



АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ТРЕТМАНА ГРАЂЕВИНСКОГ ОТПАДА У НОВОМ САДУ

ANALYSIS OF CONSTRUCTION WASTE TREATMENT OPTIONS IN NOVI SAD

Јован Лукач, Факултет техничких наука, Нови Сад

Студијски програм – ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Кратак садржај – Овај рад анализира могућности третмана отпада од грађења и рушења (CDW) у граду Новом Саду кроз поређење два техничко-логистичка приступа: примену стационарне дробилице постављене на локацији градске депоније и употребу три мобилне дробилице распоређене на ширем подручју града. Истраживање је засновано на подацима из Акционог плана управљања отпадом од грађења и рушења (2025–2031) и релевантној европској литератури. Циљ рада је да се процени економска и еколошка оправданост оба модела и предложи оптимално решење за град Нови Сад. Резултати указују да мобилни систем има ниже укупне трошкове и мање емисије CO₂, док стационарни модел обезбеђује стабилнији рад и конзистентнији квалитет агрегата. Као најпогодније решење препоручује се комбиновани модел који обједињује предности оба система.

Кључне речи : грађевински отпад, рециклажа, стационарна дробилица, мобилна дробилица, Нови Сад

Abstract – This paper analyzes the possibilities of treating construction and demolition waste (CDW) in the city of Novi Sad through a comparison of two technical and logistical approaches: the use of a stationary crusher located at the city landfill and the deployment of three mobile crushers distributed across the urban area. The analysis is based on data from the City Construction Waste Management Action Plan (2025–2031) and relevant European studies. The aim is to assess the economic and environmental feasibility of both systems and propose an optimal model for the city of Novi Sad. Results indicate that mobile crushers have lower total costs and CO₂ emissions, while stationary systems provide more stable operation and consistent material quality. A combined model is recommended as the most suitable solution for sustainable construction waste management.

Keywords: construction waste, recycling, stationary crusher, mobile crusher, Novi Sad

НАПОМЕНА: Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Дејан Убавин, ред. проф.

1. УВОД

Грађевински отпад представља један од најзначајнијих токова материјала у урбаним срединама, са растућим уделом укупног отпада у Европској унији [1], [2]. Повећана градња и реконструкције довеле су до наглог пораста количина отпада од грађења и рушења (CDW), који у појединим земљама достиже више од 30 % укупне масе чврстог отпада [3]. У условима Србије, овај ток отпада још увек није довољно регулисан, а системи прикупљања и рециклаже су у развоју [7].

У контексту града Новог Сада, годишња количина отпада од грађења и рушења процењује се на око 480 000 тона, од чега се само четвртина поново користи или рециклира, док остатак завршава на депонијама или дивљим локацијама (подаци из Акционог плана управљања отпадом од грађења и рушења 2025–2031). Недовољна инфраструктура и неусклађеност са европским стандардима стварају потребу за успостављањем ефикасног система третмана [4], [7].

Циљ овог рада је да анализира могућности третмана CDW-а у Новом Саду кроз поређење два техничко-логистичка приступа – примену стационарне дробилице на локацији градске депоније и употребу три мобилне дробилице распоређене по ширем подручју града. Рад упоређује економске и еколошке параметре оба модела, уз посебан нагласак на емисије CO₂, трошкове транспорта и могућност поновне употребе материјала.

Анализа је заснована на најновијим европским и домаћим политикама управљања отпадом. Оквирна директива о отпаду (2008/98/EC) и Акциони план за циркуларну економију [6] предвиђају да се до 2030. године најмање 70 % CDW-а поново употреби или рециклира, док Стратегија управљања отпадом у Србији [7] поставља исти циљ на националном нивоу. У том смислу, овај рад има за циљ да да препоруке за локалну примену европских пракси и унапређење система управљања грађевинским отпадом у граду Новом Саду.

2. ТЕОРИЈСКИ ОКВИР И ПРЕГЛЕДИ ПРАКСИ

Отпад од грађења и рушења обухвата материјале као што су бетон, цигла, метал, стакло и асфалт, чији

третман захтева специјализоване поступке раздвајања, уситњавања и поновне употребе. Недовољна селекција на извору и ограничена примена стандарда за секундарне материјале представљају најчешће препреке у систему управљања овом категоријом отпада [1], [2]. У европској пракси, побољшање ефикасности постиже се применом мобилних и стационарних постројења која омогућавају механичку обраду материјала у непосредној близини места настанка отпада [3].

