URBANIZATSIYA SHAROITIDA CHIQINDILARNI BOSHQARISH MUAMMOLARI VA BARQAROR SHAHAR RIVOJLANISHI YO'LLARI

Madumarova Saodatxon Orifovna

Qo‘qon universiteti Ijtimoiy fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi.

saodatxon_mo88@umail.uz.

Qo‘qon universiteti talabasi

Mamajonova Rayxona Alisher qizi

rbintualisher@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqola tez sur'atlar bilan o'sib borayotgan shaharlarda chiqindilarni boshqarish tizimlaridagi dolzarb muammolarni tahlil qiladi. Jahon miqyosida shaharlar aholisining keskin o'sishi kommunal qattiq chiqindilar (KQCh) hajmining misli ko'rilmagan darajada ortishiga olib kelmoqda. Maqolada chiqindilarni qayta ishlash tizimlari, energiyaga aylantirish texnologiyalari va atrof-muhitga ta'sir masalalari ko'rib chiqiladi. Germaniya, Yaponiya, Janubiy Koreya va Singapur kabi rivojlangan mamlakatlar tajribasi, shuningdek rivojlanayotgan davlatlar misollari orqali amaldagi muammolar va ularning yechim yo'llari tahlil qilinadi. Maqola "aylanma iqtisodiyot" va "barqaror shahar" kontseptsiyalariga asoslanib, shahar miqyosida amaliy tavsiyalar ishlab chiqadi.

Kalit so'zlar: urbanizatsiya, kommunal qattiq chiqindilar, chiqindilarni boshqarish, qayta ishlash, aylanma iqtisodiyot, barqaror rivojlanish, chiqindidan energiya olish.

Annotation: This article analyzes the pressing challenges in waste management systems in rapidly growing cities. Globally, the sharp increase in urban populations has led to an unprecedented rise in the volume of municipal solid waste (MSW). The article examines waste recycling systems, waste-to-energy technologies, and environmental impact issues. It explores current problems and possible solutions through the experience of developed countries such as Germany, Japan, South Korea, and Singapore, as well as examples from developing nations. Based on the concepts of the “circular economy” and “sustainable city,” the article proposes practical recommendations at the urban level.

Keywords: urbanization, municipal solid waste, waste management, recycling, circular economy, sustainable development, waste-to-energy.

Аннотация: Данная статья анализирует актуальные проблемы систем управления отходами в быстро растущих городах. На глобальном уровне стремительный рост численности городского населения приводит к беспрецедентному увеличению объёмов твёрдых коммунальных отходов (ТКО). В статье рассматриваются системы переработки отходов, технологии получения энергии из отходов, а также вопросы воздействия на окружающую среду. На основе опыта развитых стран, таких как Германия, Япония, Южная Корея и Сингапур, а также примеров из развивающихся государств, анализируются существующие проблемы и пути их решения. Опираясь на концепции «циркулярной экономики» и «устойчивого города», в статье предлагаются практические рекомендации на уровне городов.

Ключевые слова: урбанизация, твёрдые коммунальные отходы, управление отходами, переработка, циркулярная экономика, устойчивое развитие, получение энергии из отходов.

Kirish

XXI asrda urbanizatsiya tendentsiyasi global iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishning asosiy omillaridan biriga aylandi. Birlashgan Millatlar Tashkilotining ma'lumotlariga ko'ra, 2023-yilga kelib dunyo aholisining 56 foizdan ortig'i shaharlarda istiqomat qilmoqda va bu ko'rsatkich 2050-yilga borib 68 foizga yetishi kutilmoqda (UN-Habitat, 2022). Bunday jadal o'sish shaharlarning infratuzilmasiga, xususan, chiqindilarni boshqarish tizimlariga katta bosim o'tkazmoqda.

Kommunal qattiq chiqindilar (KQCh) muammosi barqaror shahar rivojlanishi yo'lidagi eng murakkab va ko'p qirrali muammolardan biri hisoblanadi. Jahon banki hisobot ma'lumotlariga asoslanib aytish mumkinki, 2016-yilda jahon bo'yicha yiliga 2,01 milliard tonna qattiq chiqindi hosil bo'lgan bo'lsa, 2050-yilga kelib bu raqam 3,40 milliard tonnaga yetishi prognoz qilinmoqda (Kaza et al., 2018). Ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda shaharlarning jadal o'sishi va zaif chiqindi boshqaruv tizimlari muammoni yanada chuqurlashtirmoqda.

