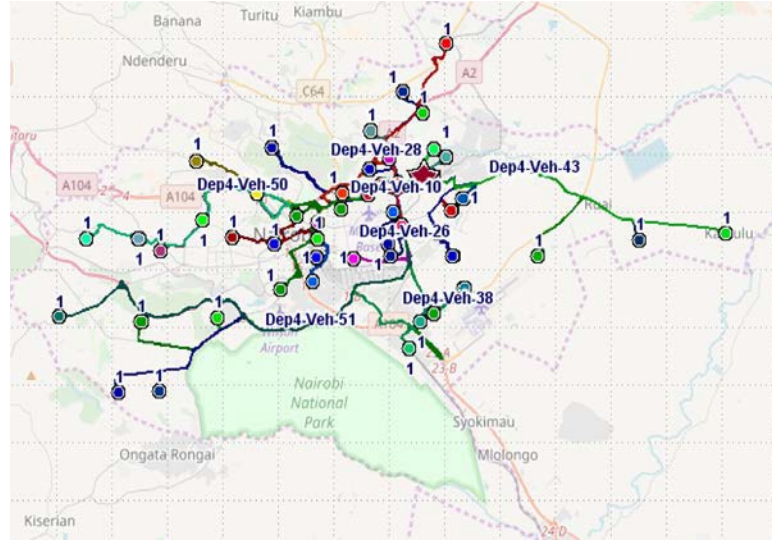
Phương pháp mô phỏng Monte Carlo được sử dụng để giải quyết tác động của điểm không chắc chắn của các sự kiện trong tương lai, cụ thể là giá dầu và chi phí lao động đối với các kết quả vào năm 2030. Phương pháp này sẽ cung cấp xác suất của các kết quả khác nhau dựa trên dữ liệu lịch sử.

Kết quả - Vận chuyển

Trong giải pháp tập trung (ảnh bên tay phải), tổng khoảng cách vận chuyển rác thải rắn tới Dandora (chấm hồng) mỗi năm là 2.845.000 km vào năm 2018. Tức tổng chi phí hàng năm vào khoảng 6.350.000 USD, bao gồm 443.500 giờ lao động, 838.000 lít nhiên liệu diesel và 2.485.000 USD trong chi phí hành chính, bảo dưỡng và khấu hao xe lữ kế.

Trong năm 2030, các số liệu tương ứng như sau

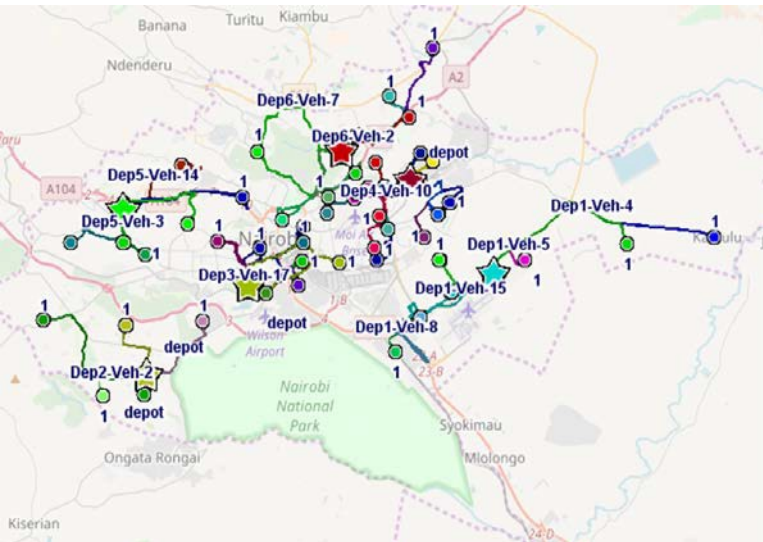
- quãng đường 4.454.000 km
- giờ lao động 833.600 giờ
- nhiên liệu diesel 1.335.000 l
- tổng chi phí 19.740.000 USD



Trong giải pháp phân tán (ảnh bên tay trái), các tuyến vận chuyển ngắn hơn thấy rõ. Tổng khoảng cách vận chuyển rác tới Dandora và năm cơ sở khác là 1.348.000 km mỗi năm, tức tổng chi phí hàng năm cần 4.550.000 USD, bao gồm 338.200 giờ lao động, 404.000 lít nhiên liệu diesel và 1.840.000 USD cho chi phí hành chính, bảo dưỡng và khấu hao xe lữ kế.