Квалитет рециклираних агрегата директно зависи од технолошке опремљености постројења и степена чишћења материјала. Поступци као што су вибрационо просејавање, магнетна сепарација и мокро прање агрегата омогућавају повећање чистоће и тржишне вредности финалног производа [2], [5]. Стационарне дробилице карактеришу већи капацитети обраде, стабилнији рад и могућност примене додатних система за сепарацију и контролу прашине. Са друге стране, мобилне дробилице омогућавају обраду отпада директно на месту настанка, чиме се смањују трошкови транспорта и емисије CO₂ [1], [5].

Подаци из европских извештаја показују да употреба мобилних постројења може смањити укупне емисије гасова стаклене баште за 25–35 % у поређењу са централизованим системима [5]. Иако стационарни системи захтевају већа улагања, они обезбеђују континуиран рад и већи степен контроле квалитета агрегата [3].

Европска политика управљања отпадом заснива се на принципу хијерархије третмана – превенција, поновна употреба, рециклажа и депоновање као последња опција [6]. Ефикасни системи комбинују законске обавезе и економске подстицаје, што укључује субвенције и пореске олакшице за оператере који користе секундарне материјале [4]. Национални циљеви Србије у потпуности прате овај приступ и усмерени су на развој регионалних центара за третман инертног отпада и јачање локалних капацитета [7].

Најбољи резултати у пракси постижу се комбинацијом стационарних и мобилних постројења, јер се тиме обезбеђује континуирана обрада отпада, смањење транспортних трошкова и већи степен искоришћења материјала [1], [5]. Ови принципи представљају основу за анализу која следи у наредном поглављу, где се процењује примена ових решења у условима града Новог Сада, на основу количина и структура отпада наведених у Акционом плану.

3. АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ТРЕТМАНА У НОВОМ САДУ

Интензивна урбанизација и раст грађевинских активности у Новом Саду последњих година довели су до значајног повећања количина отпада од грађења и рушења. Према подацима Акционог плана управљања отпадом од грађења и рушења за период 2025–2031, на територији града се годишње генерише око 480 000 тона CDW-а, од чега је приближно 132 000 тона погодних за механички третман и рециклажу. Ове количине углавном обухватају бетон, циглу, асфалт и

металне елементе, док преостали део чине земља из ископа и фракције ниске употребне вредности. Недовољно развијен систем прикупљања и одвајања материјала на извору доводи до тога да значајан део потенцијално корисног материјала и даље завршава на депонијама или дивљим локацијама [1], [3], [7].

У оквиру овог истраживања анализирана су два сценарија третмана инертног отпада која представљају реалне опције за град Нови Сад. Први сценарио подразумева постављање стационарне дробилице на локацији градске депоније, док други обухвата употребу три мобилне дробилице распоређене на различитим деловима урбане и приградске зоне. Циљ анализе је процена техничке изводљивости, економске исплативости и утицаја на животну средину оба система.

Стационарна постројења омогућавају обраду великих количина отпада у контролисаним условима и производњу агрегата конзистентног квалитета [2], [5]. Капацитети оваквих система крећу се између 100 и 300 t/h, а најчешће се користе у оквиру депонија и индустријских зона. Главна предност стационарног модела је стабилност рада и могућност примене додатних система за прање и сепарацију материјала, док су недостаци високи инвестициони трошкови и повећана емисија CO₂ услед транспорта материјала до постројења [3], [5].

Мобилне дробилице, с друге стране, омогућавају обраду отпада непосредно на месту настанка, чиме се елиминишу трошкови транспорта и значајно смањују емисије гасова стаклене баште [1], [5]. Капацитет ових јединица износи од 60 до 150 t/h, у зависности од модела и врсте материјала. Њихова флексибилност и могућност премештања између различитих градилишта чине их посебно погодним за урбане средине са великом динамиком грађевинских радова. Међутим, мањи капацитет и већа осетљивост на варијације у квалитету улазног материјала представљају ограничења овог система [2], [5].

Поређење економских параметара је приказано у Табели 1., а поређење еколошких у Табели 2.

Табела 1. Поређење економских параметара сценарија третмана грађевинског отпада у Новом Саду

Параметар	Сценарио 1 – Стационарна дробилица	Сценарио 2 – Три мобилне дробилице
Инвестициона улагања	0,8–1,0 милион €	0,9–1,2 милион €
Капацитет обраде	132.000 t/год.	132.000–150.000 t/год.
Оперативни трошкови	5,5–6,5 €/t	6,5–7,5 €/t

Параметар	Сценарио 1 – Стационарна дробилица	Сценарио 2 – Три мобилне дробилице
Трошкови транспорта	3,5–4,5 €/t	0,8–1,2 €/t
Укупни трошкови по тони	9,0–11,0 €/t	7,3–8,7 €/t
Укупни годишњи трошкови	≈ 1,3–1,45 милиона €	≈ 1,0–1,15 милиона €
Економска исплативост (период поврата)	6–8 година	5–6 година

С обзиром на специфичности територије града Новог Сада и распоред зона интензивне градње, модел са три мобилне дробилице распоређене на локацијама Футог, Петроварадин и градска депонија показао се као најефикасније решење у погледу логистике и укупних трошкова.