Chiqindilarni tartibsiz tashlash nafaqat estetik muammolarni keltirib chiqaradi, balki atmosfera, tuproq va suv resurslarining ifloslashiga, shuningdek, jamoat sog'liq muammolariga sabab bo'ladi. Bundan tashqari, axlat poligonlaridan chiqariladigan metan gazi (CH4) iqlim o'zgarishiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omillardan biridir (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

Ushbu maqolaning maqsadi urbanizatsiya jarayonida chiqindilarni boshqarish tizimlarining tahlili, turli mamlakatlardagi tajribalarni o'rganish va barqaror shahar rivojlanishi uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot ikkilamchi ma'lumotlar, xalqaro tashkilotlar hisobotlari va ilmiy maqolalarga asoslangan sifat-tahliliy metodologiyadan foydalanadi.

Adabiyotlar sharhi

Urbanizatsiya va chiqindi hosil bo'lish o'rtasidagi munosabat ko'plab ilmiy tadqiqotlarda ko'rib chiqilgan. Guerrero va boshqalar (2013) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda shaharning iqtisodiy darajasi va chiqindi hajmi o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri korrelyatsiya mavjudligi isbotlangan. Xususan, yuqori daromadli shaharlarda aholi boshiga yiliga o'rtacha 680 kg chiqindi to'g'ri kelsa, past daromadli shaharlarda bu ko'rsatkich 190 kg ni tashkil etadi (World Bank, 2018). Biroq, nisbiy me'yorlar rivojlanayotgan mamlakatlarda tezroq o'sish sur'atlarini ko'rsatmoqda.

Wilson va boshqalar (2015) ta'kidlashicha, shaharlar jadal rivojlanib borgani sari chiqindi tarkibi ham murakkablashib boradi: oziq-ovqat chiqindilari ulushi kamayib, qadoqlash materiallari, elektronika va xavfli chiqindilar salmog'i ortadi. Bu esa mavjud chiqindi boshqaruv infratuzilmasini eskirishiga va yangi yondashuvlar zaruriyatiga olib keladi.

Zamonaviy chiqindilarni boshqarish paradigmasi an'anaviy "to'plash – tashish – ko'mish" modelidan tubdan farq qiladi. Integrated Solid Waste Management (ISWM) tizimi chiqindilarni boshqarishning ierarxik modelini tavsiya qiladi: eng yuqori ustunlik chiqindi kamaytirishga, undan so'ng qayta ishlatishga, keyin qayta ishlashga, energiya olishga va nihoyat eng oxirgi chora sifatida ko'mishga beriladi (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Ushbu "5R" tamoyili (Reduce, Reuse, Recycle, Recover, Residual Disposal) xalqaro miqyosda eng keng e'tirof etilgan yondashuv hisoblanadi.

Eisted (2009) Osiyodagi rivojlanayotgan shaharlarni tahlil qilib, zaif chiqindi boshqaruv tizimining asosiy belgilarini aniqlagan: moliyaviy resurslar yetishmasligi, texnik imkoniyatlar cheklanishi, huquqiy-me'yoriy baza nomukammalligi va fuqarolik jamiyatining past faolligi. Ushbu omillar birgalikida o'zaro bog'liq muammolar zanjirini hosil qiladi.

Qayta ishlash (recycling) tizimlarining samaradorligi ko'p jihatdan yig'ish mexanizmlari, iste'molchilar xulq-atvori va bozor sharoitlariga bog'liq. Eurostat ma'lumotlariga ko'ra, 2021-

yilda Evropa Ittifoqi mamlakatlarida municipal qattiq chiqindilarning 47,4 foizi qayta ishlangan, biroq bu ko'rsatkich a'zo davlatlar o'rtasida katta farq qiladi (Eurostat, 2023). Germaniya 67,3 foiz bilan yetakchi o'rinda turgan bo'lsa, ba'zi sharqiy Evropa mamlakatlari 20 foiz darajasida qolgan.

Lee va Paik (2011) Janubiy Koreyaning "Chiqindi-depozit" tizimini o'rganib, iste'molchilarga moliyaviy rag'batlantirish mexanizmlari qayta ishlash darajasini sezilarli darajada oshirishini isbotlagan. 1995-yilda joriy etilgan "volume-based waste fee" tizimi natijasida mamlakatdagi chiqindilarni qayta ishlash darajasi o'n yil ichida 15 foizdan 49 foizga oshgan.