Trong năm 2030, các số liệu tương ứng như sau

- quãng đường 2.186.000 km
- giờ lao động 614.700 giờ
- nhiên liệu diesel 656.000 l
- tổng chi phí 13.800.000 USD



Các kết quả trên dựa theo các giả định trong bảng bên phải. Mọi nỗ lực đã được thực hiện để mô tả quy trình thu gom và vận chuyển chất thải rắn và các chi phí liên quan một cách thực tế nhất có thể, nếu không muốn nói là thận trọng.

Không xem xét các chi phí hoặc khoản tiết kiệm liên quan đến việc sử dụng các tuyến đường địa phương nhỏ hơn, vận chuyển nhiên liệu đến bãi đậu xe, thu gom rác thải bên trong các tiểu hạt hay chi phí đi lại của nhân sự. Tình trạng ùn tắc giao thông do xe chở chất thải qua lại trên các trục đường chính cũng không được đề cập ở đây.

Cost Item (in 2018)	Cost
Waste truck price	\$90,000 /vehicle
Waste truck's economic life cycle	15 years
Waste truck capacity	8,000 kg/vehicle
Waste loading rate	3,865 kg/h
Waste unloading time (centralized)	45 min
Waste unloading time (decentralized)	15 min
Waste truck fuel consumption	30 l/100km
Diesel fuel price	\$1,06 /liter
Waste truck maintenance cost	\$10.24 /d /vehicle
Waste truck insurance cost	\$1.024 /d /vehicle
Average transportation speed	28 km/h
Average transportation speed	15 km/h
Working hours per week	52 h
Waste transportation time per day	8 h
Driver's salary	\$2.00 /h
Waste collection team's salary	\$4.75 /h
Annual average cost increase	5%
Administration costs (of direct costs)	20%

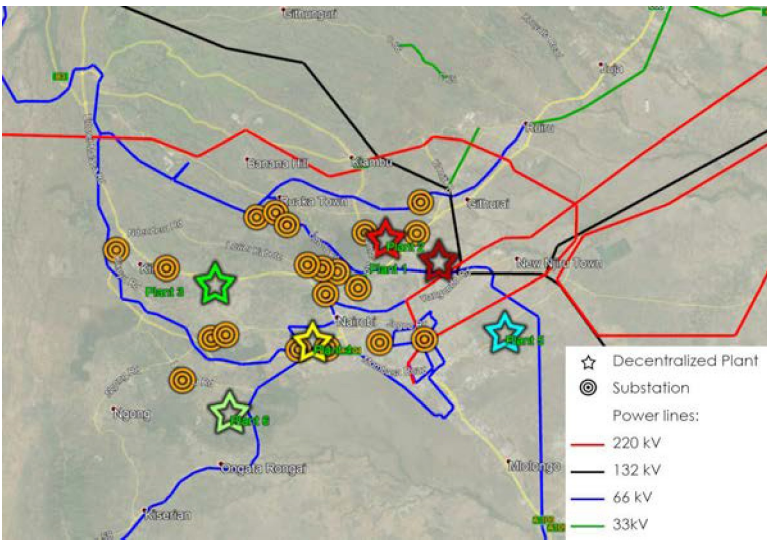
Kết quả - Truyền tải điện

Mạng lưới truyền tải điện năng của Kenya quanh thành phố Nairobi hiện đang vận hành với công suất tối đa. Bất kỳ dự án phát triển nhà máy phát điện lớn nào cũng đều cần thi công những đường truyền tải riêng để kết nối với mạng lưới truyền tải điện quốc gia.

Một nhà máy đốt rác phát điện tập trung ở Dandora có khả năng tạo ra 60 MW điện năng sẽ phải đối mặt với các vấn đề nghiêm trọng về không gian tại địa điểm lắp đặt nhà máy, trường biến áp và cách định tuyến đường dây truyền tải điện qua khu vực gần khu dân cư. Các nhà máy đốt rác phát điện phân tán có thể kết nối trực tiếp với các trạm biến áp địa phương mà không phải trả thêm chi phí cho Thành phố và đồng thời cải thiện khả năng cung cấp điện ở các tiểu hạt.