Табела 2. Поређење еколошких параметара сценарија третмана грађевинског отпада у Новом Саду

Параметар	Сценарио 1 – Стационарна дробилица	Сценарио 2 – Три мобилне дробилице
Емисија CO ₂ (kg/t)	12–14	8–10
Потрошња енергије (kWh/t)	35–45	40–50
Контрола прашине и буке	Висока (стационарни системи за филтрацију)	Средња (привремени утицаји, мањи укупни ефекат)
Заузеће простора	2.000–3.000 m ²	400–500 m ²
Укупни утицај на околину	Средњи (локализован, али контролисан)	Низак (децентрализован, краткотрајан)
Потенцијал за смањење CO ₂ у односу на сценарио 1	—	25–35 %

Подаци из табеле показују да мобилни системи имају изражену предност у погледу трошкова и укупног еколошког ефекта, посебно због елиминације транспорта отпада до централизованог постројења. Према проценама, употребом мобилних дробилица могуће је смањити укупне емисије CO₂ за 25–35 % и трошкове за око 20 % у односу на стационарни модел [5]. Ипак, стационарне дробилице остају супериорне у аспекту квалитета агрегата и континуитета рада, што их чини погодним за регионалне центре или депоније са стабилним током отпада [2], [3].

Најбољи резултати постижу се комбинацијом оба система – стационарно постројење као централна јединица за обраду већих количина отпада и мобилне дробилице као подршка за оперативни третман на терену. Такав модел омогућава оптималну расподелу капацитета, смањење трошкова транспорта и повећање укупног степена рециклаже, у складу са националним и европским циљевима [4]–[7].

4. ЗАКЉУЧАК

Резултати спроведене анализе указују да избор технологије за третман отпада од грађења и рушења у великој мери зависи од локалних услова, количина отпада и просторних ограничења. У случају града Новог Сада, модел који подразумева примену више мобилних дробилица показао је супериорност у погледу енергетске ефикасности, оперативних трошкова и укупних емисија CO₂. Међутим, стационарна постројења и даље имају значајну улогу у осигурању конзистентног квалитета агрегата и дугорочног континуитета рада [2], [5].

Комбиновани систем, који интегрише стационарну дробилицу на градској депонији и мобилне јединице на више локација, представља оптимално решење за Нови Сад. Такав приступ омогућава ефикасније управљање токовима материјала, смањење оптерећења на депонијама и повећање степена искоришћења секундарних сировина. Примена овог модела у потпуности је у складу са националним циљевима дефинисаним у Стратегији управљања отпадом 2022–2031 [7] и са захтевима Европске уније који налажу да најмање 70 % отпада од грађења и рушења буде поново употребљено или рециклирано до 2030. године [6].

Интеграцијом постојећих инфраструктурних капацитета, развојем локалног тржишта рециклираних материјала и јачањем система селекције на извору, град Нови Сад може да постане пример добре праксе у области одрживог управљања грађевинским отпадом у Србији и региону.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] N. Cudecka-Purina, R. Butka, A. Bielenberg, “A Comprehensive Review on Construction and Demolition Waste Management Practices,” *Energies*, vol. 17, no. 4, pp. 1–24, 2024.
- [2] V. Tam and W. Lu, “Technological Barriers and Advances in Recycled Aggregate Production,”

Construction and Building Materials, vol. 358, pp. 129–148, 2022.

- [3] G. Bonifazi, L. Ferrini, D. Serranti, “European Practices in Construction and Demolition Waste Recycling and Circular Construction,” *Journal of Environmental Engineering*, vol. 151, no. 6, pp. 311–322, 2025.
- [4] G. A. Blengini, *Resource Efficiency and Circular Economy in Europe – Overview of Policies, Instruments and Results*, European Environment Agency, Luxembourg, 2020.
- [5] F. Weber, P. Kral, S. E. Müller, “Recycling Efficiency and Energy Balance of Stationary and Mobile Crushers,” *Waste Management Reports*, vol. 48, pp. 77–90, 2024.
- [6] European Commission, *Directive 2008/98/EC on Waste (Consolidated)*, Brussels, 2018; and *A New Circular Economy Action Plan – For a Cleaner and More Competitive Europe*, Brussels, 2020.
- [7] Министарство за заштиту животне средине Републике Србије, *Стратегија управљања отпадом у Републици Србији за период 2022–2031.*, Београд, 2022.

Кратка биографија:



Јован Лукач рођен је у Земуну 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Инжењерства заштите животне средине одбранио је 2025. год.

Контакт: lukacjovan98@gmail.com