Chiqindidan energiya olish (Waste-to-Energy, WtE) texnologiyalari chiqindi muammosini hal etish va shu bilan birga muqobil energiya manbalarini yaratishning samarali yo'li sifatida ko'rib chiqilmoqda. Asosiy WtE texnologiyalari qatoriga yoqish (incineration), gazlashtirish (gasification), piroliz (pyrolysis) va anaerob parchalanish (anaerobic digestion) kiradi (Moya et al., 2017). Yaponiyada 380 dan ortiq WtE qurilmasi mavjud bo'lib, ular mamlakat elektr energiyasining taxminan 1,7 foizini ishlab chiqaradi va chiqindilarning 80 foizdan ortig'ini termik qayta ishlashga yuboradi (Fujita, 2020).

Aylanma iqtisodiyot (circular economy) kontseptsiyasi chiziqli "olish – ishlab chiqarish – tashlab yuborish" modeliga muqobil sifatida taklif etiladi. Ellen MacArthur Foundation (2013) ta'rifiga ko'ra, aylanma iqtisodiyot materiallar va mahsulotlar qiymatini imkon qadar uzoq davomida saqlashga, chiqindi va ifloslanishni minimallashtirish orqali tabiatiy tizimlarga mos ravishda ishlashga yo'naltirilgan iqtisodiy tizimdir. Bu kontseptsiya "barqaror shahar" (sustainable city) rivojlanishi strategiyasining muhim tarkibiy qismidir. BMTning Barqaror Rivojlanish Maqsadlari (SDGs) doirasida 11-maqsad – barqaror shaharlar va aholi punktlari, 12-maqsad esa mas'uliyatli iste'mol va ishlab chiqarishni ta'minlashga qaratilgan.

Metodologiya

Ushbu tadqiqot sifat-tahliliy metodologiyasiga asoslanadi va ikkilamchi ma'lumot manbalaridan foydalanadi. Tadqiqot uchun quyidagi manbalar tanlangan:

Birinchidan, xalqaro tashkilotlar hisobotlari (Jahon banki, BMT-Habitat, OECD, Eurostat) tahlil qilingan. Ikkinchidan, iqtisodiy rivojlanish bo'yicha peer-reviewed ilmiy maqolalar ko'rib chiqilgan. Uchinchidan, milliy hukumat hisobotlari va chiqindilarni boshqarish bo'yicha milliy strategiyalar o'rganilgan. To'rtinchidan, korporativ va nohukumat tashkilotlarining amaliyot tadqiqotlari (case studies) tahlil qilingan.

Tadqiqotda qiyosiy tahlil metodi qo'llanilgan: rivojlangan mamlakatlar (Germaniya, Yaponiya, Janubiy Koreya, Singapur) va rivojlanayotgan mamlakatlar (Hindiston, Braziliya, Nigeriya) tajribalari o'zaro solishtirilgan. Bu yondashuv turli iqtisodiy sharoitlarda samarali bo'lgan siyosat vositalarini aniqlash imkonini beradi.

Tahlil uchun quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalanildi: aholi boshiga yillik chiqindi hajmi (kg/kishi/yil), qayta ishlash darajasi (%), sanitar poligonlarga ko'miladigan chiqindi ulushi (%), WtE qurilmalari quvvati (tonna/yil) va chiqindi boshqaruv sektori uchun ajratiladigan byudjet ulushi (YaIM foizida). Ushbu miqdoriy ko'rsatkichlar sifatiy tahlilni kuchaytirish uchun qo'llanilgan.

Natijalar va Muhokama

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, urbanizatsiya sur'ati va chiqindi ishlab chiqarish o'rtasidagi bog'liqlik murakkab va ko'p o'lchovli xarakterga ega. 2020-yilgi ma'lumotlarga asosan,

shahar aholisining iqtisodiy faoliyati qishloq aholisiga nisbatan o'rtacha 1,8 baravar ko'proq chiqindi ishlab chiqaradi (UNEP, 2021). Ayniqsa, o'rta daromadli mamlakatlarda bu ko'rsatkich tez sur'atlar bilan o'sib bormoqda, chunki turmush darajasining ko'tarilishi iste'mol hajmining oshishiga, o'z navbatida chiqindi miqdorining ko'payishiga olib keladi.