Chi phí truyền tải điện gồm ba phần: khoản đầu tư vào đường dây tải điện và thiết bị biến áp (CAPEX), chi phí vận hành và bảo trì (O&M) và tổn thất khi truyền tải trong quá trình vận hành nhà máy phát điện. Chi phí đất đai, nghiên cứu, giấy phép và những thứ tương tự không được xem xét ở đây.

Tổng chi phí một phần là sự ước tính do nghiên cứu không cố gắng tối ưu hóa việc kết nối nhà máy điện tập trung với lưới điện. CAPEX: - 6.500.000 USD, O&M: - 130.000 USD/năm và tổn thất khi truyền tải hàng năm: - 2.600.000 USD. Do đó, tổng chi phí truyền tải điện năng khoảng 2,860,000 USD/một năm, giá sử nhà máy vận hành 50 năm



Kết quả - Khí thải carbon

Lĩnh vực giao thông vận tải tạo ra tỷ trọng phát thải khí nhà kính lớn nhất toàn cầu: 28,5%. Lượng khí thải CO₂ do sử dụng nhiên liệu hóa thạch của các xe chở rác thải ở Nairobi lên tới 2.220 tấn trong mô hình tập trung và 1.052 tấn trong mô hình phân tán vào năm 2018. Năm 2030, con số hàng năm là 3.475 và 1.705 tấn tương ứng.

Lượng khí phát thải được tính như sau

$$TE = F * EF_f * D \text{ trong đó}$$

TE là tổng lượng CO₂, tính bằng kilogam

F là mức tiêu thụ nhiên liệu ước tính (30 l/100 km)

EF_f là hệ số phát thải riêng của nhiên liệu (2.6008 kg/l)

D là quãng đường vận chuyển, tính bằng km

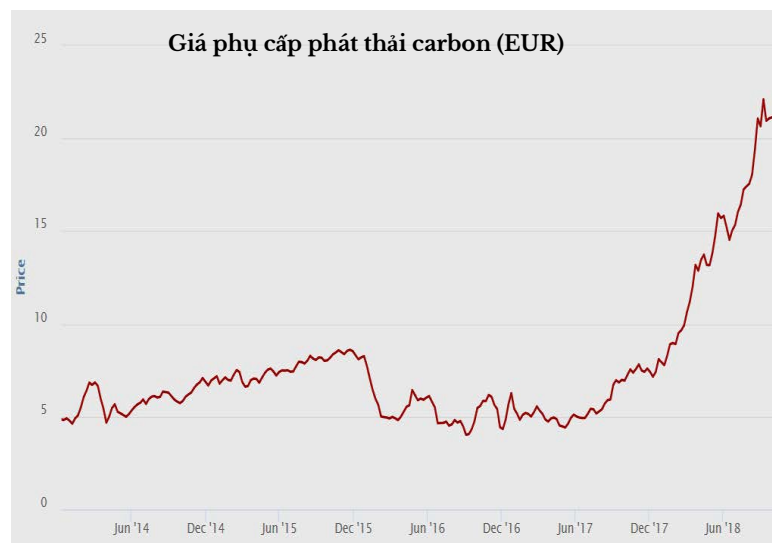


Tổng thời gian xây dựng và phát triển cho một cơ sở đốt rác phát điện tập trung lớn với công suất xử lý từ 2.500 đến 4.000 tấn rác mỗi ngày là trung bình bảy năm, trong khi các cơ sở nhỏ hơn mất khoảng hai năm để xây lắp. Vì các cơ sở phân tán có thể được xây dựng đồng thời, chúng có thời gian hoạt động khoảng 5 năm.

Đốt chất thải hữu cơ ngăn quá trình phân hủy kỵ khí giải phóng metan, một khí nhà kính nguy hại gấp 25 lần CO₂. Dựa trên lượng chất thải tích tụ hàng ngày là 2.500 tấn, lượng KNK trong đương lượng CO₂ giảm hơn 4.000 tấn, tương đương 1.300.000 tấn mỗi năm. Các khoản tiết kiệm này chỉ có giá trị trong khoảng 5 năm giữa các lần lắp đặt nhà máy.

Giao dịch khí phát thải cacbon là một phương pháp dựa trên thị trường để kiểm soát việc phát sinh ô nhiễm. Phương pháp đã được hầu hết các nước phát triển áp dụng và đang dần phổ biến trên toàn cầu. Mặc dù không có hệ thống giao dịch khí phát thải nào hiện nay bao gồm khí phát thải giao thông đường bộ, nhưng một giá trị lý thuyết cũng có thể được áp dụng cho chúng.