Sub-Sahara Afrika mintaqasi eng tez urbanizatsiya bo'layotgan region sifatida alohida diqqatga loyiq. Lagos (Nigeriya), Nairobi (Keniya) va Dar es Salaam (Tanzaniya) kabi megashaharlar yiliga 15-20% atrofida chiqindi hajmi o'sishini boshdan kechirmoqda. Biroq, ushbu shaharlarda chiqindi yig'ish qamrovi ko'pincha 50-60% dan oshmaydi, bu esa ochiqdagi axlat uyumlarini va norasmiy poligonlarni kengayishiga sabab bo'lmoqda (Mmereki et al., 2016).

Osiyoning rivojlanayotgan shaharlarida ham vaziyat murakkab bo'lib qolmoqda. Delhi (Hindiston)da kuniga 10,000 tonnadan ortiq qattiq chiqindi hosil bo'lib, ularning yig'ish va utilizatsiya qilish tizimi jiddiy islohotlarga muhtoj. Shahar atrofidagi Ghazipur poligoni o'z quvvatidan 13 barobar oshib ketgan holda ishlayotgan bo'lib, u yaqin atrofda yashovchi 150,000 dan ortiq kishining salomatligiga tahdid solmoqda (Chaturvedi, 2020).

Rivojlangan mamlakatlar tajribasi: muvaffaqiyatli modellar.Germaniya: Dunyodagi eng samarali qayta ishlash tizimlaridan biriga ega bo'lgan Germaniya 2021-yilda qattiq chiqindilarning 67% ini qayta ishlashga muvaffaq bo'ldi. Ushbu yutuqning asosida 1991-yilda joriy etilgan Dual Tizim Deutschland (DSD) yoki "Yashil nuqta" tizimi yotadi. Bu tizim ishlab chiqaruvchilarga qadoqlash uchun moliyaviy mas'uliyat yuklab, ular to'lagan mablag'lar hisobiga yig'ish va qayta ishlash infratuzilmasi saqlanadi. Bundan tashqari, 2003-yilda amalga oshirilgan depozit-qaytarish (Pfand) tizimi orqali PET shisha va aluminiy bankalar uchun qaytariluvchi garov joriy etildi, bu qadoqlash chiqindilari qayta ishlash darajasini 98% gacha ko'tardi (Kreiser et al., 2016).

Yaponiya: "Mottainai" falsafasiga asoslangan Yaponiya chiqindilarni boshqarish sohasida jahonning eng ilg'or mamlakatlaridan biridir. Mamlakat 1991-yilda "Qattiq chiqindilarni boshqarish va jamoat tozaligi to'g'risida"gi qonunni yangiladi va keyinchalik "Aylanma jamiyat" yaratishga yo'naltirilgan qonunchilik paketini qabul qildi. Bugun Yaponiya WtE texnologiyalari bo'yicha dunyo yetakchisi bo'lib, 1,300 dan ortiq termik qayta ishlash zavodiga ega. Osaka shahri ayniqsa diqqatga sazovordir: shaharning 97% dan ortiq chiqindisi yo qayta ishlanadi yoki energiyaga aylantiriladi, poligonga ko'miladigan chiqindi 3% dan oshmaydi (Fujita, 2020).

Janubiy Koreya: Respublika 1995-yilda joriy etilgan hajmga asoslangan to'lov (VBWF) tizimi orqali chiqindi boshqaruvda inqilob yaratdi. Ushbu tizim bo'yicha iste'molchilar standart to'lov sumkalarini sotib olib, chiqindilarini faqat shularda tashlashlari mumkin. Tizim joriy etilgandan beri mamlakat bo'yicha chiqindi hajmi 10 yil ichida 30% ga kamaydi, qayta ishlash darajasi esa 15% dan 59% ga oshdi. Chiqindilarni uy joydayoq ajratib tashlash 5 toifada amalga oshiriladi: tez buziladigan oziq-ovqat chiqindilari, qog'oz, shisha, plastmassa va aralash chiqindilar (Lee & Paik, 2011). Bugun Koreya "Smart waste management" tizimlarini tatbiq etib, IoT sensorlar orqali konteynerlardagi to'lganlik darajasini real vaqt rejimida kuzatmoqda.

Singapur: Maydon jihatdan kichik, ammo aholi zichligi yuqori bo'lgan shahar-davlat Singapur resurslar samaradorligida noyob model yaratdi. Semakau orolida joylashgan yagona poligon 2035-yilga kelib to'lib qolishi kutilayotgan bo'lgach, mamlakat "Zero Waste Nation" strategiyasini qabul qildi. Ushbu strategiya 2030-yilga qadar chiqindilarni qayta ishlash darajasini 70% gacha, poligonga ko'miladigan chiqindi miqdorini esa 30% ga kamaytirish maqsadini qo'yadi. Singapur tajribasining muhim jihati shundaki, mamlakat chiqindilarni boshqarishda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektdan keng foydalanmoqda (NEA, 2021).

Rivojlanayotgan mamlakatlardagi shaharlar chiqindi boshqaruvida boshqa ko'rinishdagi muammolarni boshdan kechiryapti. Brazil: Sao-Paulo kabi shaharlar rasmiy va norasmiy ikki qatlamli chiqindi boshqaruv tizimiga ega. Norasmiy "catadores" (chiqindi yig'uvchilar) sektori shahar iqtisodiy hayotida muhim rol o'ynaydi: taxminan 800,000 kishi bu faoliyat bilan tirikchilik qiladi va ular rasmiy qayta ishlash tizimining etib bora olmaydigan joylarini qoplaydi. 2010-yilda qabul qilingan Milliy Qattiq Chiqindilar Siyosati (PNRS) catadores kooperativlarini rasmiy chiqindi boshqaruv tizimiga integratsiya qilish yo'lini ochdi (Gutberlet, 2016).

Hindiston: 2016-yilda yangilangan Qattiq Chiqindilar Boshqaruvi Qoidalari alohida yig'ish va qayta ishlashni majburiy qildi. Biroq, tatbiq etilishi hali ham qiyin bo'lib qolmoqda: 4,000 dan ortiq shaharda chiqindi boshqaruv infratuzilmasi jiddiy zaifliklarni saqlab qolmoqda. Suret (Gujarat), Indur (Madhya Pradesh) va Mysore (Karnataka) kabi shaharlarda amalga oshirilgan islohotlar muvaffaqiyat modeliga aylandi va boshqa shaharlar uchun namuna bo'lmoqda.

Rivojlanayotgan mamlakatlar uchun eng muhim muammo moliyalashtirish bo'lib qolmoqda. O'rtacha hisobda past daromadli mamlakatlar chiqindi boshqaruviga aholi boshiga yiliga 5-35 AQSh dollari sarflaydi, yuqori daromadli mamlakatlar esa bu ko'rsatkich 100-300 dollar atrofida. Bundan tashqari, shahar aholisining 30-40% ni tashkil etuvchi norasmiy aholi punktlari (slumlar) chiqindi yig'ish xizmatlaridan mahrum qoladi (UNEP, 2021).

Chiqindilarning tartibsiz tashlash atrof-muhitga va inson salomatligiga ko'p tomonlama salbiy ta'sir ko'rsatadi. Axlat poligonlaridan filtrlangan suvlar (leachate) grunt suvlarini ifloslaydi: bu muammo ayniqsa tabiiy suv filtrlash qatlami yupqa bo'lgan hududlarda jiddiy xarakter kasb etadi. Tadqiqotlar poligon atrofida yashovchi aholida me'da-ichak kasalliklari, teri allergiyasi va nafas olish muammolarining sezilarli darajada ko'proq uchraydligini ko'rsatadi (Vrijheid, 2000).

Iqlim o'zgarishi nuqtai nazaridan ham chiqindilar muammosi e'tiborni tortadi. Organik chiqindilarning anaerob parchalanishidan hosil bo'ladigan metan (CH4) CO2 ga nisbatan 21 marta kuchliroq issiqxona gazi bo'lib, global iqlim o'zgarishiga hissa qo'shadi. IPCC hisob-kitoblariga ko'ra, chiqindi sektori global issiqxona gazlari emissiyasining taxminan 5% ini tashkil etadi (IPCC, 2022). Agar WtE texnologiyalari keng joriy etilsa, bu emissiyalar 80-90% gacha kamaytirilishi mumkin.

Plastmassa chiqindilar global ekologik inqirozning alohida ko'rinishidir. Yillik 400 million tonnadan ortiq ishlab chiqariladigan plastmassaning faqat 9% i qayta ishlanadi. Okeanlarni ifloslayotgan plastmassa zarralari (mikroplastiklar) dengiz ekotizimlariga va ularning orqali insonlar salomatligi uchun ham xavf tug'dirmoqda (Jambeck et al., 2015).