Giá trị của các khoản phụ cấp khí phát thải (một tấn đương lượng CO₂) đã tăng mạnh gần đây, tăng từ mức trung bình trong thời gian dài là 7,50 đô la cho mỗi khoản trợ cấp lên 24,00 đô la tại thời điểm hiện tại. Sử dụng giá hợp đồng gần đây mang lại giá trị cho hoạt động vận chuyển và phát thải khí metan lần lượt là 53.000 USD và 31.200.000 USD. Cả hai giá trị đều quy ra tiền năm 2018.



Tiết kiệm

Khoản tiết kiệm trong vận chuyển giữa giải pháp đốt rác phát điện tập trung và phân tán trực tiếp do các tuyến đường ngắn hơn

- tiêu thụ nhiên liệu ít hơn
- giờ lao động ít hơn
- ít phương tiện hơn
- ít bảo dưỡng hơn

Số tiền tiết kiệm hàng năm

- năm 2018: 1.800.000 USD
- năm 2030: 5.940.000 USD

Vào năm 2030, mô hình phân tán cần 81 xe tải và 440 nhân sự ít hơn mô hình tập trung. Nói theo cách khác, vào năm 2030 có thể thu gom 4.000 tấn/ngày bằng các nguồn tài nguyên tương tự dùng để vận chuyển tất cả rác thải tới Dandora vào năm 2018.

Khoản tiết kiệm trong truyền tải điện năng chủ yếu là do ít tổn thất khi truyền tải điện trong mô hình phân tán. Phần còn lại là khấu hao và O&M đối với máy biến áp và đường dây truyền tải của nhà máy điện tập trung. Số tiền tiết kiệm hàng năm:

- năm 2018: 2.860.000 USD
- năm 2030: 2.960.000 USD

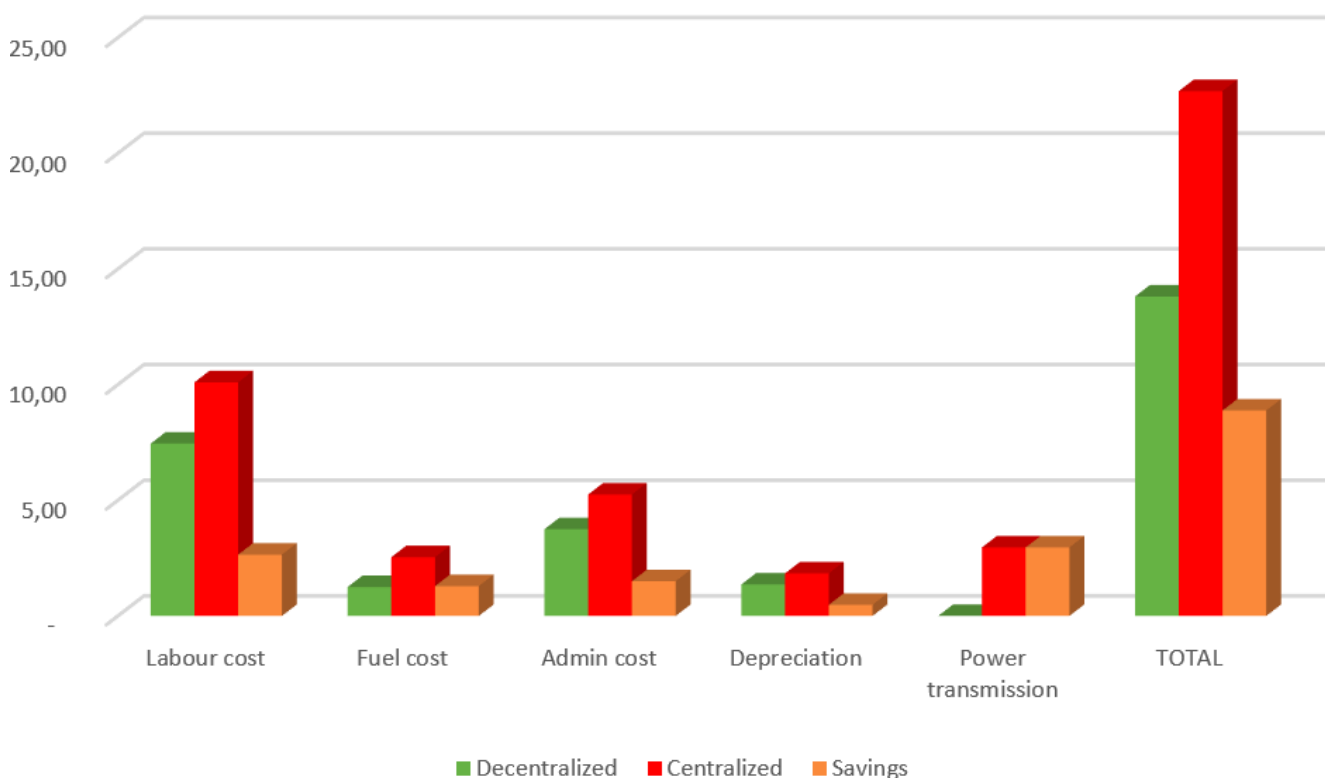
Tổng khoản tiền tiết kiệm của mô hình quản lý chất thải và phát điện phân tán so với mô hình tập trung bằng khoản tiết kiệm trong vận chuyển cộng khoản tiết kiệm trong truyền tải điện, xấp xỉ bằng