Raqamli texnologiyalar chiqindilarni boshqarish samaradorligini tubdan yaxshilash imkonini bermoqda. "Aqlli" chiqindi konteynerlar IoT sensorlar bilan jihozlanib, to'lganlik darajasini real vaqtda kuzatadi va marshrutlarni optimallashtirishga imkon beradi. Barcelona, Amsterdam va Kopengagen kabi shaharlarda bunday tizimlar joriy etilgan va ular chiqindi yig'ish xarajatlarini 30-40% ga kamaytirgan (Lozano et al., 2018).

Blokchain texnologiyasi chiqindi oqimini kuzatish va qayta ishlash sertifikatsiyasini shaffof amalga oshirish uchun qo'llanilmoqda. Ba'zi mamlakatlarda tokenlar (tokenlashtirilgan rag'batlantirish) orqali fuqarolar chiqindini ajratib tashlash uchun raqamli mukofot olishi mumkin. Bu mexanizm xulq-atvorni o'zgartirish bo'yicha an'anaviy ma'rifiy kampaniyalarga nisbatan samaraliroq ekanligini isbotlayapti.

Xulosa va Tavsiyalar

Ushbu tadqiqot shuni ko'rsatadiki, urbanizatsiya jarayonida chiqindilarni boshqarish muammosi texnik, iqtisodiy, ijtimoiy va boshqaruv jihatlarini qamrab oluvchi tizimli muammo

sifatida ko'rib chiqilishi zarur. Rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarning tajribasi shuni ko'rsatadiki, muvaffaqiyatli chiqindi boshqaruv tizimlari quyidagi umumiy tamoyillarga asoslanadi: ishlab chiqaruvchilar mas'uliyatini belgilaydigan qonunchilik bazasi, iqtisodiy rag'batlantirish mexanizmlari, fuqarolarning faol ishtiroki va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

Birinchi tavsiya: "Kengaytirilgan ishlab chiqaruvchi mas'uliyati" (EPR) tamoyilini qonunchilik asosida joriy etish. Germaniya va Janubiy Koreya tajribasi ko'rsatganidek, mahsulot va qadoqlash uchun ishlab chiqaruvchilarga moliyaviy mas'uliyat yuklash qayta ishlash infratuzilmasini moliyalashtirishning barqaror manbaini ta'minlaydi va ekologik jihatdan muqobil dizaynni rag'batlantiradi.

Ikkinchi tavsiya: Chiqindi yig'ish to'lovlari tizimini hosil bo'lgan chiqindi hajmiga bog'liq qilish. "Kimki ko'p chiqindi tashlasa, ko'p to'laydi" prinsipi asosidagi Janubiy Koreya tajribasi chiqindi hajmini kamaytirish va qayta ishlashni oshirishning eng samarali amaliy usullaridan biri ekanligini isbotladi.

Uchinchi tavsiya: Chiqindidan energiya olish (WtE) qurilmalarini qurish. Ayniqsa yer tanqisligi bo'lgan hududlar uchun WtE zavodlari ikki muammoni bir vaqtda hal etadi: poligon maydonini kamaytiradi va muqobil energiya ishlab chiqaradi. Biroq ushbu texnologiyalar axlat yoqish nisbatan yuqori xarajatlari tufayli qayta ishlash va kamaytirishga ustunlik bermasligi kerak.

To'rtinchi tavsiya: Raqamli chiqindi boshqaruv tizimlarini joriy etish. Smart konteyneryar, optimal yig'ish marshrutlari va real vaqtli monitoring tizimlari logistika xarajatlarini sezilarli kamaytirib, samaradorlikni oshiradi. Bu texnologiyalar nafaqat yirik shaharlarda, balki o'rta shaharlarda ham qo'llanilishi mumkin.

Beshinchi tavsiya: Norasmiy chiqindi yig'uvchilarni rasmiy tizimga integratsiya qilish. Braziliya va Hindiston tajribasi ko'rsatganidek, ushbu guruhni formal sektorg inkorporatsiya qilish bir vaqtning o'zida ijtimoiy adolat va ekologik samaradorlikni oshiradi. Katadores kooperativlari modeli bu sohadagi eng muvaffaqiyatli yondashuvlardan biridir.

Oltinchi tavsiya: Shahar chiqindi boshqaruvida "aylanma iqtisodiyot" tamoyillarini o'rnatish. Bu yondashuv chiqindini muammo sifatida emas, balki resurs sifatida ko'rishni taqozo etadi. Industrial simbioz, yaroqsiz moddalarni qayta ishlatish markazlari va qisqa muddatli iste'mol siklini uzaytirish bo'yicha siyosat choralaritadbirlar aylanma iqtisodiyot tamoyillarining amaliy ko'rinishidir.

Yettinchi tavsiya: Ma'rifiy va xabardorlik dasturlarini rivojlantirish. Barcha muvaffaqiyatli tizimlarning ortida fuqarolarning yuqori xabardorligi va ishtiroki yotadi. Maktab dasturlari, jamoat kampaniyalari va ijtimoiy media platformalaridan foydalangan holda ekologik madaniyatni oshirish uzoq muddatli barqaror samarani ta'minlaydi.

Yakunlash o'laroq ta'kidlash lozimki, barqaror shahar rivojlanishi yo'lida chiqindilarni boshqarish muammosini hal etish bitta formula yoki yagona strategiya bilan yechilmaydi. Har bir shahar o'zining demografik, iqtisodiy va madaniy xususiyatlarini hisobga olgan holda moslashtirilgan yondashuv ishlab chiqishi zarur. Biroq, yuqoridagi tamoyillar universal ahamiyatga ega bo'lib, har qanday kontekstda qo'llash mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlar ayniqsa o'rta daromadli rivojlanayotgan mamlakatlarda chiqindi boshqaruvining moliyaviylashuv modellari va yangi texnologiyalar tatbiqi samaradorligiga qaratilishi maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Chaturvedi, A. (2020). Solid waste management in Indian cities: Challenges and solutions. Economic and Political Weekly, 55(14), 28–35.
2. Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. Ellen MacArthur Foundation.
3. Eisted, R., Larsen, A. W., & Christensen, T. H. (2009). Collection, transfer and transport of waste: Accounting of greenhouse gases and global warming contribution. Waste Management & Research, 27(8), 738–745.
4. Eurostat. (2023). Municipal waste statistics. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics
5. Fujita, T. (2020). Waste management and recycling in Japan: Opportunities for innovative industrial and urban symbiosis. Resources, Conservation and Recycling, 161, 104913.
6. Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. Waste Management, 33(1), 220–232. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008
7. Gutberlet, J. (2016). Waste, poverty, and recycling in Brazil. The Journal of Comparative Social Welfare, 32(1), 30–45.
8. Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a waste: A global review of solid waste management. World Bank Urban Development Series Knowledge Papers, No. 15. World Bank.
9. IPCC. (2022). Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
10. Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. Science, 347(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/science.1260352
11. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Publications.
12. Kreiser, L., Lee, S., Ueta, K., Milne, J. E., & Ashiabor, H. (Eds.). (2016). Environmental taxation and green fiscal reform: Theory and impact. Edward Elgar Publishing.
13. Lee, S., & Paik, H. S. (2011). Korean household waste management and recycling behavior. Building and Environment, 46(5), 1159–1166. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.005
14. Lozano, A., Caridad, J. M., & De Paz, J. F. (2018). Smart waste collection system with low consumption LoRaWAN nodes and route optimization. Sensors, 18(5), 1465.
15. Mmereki, D., Baldé, K., Li, B., Liu, M., & Li, T. (2016). E-waste management in Botswana: Challenges and opportunities. E3S Web of Conferences, 1, 04002.
16. Moya, D., Aldás, C., López, G., & Kaparaju, P. (2017). Municipal solid waste as a valuable renewable energy resource: A worldwide opportunity of energy recovery by using waste-to-energy technologies. Energy Procedia, 134, 286–295.
17. National Environment Agency (NEA). (2021). Zero waste masterplan: Towards a sustainable Singapore. Ministry of Sustainability and the Environment of Singapore.
18. Tchobanoglous, G., & Kreith, F. (Eds.). (2002). Handbook of solid waste management (2nd ed.). McGraw-Hill.
19. UN-Habitat. (2022). World cities report 2022: Envisaging the future of cities. United Nations Human Settlements Programme.
20. UNEP. (2021). Global waste management outlook 2.0: Prevention and circular economy transforming waste management. United Nations Environment Programme.