- năm 2018: 4.660.000 USD
- năm 2030: 8.900.000 USD

Trong suốt 12 năm nghiên cứu, số tiền tiết kiệm lũy kế đạt 83.550.000 USD hay chiếm 39% tổng chi phí. Những giá trị trên giả định mức tăng lạm phát hàng năm là 5% đối với mọi chi phí.

Việc dự báo số tiền tiết kiệm trong tương lai do các khoản mục chi phí chưa ghi nhận, chủ yếu là chi phí lao động và giá dầu, là rất khó chính xác. Khi nhìn vào dữ liệu lịch sử, chỉ riêng tính biến động trong giá dầu trong 8 năm qua là 37%. Đây là thời điểm mà phương pháp mô phỏng Monte Carlo sẽ giúp đưa ra kết quả dễ xảy ra nhất của các sự kiện trong tương lai để giúp đưa ra quyết định tốt hơn ngay hôm nay.

Cost Comparison Table for 2030 (M€)



Các lợi ích khác

Mô hình đốt rác phát điện phân tán không chỉ là một giải pháp tài chính mà còn tạo ra một số lợi ích hữu hình và vô hình, chẳng hạn:

- thúc đẩy hoạt động tái chế để tiết kiệm nguyên liệu thô
- tỷ lệ thu gom chất thải cao hơn ở chi phí thấp hơn
- linh hoạt hơn trong việc thu gom và vận chuyển chất thải
- giảm đáng kể ô nhiễm nước, đất và không khí do chất thải
- dấu hiệu tích cực về sức khỏe vì ít sinh vật gây hại và động vật gặm nhấm hơn
- lợi ích mỹ quan do ít bãi chôn lấp hơn



Các cơ sở đốt rác phát điện quy mô nhỏ mang đến cơ hội thử nghiệm hiệu quả về việc liệu đốt rác có thể là giải pháp phù hợp cho khu vực/quốc gia hay không. Do diện tích nhỏ, kết cấu dạng mô-đun và mức độ chế tạo sẵn cao, các cơ sở ít cần thiết kế và kỹ thuật hơn, có quy trình cấp phép nhanh hơn và sẽ hoạt động nhanh hơn nhiều so với các nhà máy truyền thống.



Các thành phố lớn, gồm cả Nairobi, đang mắc kẹt với bãi chôn lấp thải lâu năm nằm ngay giữa thành phố. Ban đầu, bãi chôn lấp được đặt ở ngoại ô thị trấn, nhưng sự phát triển nhanh chóng đã khiến chúng di chuyển vào bên trong địa giới thành phố.

Các bãi chôn lấp hiện tại cũng là nguồn nhiên liệu tốt cho các cơ sở đốt rác phát điện giống như chất thải mới phát sinh. Rác chôn lấp được đưa qua nhà máy phân loại trước; tại đây, rác tái chế và vật liệu tro được loại bỏ. Đất đã ủ sẽ được bỏ sang một bên cho các mục đích cảnh quan sau này và vật liệu vô cơ được đốt để làm năng lượng. Bãi chôn lấp cũ có thể được tái xây dựng thành nhà ở hay cho mục đích giải trí.



Bàn luận

Nghiên cứu này vẫn còn nhiều lỗ hổng để tiếp tục tối ưu hoạt động đốt rác phát điện phân tán. Một số yếu tố chính có thể là:

- *Số lượng cơ sở đốt rác phát điện.* Con số hiện tại được xác định trước là sáu, mỗi địa điểm tiêu thụ khoảng 400 tấn chất thải/ngày và tạo ra 6MW điện. Các nhà máy có thể được thi công thêm tại 10 hoặc thậm chí 15 địa điểm khác nữa.
- *Các địa điểm của cơ sở đốt rác phát điện.* Chỉ có một lượt tối ưu hóa được thực hiện liên quan đến địa điểm. Kết hợp địa điểm, số lượng nhà máy và lựa chọn tuyến đường sẽ mang lại kết quả tốt hơn.
- *Sử dụng các trạm chuyển rác.* Việc phân loại trước rác thải ở các trạm chuyển rác địa phương và chỉ nghiên cứu hoạt động vận chuyển vật liệu không thể tái sử dụng.
- *Giải pháp xử lý rác thải.* Chỉ xem xét các giải pháp đốt và phân loại trước rác thải. Ví dụ, phương pháp khí sinh học và ủ rác cũng có thể được nghiên cứu như những giải pháp bổ sung.
- *Các mặt hàng năng lượng được tạo ra.* Nghiên cứu tập trung vào sản xuất điện, mặc dù những hộ công nghiệp địa phương có nhu cầu cao hơn về năng lượng hơi nước hoặc nhiệt năng.
- *Quyền sở hữu và chi phí đất đai.* Quyền sở hữu và chi phí đất đai cho nhà máy và đường dây truyền tải điện có thể là một cản trở lớn trong quy hoạch.

- *Kích thước xe tải.* Chỉ sử dụng xe tải 8 tấn trong nghiên cứu. Mô hình phân phối thậm chí có thể sử dụng xe tải 1 tấn.
- *Lựa chọn tuyến đường.* Chỉ sử dụng những tuyến đường chính để tối ưu hóa tuyến đường. Việc thêm các đường nhánh có thể sẽ giúp tiết kiệm thêm chi phí.
- *Thời gian thu gom chất thải.* Giả định rằng tất cả chất thải đã được vận chuyển trong ca làm việc của ngày bình thường. Đặc biệt, việc thu gom và vận chuyển rác được khoanh vùng tuyến đường ngắn có thể thực hiện ngoài giờ cao điểm.
- *Tác động của tắc nghẽn giao thông.* Hai mô hình cùng sử dụng giá trị tính về tốc độ xe tải, không phụ thuộc vào thời điểm trong ngày. VRSP động cũng cần nhắc sự ảnh hưởng của giờ cao điểm.
- *Khả năng di dời.* Khi thành phố phát triển, các cơ sở đốt rác phát điện nhỏ có thể được di dời để hỗ trợ quy hoạch đô thị.
- *Chi phí tài chính trong giai đoạn xây dựng.* Đặc biệt, mô hình tập trung phải chịu chi phí tài chính trong giai đoạn xây dựng từ 5-7 năm.

Mỗi yếu tố trên hỗ trợ mô hình phân tán tốt hơn mô hình tập trung, do đó tạo ra thêm nhiều khoản tiết kiệm và lợi ích.



"Trong 12 năm tới, giải pháp đốt rác phát điện phân tán sẽ tiết kiệm cho Thành phố Nairobi tổng cộng hơn 83,5 triệu USD"



W O I M A

CORPORATION

THÔNG TIN LIÊN HỆ

Henri Kinnunen

Tổng Giám đốc điều hành

henri.kinnunen@woimacorporation.com

+358 40 835 8974

Tapio Gylling

Giám đốc vận hành

tapio.gylling@woimacorporation.com

+358 50 347 2799

Tapani Korhonen

Giám đốc công nghệ

tapani.korhonen@woimacorporation.com

+358 44 989 1513

Joona Piirto

Giám đốc dự án

joona.piirto@woimacorporation.com

+358 50 387 9883

ĐỊA CHỈ GỬI THƯ/THAM QUAN

Virtaviiva 8F

65320 Vaasa, PHẦN LAN

www.woimacorporation.com

info@woimacorporation.com

LIÊN HỆ TẠI ĐỊA PHƯƠNG BẠN

